8

ИИКТ - БАН eISSN: 2367-8666
Лекции по компютърни науки и технологии

Научни изчисления с Java и Android

Практическо ръководство

Тодор Балабанов Илиян Занкински Петър Томов

eISBN: 978-619-7320-05-3

Поредицата „**Лекции по компютърни науки и технологии на Института по информационни и комуникационни технологии при Българската академия на науките**“ публикува в електронен вид учебници и учебни помагала, предназначени за студенти и докторанти по различни програми по информатика, изчислителна математика, математическо моделиране, комуникационни технологии, и др., както и за всички читатели, интересуващи се от тези научни области. Учебниците се базират върху курсове лекции, водени от учени на Института по информационни и комуникационни технологии – БАН в различни български университети и в Центъра за обучение на докторанти в БАН. Публикуваните материали са с отворен достъп - те са свободно достъпни без заплащане.

Редактори

Геннадий Агре (Главен редактор) – ИИКТ-БАН
e-mail: agre@iinf.bas.bg

Вера Ангелова – ИИКТ-БАН
e-mail: vangelova@iit.bas.bg

Пенчо Маринов – ИИКТ-БАН
e-mail: pencho@bas.bg

eISSN: 2367-8666

Настоящето издание е обект на авторско право. Всички права са запазени при превод, разпечатване, използване на илюстрации, цитирания, разпространение, възпроизвеждане на микрофилми или по други начини, както и съхранение в бази от данни на всички или част от материалите в настоящето издание. Копирането на изданието или на част от съдържанието му е разрешено само със съгласието на авторите и/или редакторите

Теми

Предговор **1**

1 Научни изчисления **3**

2 Евристики за прогнозиране **6**

3 Софтуерна архитектура **13**

4 Android активен тапет **18**

5 Централизиран сървър **104**

6 Комуникация клиент-сървър **166**

7 Обучение на мрежата **183**

Заключение **207**

Библиография **208**

Списък на фигурите **212**

Азбучен указател **213**

Съдържание

Предговор **1**

1 Научни изчисления **3**
1.1 Последователно програмиране . . . 3
1.2 Паралелно програмиране . . . 4
1.3 Супер компютри и грид изчисления . . . 4
1.4 Изчисления в разпределена среда . . . 5
1.5 Дарена изчислителна мощност . . . 5

2 Евристики за прогнозиране **6**
2.1 Изкуствени невронни мрежи . . . 6
2.2 Генетични алгоритми . . . 8
2.3 Финансови времеви редове . . . 9
2.4 Прогнозиране в разпределена среда . . . 10
2.5 Фонови пресмятания върху мобилни устройства . . . 11

3 Софтуерна архитектура **13**
3.1 Избор на развойни средства . . . 13
3.1.1 От страна на сървъра . . . 13
3.1.2 От страна на клиента . . . 14
3.1.3 За комуникация между сървъра и клиента . . . 14
3.2 Компоненти на системата . . . 14
3.2.1 Подход за разработка . . . 15
3.3 Лиценз и хранилище за проекта . . . 16
3.3.1 Лиценз . . . 16
3.3.2 Хранилище за програмен код . . . 16

4 Android активен тапет **18**
4.1 Манифест файл на мобилното приложение . . . 18
4.2 Екран с настройки . . . 25
4.2.1 Описание на потребителския интерфейс под формата на XML файлове . . . 28
4.2.2 Програмен код за управление на интерфейса . . . 36
4.3 Пресмятане на фонов режим . . . 38
4.4 Двигател на услугата . . . 54
4.5 Представяне на информацията върху локалното устройство . . . 86

5 Централизиран сървър **104**
5.1 Релационна база данни . . . 105
5.2 Алгоритмична обработка на суровите данни . . . 113
5.3 Сървър скриптове . . . 120
5.3.1 Зареждане на мрежа по идентификатор . . . 124
5.3.2 Зареждане на случайно избрана мрежа . . . 131
5.3.3 Зареждане на най-добрата жизненост от глобалната популация . . . 132
5.3.4 Зареждане на брой неврони по идентификатор . . . 135

5.3.5 Зареждане на тренировъчно множество по информация за валутна двойка 137
5.3.6 Зареждане на брой екземпляри по идентификатор или информация за валутна двойка 143
5.3.7 Зареждане на брой тренировъчни примери по информация за валутна двойка 149
5.3.8 Съхраняване на екземпляр изкуствена невронна мрежа 152
5.3.9 Съхраняване на екземпляр изкуствена невронна мрежа след дообучение 158
5.3.10 Съхраняване на тренировъчно множество 159

6 Комуникация клиент-сървър 166
6.1 Hypertext Transfer Protocol 166
6.2 JavaScript Object Notation 175

7 Обучение на мрежата 183
7.1 Обратно разпространение на грешката 183
7.2 Генетични алгоритми 188
7.2.1 Кодиране на хромозомите 194
7.2.2 Случайна равномерна мутация 203

Заключение 207

Библиография 208

Списък на фигурите 212

Азбучен указател 213

Предговор

Това учебно помагало е предназначено за ученици и студенти, които биха искали да се запознаят с възможностите за реализиране на изчисления в разпределена среда с използването на програмния език Java и мобилната платформа Android.

В съвременното ни ежедневие ние все по-често сме заобиколени от мобилни изчислителни устройства. Най-често това са мобилни телефони, таблети, часовници или други форми на wearables (миниатюрна електроника под формата на модни аксесоари или части от дрехи). До преди десетилетие този вид мобилни устройства бяха рядкост, а изчислителните им възможности бяха изключително ограничени. Тези два факта не позволяваха мобилните устройства да бъдат използвани за нещо повече освен основния принцип на употреба за който са създадени. С развитието на микроелектрониката и миниатюризацията на компонентите, съставящи мобилните устройства, техните възможности значително нараснаха за последното десетилетие. Това позволява върху този вид устройства да се извършват и допълнителни задачи, които не са били предвидени при първоначалното им проектиране. Паралелно с развитието на мобилните технологии бурен подем претърпяха и възможностите за мобилна комуникация като GSM, 3G, 4G, Wi-Fi, Bluetooth, NFC и други. Комбинацията между относително мощни мобилни изчислителни устройства и добре развита комуникационна среда открива безгранични възможности за приложение на мобилните устройства при извършването на допълнителни изчисления в разпределена среда.

В настоящето учебно помагало запознаваме читателите с интересните възможности, които предлагат съвременните Android мобилни устройства, за постигането на резултати в научни изчислителни задачи, разпределяйки изчисленията върху физически отдалечени едно от друго устройства. Изложението на материала е организирано в следните глави.

Глава 1 - Научни изчисления: Дава кратко описание на идеята за научни изследвания и по какъв начин те могат да се впишат в ежедневния живот и използването на „умни“ мобилни устройства.

Глава 2 - Евристики за прогнозиране: Представят се някои от популярните евристични подходи за решаване на сложни изчислителни задачи. Обяснява се и разликата между точните числени методи и приближените изчисления. По-сериозно внимание се отделя на генетичните алгоритми и изкуствените невронни мрежи, тъй като те са в основата на разработваната система.

Глава 3 - Софтуерна архитектура: Излагат се различни аргументи за изготвянето на една софтуерна архитектура и се дават насоки за реалната разработка на един софтуерен проект. Изборът за архитектура на системата е насочен към трислойните модели, както в контекста на системата клиент-сървър, така и в контекста на локално мобилно приложение, което се състои от потребителски интерфейс, работна логика и локална база данни.

Глава 4 - Android активен тапет: Детайлно се представя процесът по създаването на едно мобилно приложение, което има за основна задача извършване на изчисления във фонов режим чрез използване на възможностите, които операционната система Android дава. Това включва приложение за активен тапет, екран за настройки и група класове за вътрешно представяне на информацията.

Глава 5 - Централизиран сървър: Показва реализацията на отдалечената част от системата, а именно уеб базиран сървър с релационна база данни. За съхраняването на суровата информация за валутните котировки и параметрите на изкуствените невронни мрежи е представено MySQL базирано решение

под формата на релационна база данни. За обмен на информацията между отдалечената база данни и мобилните приложения е представено PHP базирано решение.

Глава 6 - Комуникация клиент-сървър: Набляга на комуникацията между отдалечения сървър и локалните клиенти, изпълнявани върху мобилни устройства. Тъй като от страната на сървъра е избрано уеб базирано решение, то в основата на комуникацията е заложен HTTP протоколът и неговите възможности да предава JSON пакетирани съобщения.

Глава 7 - Обучение на мрежата: Разглежда обучението на изкуствени невронни мрежи, което е свързано с намиране на такива оптимални стойности за теглата, че мрежата максимално добре да изпълнява задачата, за която е предназначена. При липсата на обратни връзки се използва обратно разпространение на грешката, а при наличието на обратни връзки генетични алгоритми.

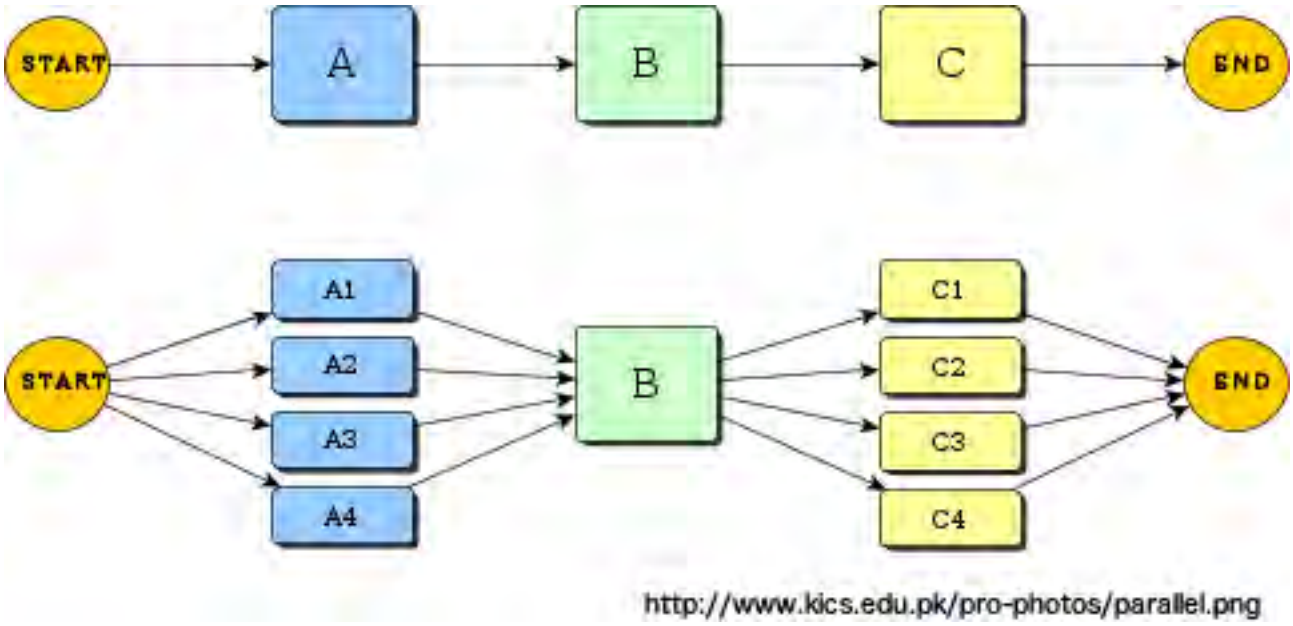
Глава 1

Научни изчисления

Още в зората на съвременната изчислителна техника най-съществените пресмятания са били с научна насоченост и военно дело. Този факт не се е променил значително за последните десетилетия. Дори в наши дни най-сериозните изчислителни ресурси са насочени в областта на науката. Това дава основание да обърнем значително внимание на начините, по които можем да изпълняваме научни изчисления дори и върху изчислителни устройства, чието основно предназначение не е с научна цел.

1.1 Последователно програмиране

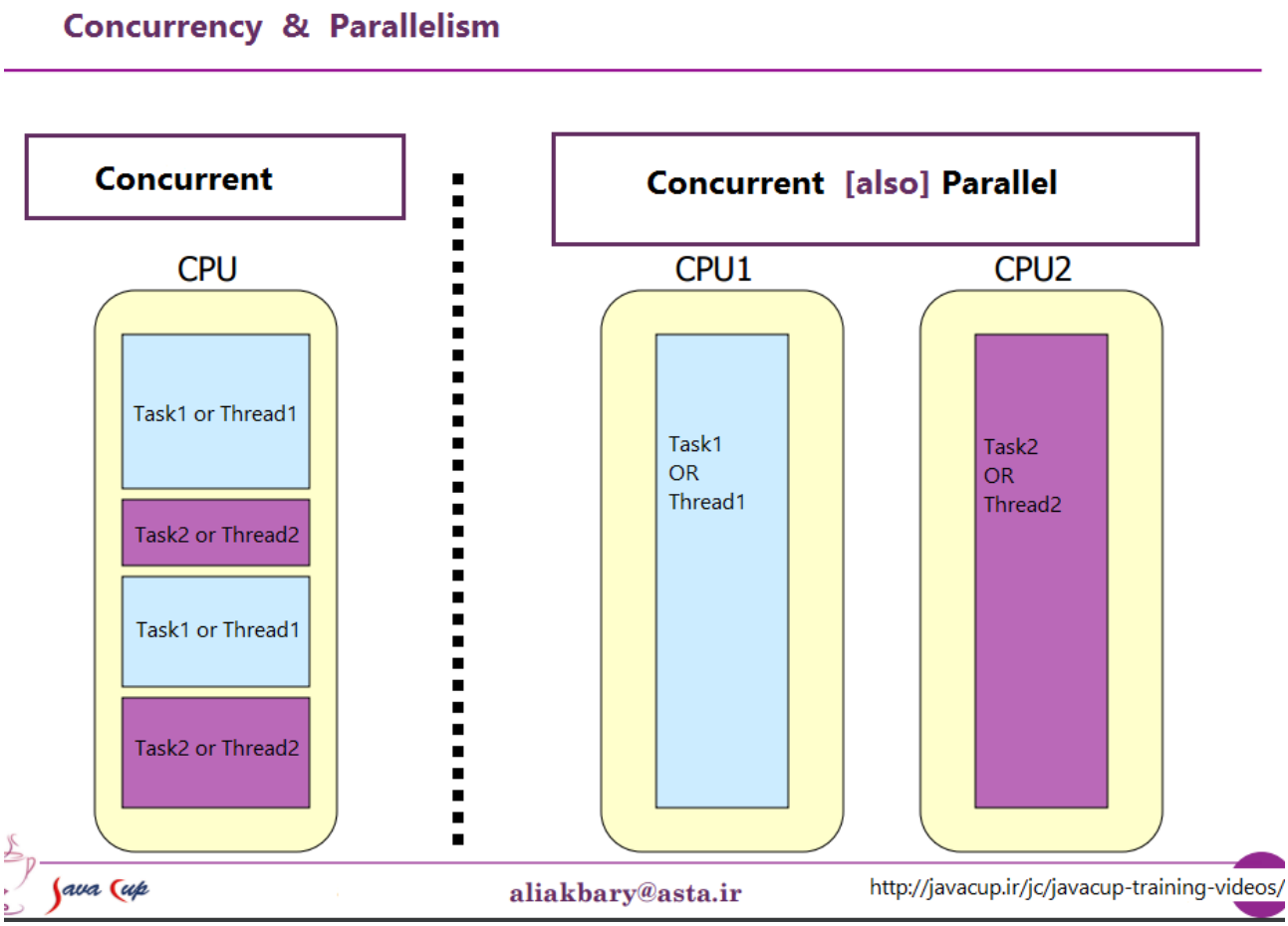
При последователното програмиране всяка изчислителна инструкция следва всички предходни. В зората на изчислителната техника пресмятанията са извършвани по този начин. Дори в наши дни значителна част от алгоритмите се изпълняват само последователно, тъй като входните данни за всяка инструкция зависят от изходните данни на предходните инструкции. Последователните алгоритми не подлежат на декомпозиране и поради тази причина са неприложими за паралелни пресмятания (Фиг. 1.1).



Фигура 1.1: Сравнение между последователни пресмятания и паралелни пресмятания

1.2 Паралелно програмиране

При паралелното програмиране основно се говори за две разновидности - конкурентни пресмятания и паралелни пресмятания. Конкурентните пресмятания са в среда, където група от задачи могат да се пресметнат едновременно без да има значение от реда на пресмятане. В същото време, паралелните пресмятания се отнасят за едновременно пресмятане на отделни задачи върху отделни процесори. В този контекст всички паралелни пресмятания са конкурентни пресмятания, но не и обратното (Фиг. 1.2).



Фигура 1.2: Сравнение между конкуретни пресмятания и паралелни пресмятания

1.3 Супер компютри и грид изчисления

Когато паралелните алгоритми се изпълняват на изчислителни машини с множество процесори и/или множество ядра на процесорите, този вид изчисления се определят като супер компютърни (supercomputing). Същественото при този вид пресмятания е, че се използва много бърза вътрешна шина (понякога оптична) и споделена оперативна памет. За разлика от супер компютрите, грид изчисленията се осъществяват на множество машини свързани в обща мрежа, но работещи автономно без да споделят обща памет. При грид системите отделните изчислителни машини могат да са териториално отдалечени една от друга. Съществено е да се отбележи, че и при супер компютрите собственикът на системата има пълен контрол над нея. Това може малко да се различава за грид системите, ако към грида са включени компютри под чужд контрол.

1.4 Изчисления в разпределена среда

Преходът от грид системите към системи за изчисления в разпределена среда се състои в това, че изчислителните машини в разпределената среда са абсолютно автономни. Тези машини не споделят общи ресурси като процесор или оперативна памет. Много характерно е в разпределената среда контролът над изчислителните машини да не е от страната на организиращия изчисленията. Това води до два основни проблема - ненадеждна (често и твърде бавна) комуникация, липса на гаранция за коректност на пресмятанията (манипулации от страна на притежаващия изчислителните ресурси). Също така, при грид системите често се наблюдава хомогенност на изчислителните ресурси по отношение на хардуерни конфигурации и операционна система, докато в разпределената среда изчислителните машини са основно хетерогенни, което може да води до големи разлики в хардуера и операционните системи.

1.5 Дарена изчислителна мощност

За решаването на някои по-мащабни научни проблеми изчислителната мощност и/или финансовите ресурси често са недостатъчни. В такива ситуации не малко научни институции прибягват до така наречените дарени изчислителни ресурси в разпределена среда. Един от най-изчерпателните списъци с проекти от този вид може да бъде открит в уеб сайта Distributed Computing Info [1]. Съществено е да се отбележи, че не всеки изчислителен проблем е подходящ за решаване в разпределена среда с дарена изчислителна мощ. На първо място проблемът трябва да подлежи на декомпозиране, така че отделни части от него да се пресмятат едновременно. Второто важно нещо е да не е от съществено значение в кой момент от времето и в какъв ред ще бъдат получени пресметнатите резултати. И третото съществено нещо е да е наличен механизъм за проверка на достоверността от пресмятанията, тъй като изчисленията се извършват на машини с различна хардуерна конфигурация и различни операционни системи, а освен това са възможни манипулации от страна на хората притежаващи тези машини. Най-известният проект за дарена изчислителна мощ е SETI@home [2] като неговата цел е да търси сигнали от космоса, които да са създадени от интелигентни форми на живот.

Когато изчисленията се извършват на мобилни устройства, то разпределената среда се превръща в мобилна среда за разпределени изчисления. В останалата част от това учебно помагало ще бъде представено точно изграждането на система за извършване на разпределени изчисления върху мобилни устройства.

Глава 2

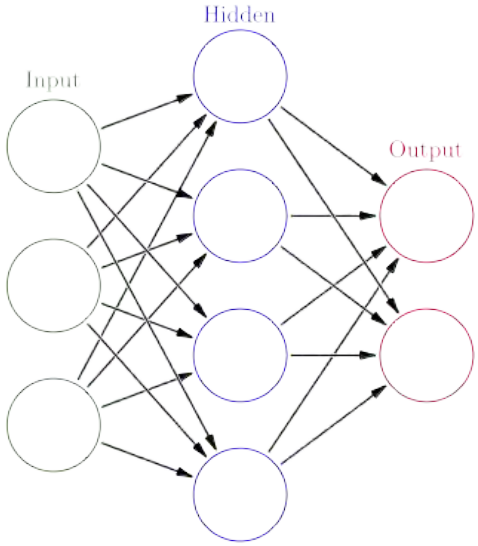
Евристики за прогнозиране

Евристичните алгоритми са подход за решаване на изчислителни проблеми, основаващи се на опита и интуицията. Този вид алгоритми не гарантират оптимално решение за поставената задача. Евристичните алгоритми намират широко приложение при задачи, които трудно се поддават на точни числени методи или аналитични решения. Макар и да не могат да предложат оптимално решение, евристичните алгоритми често водят до достатъчно приемливи в практиката, близки до оптималното решения. Благодарение на своята не детерминистична природа, евристичните алгоритми са изключително подходящи за реализация в супер компютърни изчисления. Две изключително популярни евристики са изкуствените невронни мрежи и генетичните алгоритми. Те са обект на особена популярност през последните две десетилетия и това дава основание да бъдат заложени в основното изложение на настоящото учебно помагало. Сами по себе си евристиките са безполезни, ако не бъдат приложени върху достатъчно сложна изчислителна задача. Точно такава сложност предлагат задачите за прогнозиране. Прогнозирането е залегнало в множество дейности от човешкото ежедневие като започнем от средните дневни температури и стигнем до потреблението на определени стоки и услуги. Под една или друга форма почти всяка човешка дейност бива остойностена в термините на финансовите ресурси. Този факт дава основание да бъдат разгледани точно прогнози за промяната в цените на различни финансови инструменти. Отчитането на промяната в цената на определени интервали (равни или неравни) води до представяне на информацията във времеви ред. При времевите редове по абсцисната ос се означава времето, а по ординатната ос стойността на измерваната величина (в конкретния случай цената).

2.1 Изкуствени невронни мрежи

Изкуствените невронни мрежи са се появили в следствие на опитите за изграждане на математически модел за биологичните нервни системи. Този вид системи се научават (прогресивно подобряват възможностите си) с изследването на примерни данни. Приложението им е основно при задачи, за които традиционните алгоритми не дават приемливи резултати. Най-широко приложение изкуствените невронни мрежи намират в задачи за класификация. Когато става въпрос за финансови времеви редове, са възможни две събития – повишаване на стойността или понижаване на стойността. Според информацията в отминалите периоди време, изкуствената невронна мрежа може да раздели данните в два основни класа – данни показващи промяна към повишение или данни показващи промяна към понижение.

Структурата на класическите изкуствени невронни мрежи се състои от възли, наречени изкуствени неврони и връзки, наречени тегла (Фиг. 2.1). Връзките между невроните служат за предаване на сигнал от един неврон към друг. Невроните които получават сигнали ги обработват по предварително заложено правило и след това могат на свой ред да ги разпространят към други неврони. В класическия случай невроните имат стойност (обикновено това е реално число). Връзките между невроните също са представени със стойност и според правилото за обучение точно тази стойност подлежи на промяна, така че мрежата да заучава необходимата информация. При най-използваните изкуствени невронни мрежи нев-



Фигура 2.1: Трислойна изкуствена невронна мрежа

роните са организирани в слоеве. Сигналите при този вид мрежи се разпространяват от входния слой към изходния слой, като преминават междинните слоеве. Това разпространение на сигналите се нарича пас в права посока и е характерно за режима на употреба. Освен режим на употреба изкуствените невронни мрежи работят и във втори режим, наречен режим на обучение. За последните няколко десетилетия са предложени множество начини за обучение на изкуствени невронни мрежи като най-значими резултати се получават при използването на алгоритъма за обратно разпространение на грешката. Обратното разпространение на грешката представлява точен числен метод от групата на градиентните методи, който разчита на грешката, която мрежата допуска при изпълнението на обучаващите примери. Тази допусната грешка се установява в изходния слой и след това се разпространява обратно по предходните слоеве, от където идва и названието на метода.

Според своята линейна природа, обратното разпространение на грешката трудно се поддава на реализация в термините на паралелното програмиране. Ако се погледне на теглата в една изкуствена невронна мрежа като на многомерно безкрайно пространство от реални числа, то намирането на стойности за теглата е математическа оптимизационна задача. Точните числени методи дават добри резултати при пространства с относително малка размерност, но срещат сериозни затруднения при по-големите размерности. Точно противоположно на точните числени методи, евристичните алгоритми предлагат приемливи решения в разумно време. Предимство е не само ефективността, но и значително по-големите възможности евристичните алгоритми да се реализират в термините на паралелното програмиране.

Класическите неврони реализират трансферна функция и активационна функция. Най-често използваната трансферна функция е линейната, която представлява сума от умножение на входните сигнали по теглата, които ги доставят. Най-често използваните активационни функции са сигмоидната функция (2.1) и хиперболичният тангенс (2.2).

$$z_j = \frac{1}{1 + e^{-y_j}} \tag{2.1}$$

$$z_j = \frac{e^{2y_j} - 1}{e^{2y_j} + 1} \tag{2.2}$$

Активационната функция има основна роля за нормиране на изходния сигнал. Тази нормализация е необходима тъй като за трансферната функция при различните неврони постъпват различен брой сигнали и без нормализация това би направило изходните сигнали несъизмерими. При градиентните точни числени

методи има изискване активационната функция да бъде диференцируема, нещо което не е необходимо при евристичните алгоритми.

$$y_j = \sum_{i=1} x_i * w_{ij} \tag{2.3}$$

Често използваната линейна трансферна функция (2.3) има нужда от използване на допълнително събираемо наречено „отместване“ (bias). От формална гледна точка, отместването може да се интерпретира като тегло свързващо неврона с друг неврон, който емитира единичен сигнал. В практиката за всеки слой е прието да се отделя неврон емитиращ единичен сигнал. Само в изходния слой е безсмислено такъв неврон да има, тъй като той не получава входни сигнали, а емитирането на постоянна единица в изхода не носи смислена информация за функционирането на мрежата.

От математическа гледна точка класическите невронни мрежи могат да се представят с вектор (стойностите на невроните) и матрица (стойностите на теглата между невроните). Разпространението на сигналите от входа към изхода в този случай би бил умножение на вектор с число. В настоящото учебно помагало на класическа трислойна мрежа ще се подават мащабираните стойности от изминалите времеви периоди, а на изхода ще се очаква прогнозна стойност за бъдещи времеви интервали. Тази концепция е малко по-сложна от идеята за проста квалификация от вида повишение/понижение, но е значително по-информативна, защото се очаква да дава представа за един по-дълъг времеви интервал в бъдещето. След успешно прогнозиране в коя посока ще се промени цената от съществено значение става и въпросът колко дълго ще продължи този спад/повишение.

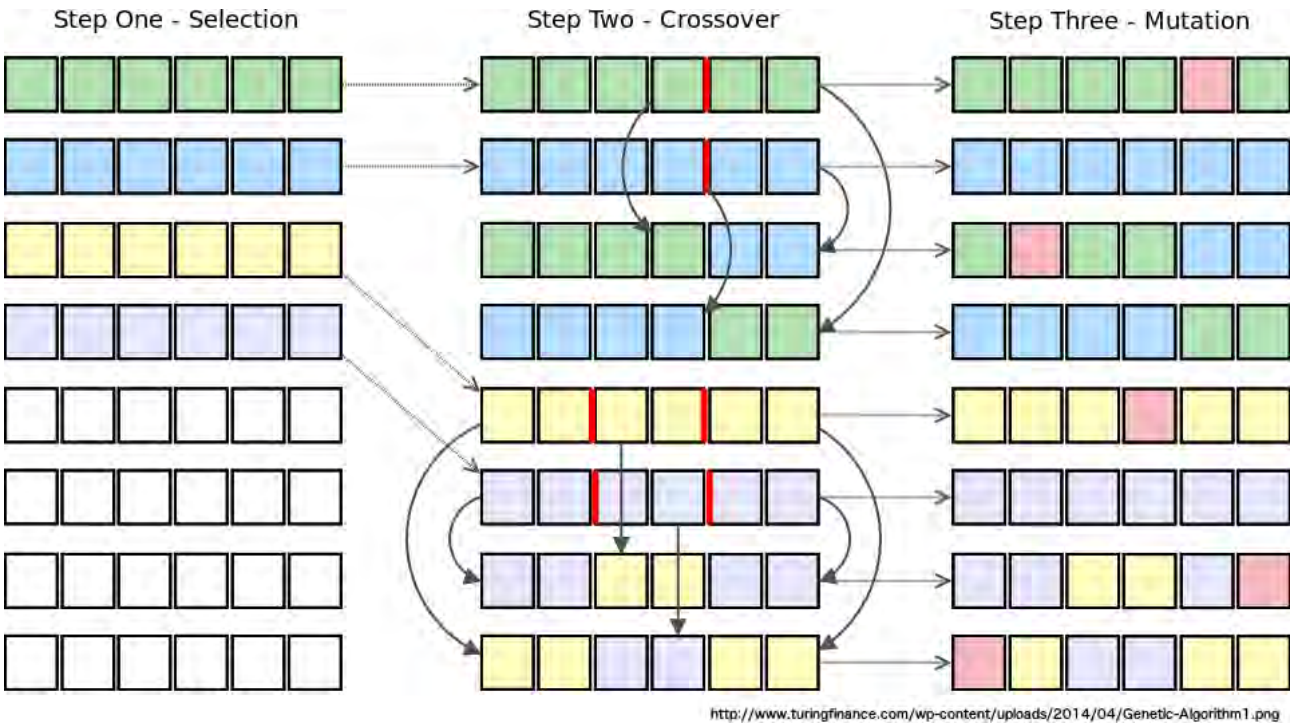
2.2 Генетични алгоритми

Генетичните алгоритми са глобална оптимизационна евристика вдъхновена от идеите за биологичната еволюция. Генетичните алгоритми са подмножество на класовете популационни алгоритми и еволюционни алгоритми. Основното си приложение генетичните алгоритми намират при задачи с голямо по размерност пространство на решенията. Често при такива задачи класическите точни числени методи не могат да предложат решение в приемливо време. За да се приложи генетичен алгоритъм, решението на съответната задача трябва да се представи под формата на хромозома (индивид) в обща популация от решения. След това, чрез прилагане на основните операции по селекция, кръстосване и мутация (Фиг. 2.2), отделните индивиди (решения) следва да бъдат подобрявани.

При класическия процес оптимизацията започва от случайно генерирани индивиди. Това не е задължително, особено когато става въпрос за хибридни реализации, в които генетичният алгоритъм е поддържаща оптимизация. При такива ситуации началната популация може да бъде получена в резултат на друга оптимизация или в резултат на човешка подредба. След началната фаза оптимизацията протича итеративно и приключва според предварително определени критерии за край. Най-често се използва предварително дефиниран брой поколения или брой поколения, които не водят до подобрение в намерените решения, но също така е възможно да се дефинира и интервал астрономическо време.

От основна важност за успешната работа с генетичните алгоритми е определянето на целева функция (жизнена функция на индивида), която еднозначно да определя качеството на полученото решение. На база различната жизненост която индивидите в популацията притежават, се взема стохастично решение кои индивиди да участват в създаването на бъдещото поколение и кои не. В множество реализации на генетични алгоритми се прилага правило на елита, така че най-доброто открито решение да достигне края на оптимизационния процес. В същото време правилото на елита крие риск от израждане на популацията, така че всичките решения в нея да клонят към съхранения елит.

Фактът, че генетичните алгоритми са организирани на принципа на популацията от индивиди, ясно подсказва идеалната възможност оптимизационният процес да се организира не в една глобална популация, а в множество различни локални популации, които да съществуват на различни изчислителни машини. Това от своя страна би дало възможност за реализиране на миграционни процеси, точно както



Фигура 2.2: Трите основни операции в генетичните алгоритми

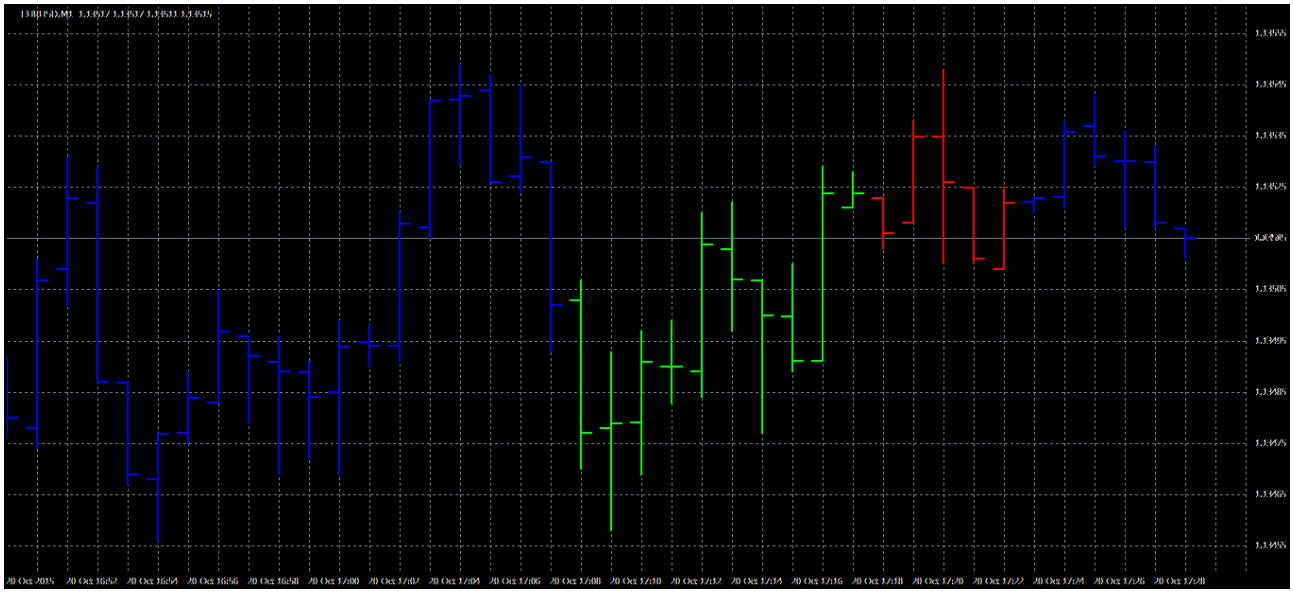
това се наблюдава при естествените биологични видове.

2.3 Финансови времеви редове

Времевите редове са серия от замервания извършени в последователен ред във времето. Практически се получава последователност от дискретни стойности. Времевите редове могат да са съставени от стойности на равни интервали или стойности на произволни интервали. Често в практиката се случва да има липсващи замервания, което води до определени усложнения при анализирането. При финансовите времеви редове основно се използват равни интервали на отчитане и рядко има липсващи стойности при отчитането. Всяко едно отчитане при финансовите времеви редове се отличава с група стойности, характеризиращи времевия интервал за който се отнася, а именно – начална стойност за интервала, най-висока постигната стойност за интервала, най-ниска стойност постигната за интервала и крайна стройност за интервала.

На Фиг. 2.3 тази информация се обозначава с вертикални черти, като долният край на вертикалната черта символизира най-ниското ниво, горният край най-високото ниво, а двете странични чертички маркират нивото на отваряне (отляво) и нивото на затваряне (от дясно). Анализирането на времевите редове може да предостави съществена информация за лицата вземащи решения. Когато става въпрос за времеви редове във финансовата област основна цел на анализа е предлагането на прогноза. Една от най-често използваните форми на анализ е напасването на крива (curve fitting). От математическа гледна точка задачата представлява построяване на крива която да премине максимално близо до предварително определени точки. От математиката е добре известно, че през краен брой точки могат да се построят безкрайно на брой преминаващи криви. За да има смисъл от напасването кривата трябва да притежава определени свойства като изглаждане, добра интерполация и екстраполация.

Условното разделяне на финансовия времеви ред на две половини (минало и бъдеще) дава изключително добра възможност за представяне на задачата по прогнозиране в термините на изкуствените



Фигура 2.3: Отношението евро/долар в рамките на един час

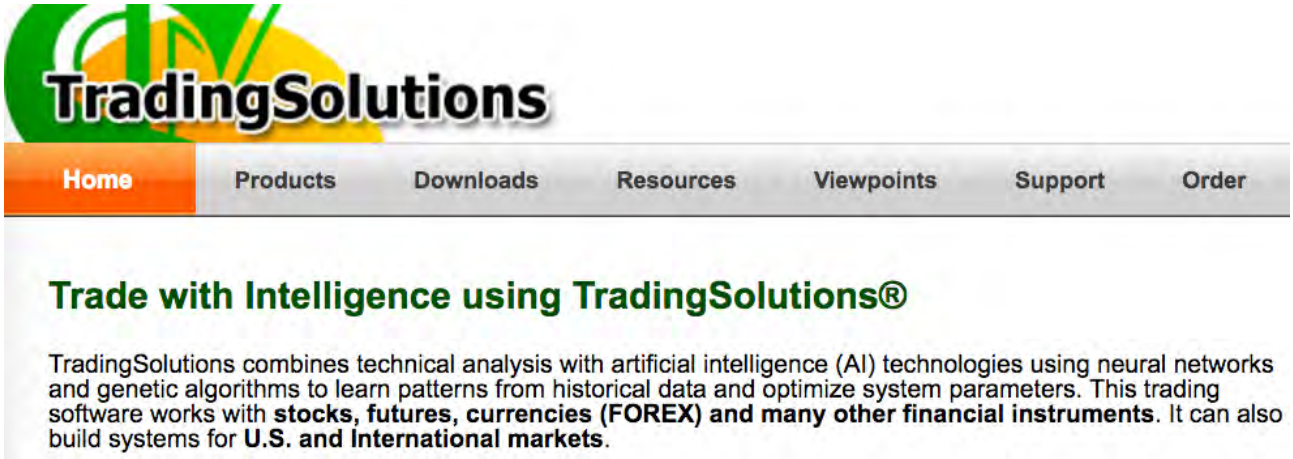
невронни мрежи. Мащабираната информация от миналия период (зелено на графиката) се подава към входния слой на изкуствената невронна мрежа, а прогнозата се получава в изходния слой на изкуствената невронна мрежа и се подлага на обратно мащабиране (червеното на графиката). Така декомпозиран времевият ред се използва при фазата за обучение на изкуствената невронна мрежа. За работната фаза на мрежата за прогноза на изкуствената невронна мрежа се подават последните измерени стойности, без да има яснота какви са бъдещите измервания.

2.4 Прогнозиране в разпределена среда

Гъвкавите възможности на изкуствените невронни мрежи да изграждат функционална зависимост между входни и изходни данни ги прави идеален кандидат за прогнозираща система. Ако се приеме, че измерените стойности във времевия ред са точки в двуизмерно пространство, то задачата за прогнозиране може да се представи като задача за прекарване на крива през N точки (curve fitting). Ако образно се оприличи изкуствената невронна мрежа на полином, то теглата ѝ биха представлявали коефициенти в полинома. Стойностите които изкуствената невронна мрежа генерира на изхода си за бъдещи моменти от времето, са своеобразна екстраполация според апроксимираната крива. Тъй като класическите многослойни невронни мрежи работят с входни сигнали между 0.0 и 1.0 или -1.0 и +1.0, то информацията от времевия ред трябва да бъде мащабирана в съответния работен интервал на мрежата. Стойностите на времевия ред условно се разделят на минали (зелените Фиг. 2.3) и бъдещи (червените Фиг. 2.3). Изходната (прогнозна) информация на изкуствената невронна мрежа след това се мащабира обратно към оригиналните интервали на времевия ред.

От чисто практическа гледна точка, използването на изкуствени невронни мрежи и генетични алгоритми се е доказало като удачен подхода за прогнозиране на финансови инструменти, което ясно се вижда в продуктовата линия на TradingSolutions (Фиг. 2.4). Почти петнадесет години продуктовата линия на TradingSolutions доставяше системи за подпомагане вземането на решения. По настоящем, тази продуктова линия е придобита от компанията nDimensional, Inc.

Възможността да се прогнозират цените на финансови инструменти винаги е привличала не само индустрията, но и научните среди. Едно от най-забележителните постижения в тази насока е проектът MoneyBee (Фиг. 2.5). Макар и вече да не съществува, този проект предлагаше възможност за изчисляване



Фигура 2.4: Продуктовата линия TradingSolutions използваща изкуствени невронни мрежи и генетични алгоритми за прогнозиране на Forex финансови инструменти

на прогнози с помощта на дарена изчислителна мощност в разпределена среда [3]. Същинските прогнози се пресмятаха, с помощта на изкуствени невронни мрежи, върху изчислителните машини на потребителите в периоди когато натоварването на машините е ниско и се активира програмата за защита на монитора (screensaver). Преди масовото навлизане на мобилните устройства честа практика при проектите за дарена изчислителна мощност с цел пресмятане в разпределена среда, основен подход бе извършване на пресмятанията в специално създадена за целта програма за предпазване на монитора. След навлизането на катодно лъчевите тръби при настолните компютри се появява ефект от увреждане на монитора, ако върху него продължително се визуализира статична картина. Решаването на този проблем се оказва най-удачно с помощта на операционната система, която да установи период в който потребителят не използва изчислителната машина и да активира софтуерна програма за предпазване на монитора. Развитието на мониторите с течни кристали постепенно изведе от употреба мониторите с катодно-лъчеви тръби и използването на програми за предпазване на монитора изгуби своето първоначално предназначение. Въпреки това този вид софтуерни решения останаха в употреба и основно служат за повишаване на информационната сигурност, като не само дават естетическа визуализация, но и привеждат работната сесия на потребителя в заключено състояние, което възпрепятства използването на компютърната система от неоторизирани потребители. Наличието на изчислителни ресурси, които са неефективно използвани, дава основание на множество учени да разработят системи за отдалечено пресмятане в разпределена среда точно под формата на програми за предпазване на монитора, които да се възползват от дарените потребителски изчислителни ресурси.

2.5 Фонови пресмятания върху мобилни устройства

Съществува концептуална разлика в начина, по който потребителите използват настолните си компютри и мобилните устройства. На първо място, настолният компютър бива пускан и спиран според нуждите на потребителя, докато най-често мобилните устройства са в непрекъснат режим на употреба. Това води до основната разлика, че мобилните устройства не изпадат в режим на занижена употреба, но също така имат режими за употреба при изключителна важност (примерно телефонно обаждане с висок приоритет). Втората фундаментална разлика се състои във факта, че основен похват за пестене на електрическа енергия, доставяна предимно от батерии при мобилните устройства, е динамичното изгасване на екрана. Тази стратегия за пестене на енергия кардинално отменя концепцията за програма, предпазваща монитора. За да се реализира ефективно система за разпределени пресмятания върху мобилни устройства, е много по-удачно да се използва технологията за активен тапет, отколкото да се залага на идеята за програма, предпазваща монитора. Точно тази идея е развита в настоящото учебно помагало.

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/88/Moneyb2.gif

Фигура 2.5: Системата MoneyBee за финансово прогнозиране в разпределена среда

Глава 3

Софтуерна архитектура

Разработката на софтуер е в областта на инженерните науки, тъй като продуктът се създава по принципите за изграждане на конструкции (в случая софтуерни). При стартирането на нов софтуерен проект трябва да се вземат редица решения според заданието на потребителя. Цел на настоящото помагало е софтуерно решение, което извършва изчисления от страната на клиентски мобилни устройства. Задачите за пресмятане се възлагат от сървър и получените пресметнати резултати се получават обратно на същата машина. От страната на клиента се получават стойности за цена на валути под формата на времеви ред. Сървърът изпраща на клиента също информацията за топология на изкуствена невронна мрежа. Клиентът, от своя страна, използва котировките на валутите и информацията, за изкуствената невронна мрежа за да извършва пресмятанията, необходими за обучението на изкуствената невронна мрежа. Процесът по обучението на изкуствената невронна мрежа се извършва с помощта на генетични алгоритми, които имат за цел търсене на възможно по-близки до оптималните стойности за теглата на мрежата. Клиентското приложение също поема отговорностите за онагледяване на процеса по обучение и представяне на постигнатите прогнози. Така представенаq системата съвсем естествено води към избора на софтуерна архитектура „клиент-сървър“.

3.1 Избор на развойни средства

В съвременната софтуерна индустрия има голям избор от развойни средства за различните нужди на софтуерните разработчици. Една част от развойните средства са комерсиални, докато друга част са инструменти с отворен код. В настоящото помагало, акцентът основно пада върху развойни средства с отворен код, тъй като минимизирането на разходите за производство е основен стремеж с цел постигане на икономическа ефективност. Изборът на развойни инструменти е задача от областта на многокритериалния анализ и основно се характеризира с наличието на множество критерии, които често са противоречиви.

3.1.1 От страна на сървъра

За уеб базирани сървър решения най-популярни са технологиите JSP, ASP, PHP и Node.js. Тъй като ASP е комерсиална технология на фирмата Microsoft тя не представлява интерес за настоящото помагало. JSP е технология на фирмата Oracle която е с отворен код и дава възможност за изграждане на стабилни корпоративни решения. Недостатък на JSP е нуждата от по-сериозни софтуерни и хардуерни ресурси по отношение на хостинга. Node.js е технология, която набира все по-голяма популярност, но все още не е достигнала достатъчно ниво на „зрялост“ като същевременно също изисква повече софтуерни и хардуерни ресурси от страна на хостинга. По отношение на PHP, технологията е с тясно предназначение и има едно от най-високите нива на „зрялост“. В същото време, разходите за хостинг при PHP са едни от най-ниските, което прави изборът на тази технология изключително икономически ефективен. Задачата на

уеб базираната сървър технология е да служи като посредник между мрежата и системата за управление на бази от данните. От страна на сървъра най-рационално е данните да се съхраняват в релационна база данни. Съществуват множество решения, които да бъдат приложени в тази част на системата като най-популярните са: Oracle, MS SQL Server, PostgreSQL и MySQL. Oracle намира своето приложение в корпоративния сегмент и е свързан със значителни финансови разходи, което го прави неприемлив за настоящото помагало. MS SQL Server е алтернативна система на Oracle в корпоративния сегмент и също е свързана със значителни финансови разходи. PostgreSQL е система с отворен код, която е съизмерима с технологичните възможности на Oracle и е потенциално добър кандидат за ниско бюджетни разработки. В настоящото помагало PostgreSQL е избегнат поради своята ненужна сложност, при едно относително просто софтуерно решение. Изборът пада върху MySQL, тъй като системата е максимално опростена добре наложена сред потребителите и се поддържа от фирмата Oracle. Освен всичко изброено, MySQL има добра поддръжка при хостинг доставчиците и е икономически най-ефективният избор.

3.1.2 От страна на клиента

При „умните“ мобилни устройства най-разпространените операционни системи са Android, iOS и Windows Phone. По настоящем фирмата Microsoft преустанови развитието на своята операционна система Windows Phone, което моментално води до отхвърлянето й за настоящото разглеждане. Инвестицията за разработка на приложения под iOS на фирмата Apple води до отпадането на тази платформа за нуждите на настоящото помагало. Към разходите за разработка може да се добави и фактът, че програмирането за iOS се извършва на два езика Objective-C и Swift, които имат относително малка популярност в Източна Европа. Най-много „умни“ мобилни устройства в световен мащаб се използват с операционната система Android. Android е с отворен код, поддържа се основно от компанията Google и позволява разработка със значително по-ниски финансови разходи, спрямо конкурентите си. Приложенията за Android основно се разработват на езика Java, който по настоящем е един от най-широко използваните програмни езици и се характеризира с много висока степен на „зрялост“.

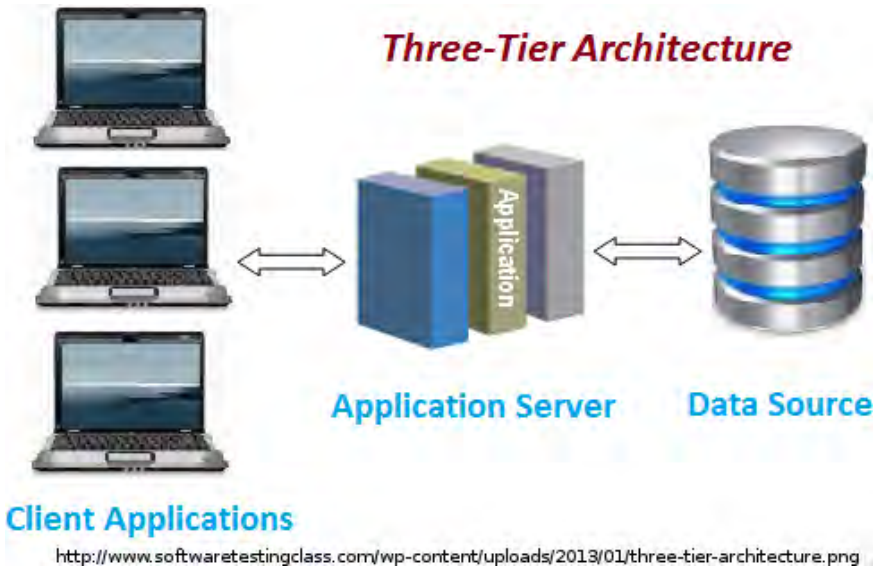
3.1.3 За комуникация между сървъра и клиента

Съществуват множество възможности за изграждането на комуникацията между сървъра и клиента. В най-суров вид информацията може да се предава като серия байтове (plane text), което води до множество затруднения при получаването и последващата й обработка. Широко използвана алтернатива е тагиращият език XML. При този вариант информацията бива „пакетирана“ в серия от тагове, които дават определена структура и семантика. Основният замисъл при проектирането на XML е бил създаването на структурирани документи както от хора, така и от машини. Поради тази причина XML има една по-голяма експресивност в сравнение с неговата алтернатива JSON. JSON е максимално опростен тагиращ език за структурирано представяне на информацията, който води своето начало от обектите в програмния език JavaScript. За разлика от XML, JSON има основно предназначение за обмяна на структурирана информация между машини, а не толкова между хора и машини. Поради всичко изброено, в настоящото помагало изборът пада върху JSON като основа за изграждането на комуникационния протокол между сървъра и неговите клиенти. Тъй като от страната на сървъра се предвижда уеб базирано решение, то JSON базираният протокол ще протича в комуникационни сесии на HTTP протокола. В зората на уеб страниците е разработен протоколът HTTP, стъпващ на TCP/IP, за ефективно предаване на информация между уеб сървърите и уеб браузърите. HTTP протоколът е добре наложен и с добра поддръжка в световен мащаб. Една важна негова характеристика е, че при този протокол комуникацията е разделена на заявки и отговори без да се поддържа постоянна комуникационна линия.

3.2 Компоненти на системата

След направения кратък обзор на технологии и развойни средства изборът е за създаването на „клиент-сървър“ система. От страна на сървъра се разполагат модули за съхранение на данните (MySQL система

за управление на бази от данни) и за комуникация (PHP уеб скриптове). Уеб сървърът комуникира с клиентите на база JSON/HTTP комуникационен протокол. Android мобилни устройства правят уеб заявки, извършват изчисленията и връщат резултата до сървъра. Тъй като се разчита на дарена изчислителна мощност, е нужно да се избере подходящ начин за използване на мобилното устройство без това да нарушава основните му функции и без да пречи на потребителите. Със своята технология Active Wallpaper, Android предлага идеална възможност за целите на настоящото помагало. Активният тапет представлява изображение, което се изрисува зад всички основни графични компоненти от графичния потребителски интерфейс на Android. По-същественото е, че активният тапет е Java приложение, което работи в постоянен фонов режим и може да изпълнява определени кратки задачи, когато устройството не е високо натоварено.

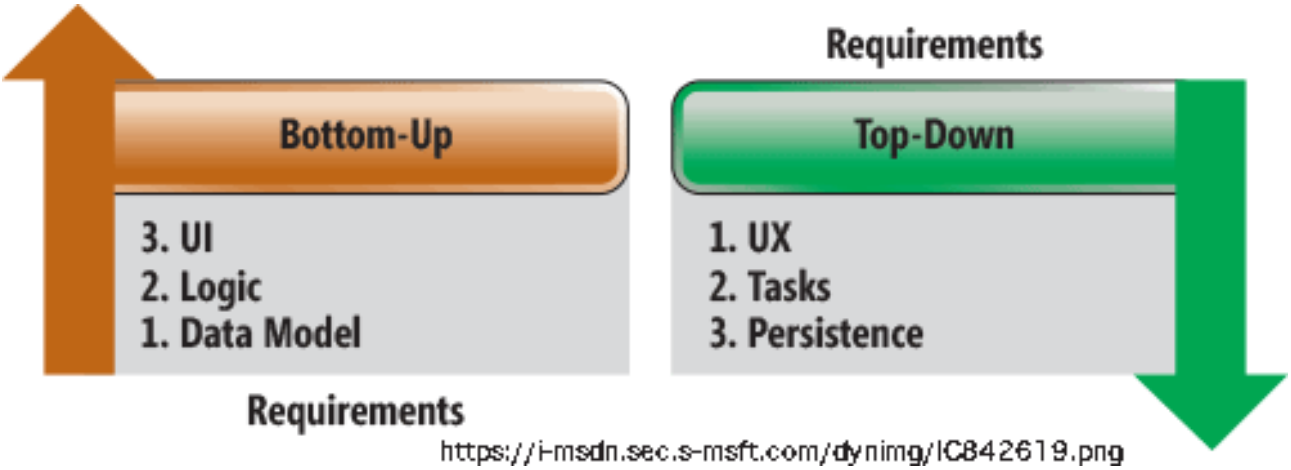


Фигура 3.1: Уеб базирана трислойна софтуерна архитектура

При реализацията на настоящата система за изчисления в разпределена среда, изборът пада върху класическа трислойна софтуерна архитектура. Същият подход за три слоя се прилага и при реализацията на мобилното приложение, където SQLite локално съхранява данните над които се работи, Java обектно-ориентиран код извършва изчисленията, а Android базиран графичен потребителски интерфейс поема отговорността за визуализацията на процеса пред потребителя.

3.2.1 Подход за разработка

Ако приемем, че визуализацията е най-горният слой, а базата данни най-долният слой на една трислойна софтуерна архитектура, то има два основни подхода за изработване на софтуерната система (Фиг. 3.2). При първия подход първоначално се разработва визуалния интерфейс, след това слоя на работната логика и накрая базата данни. Този подход се нарича „top-down“ и е полезен, когато се анализира софтуерно задание, при което вече има в употреба множество хартиени документи (първоизточници на работните екрани. Този подход също е удобен при проекти с малък размер, където базата данни е относително опростена. Вторият много популярен подход е когато се започне с проектирането на базата данни, след това работната логика, която обработва данните и едва накрая екраните, визуализиращи информацията. Този подход се нарича „bottom-up“ и е най-подходящ, когато се разработва сложно софтуерно решение, което се очаква да работи с големи обеми данни и множество различни структури на информацията. Акцентът в настоящото помагало е върху изчисленията които мобилните устройства извършват, а не толкова към създаването на голям масив от данни. Поради тази причина изборът в случая пада върху подхода „top-down“.



Фигура 3.2: Подходи за софтуерна разработка

3.3 Лиценз и хранилище за проекта

При съвременните софтуерни проекти с отворен код са от значение две неща – юридическият лиценз под който съществува проектът и публичното хранилище, в което е разположен програмният текст.

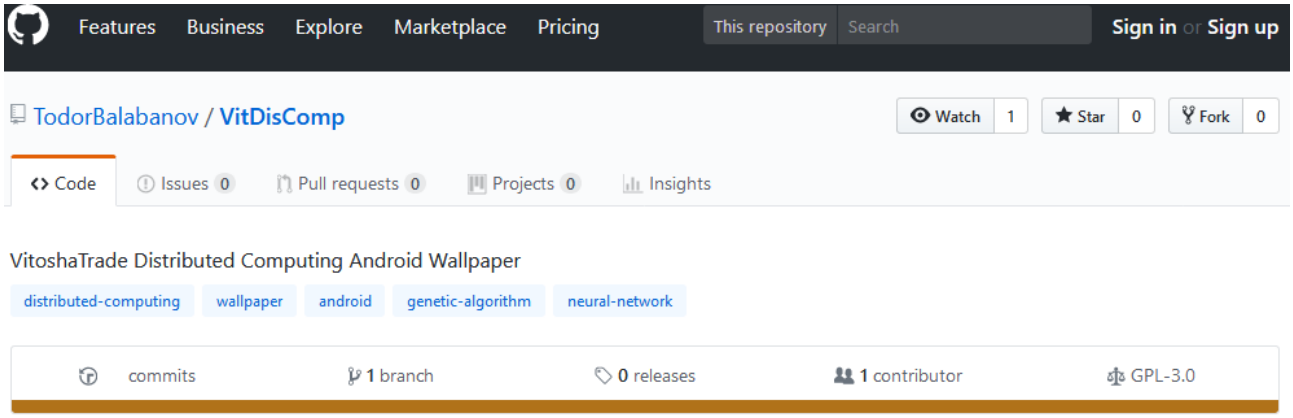
3.3.1 Лиценз

От съществено значение е изборът на правилен софтуерен лиценз, когато се разработва софтуерен проект предвиден да бъде публично достъпен. Съществуват множество възможности като някои от най-популярните са - BSD License, MIT license, Mozilla Public License и GNU General Public License. За нуждите на настоящото помагало е предпочетен GNU General Public License v3, защото този лиценз е най-предпазващ за създателя на софтуерния продукт. В най-общи линии GPL3 позволява - комерсиална употреба, модификации, разпространение, включване в патенти и употреба за лични нужди. Лицензът съпровожда изключително ограничена отговорност за създателите на продукта и абсолютно никаква гаранция за употребата му от страна на потребителите. Лицензът също налага и серия ограничения – задължително включване на текст за авторските права на създателите, списък на извършените промени, не позволява закриване на кода и задължава всяко надграждане на продукта да бъде под същия лиценз. Със своята протекционистка природа GPL е един от лицензите дал най-силен тласък в развитието на продукти с отворен код, което е достатъчна причина да бъде избран за разработки без ясно изразена комерсиална насоченост.

3.3.2 Хранилище за програмен код

Прието е всеки проект да има название, което особено важи в света на софтуера с отворен код. За настоящото помагало е избрано името VitDisComp. Това название е избрано, тъй като разработката ще се възползва от наличното сървър решение в проекта VIToshatrade [4] и по своята същност проектът е DIStributed COMPuting решение.

Съществуват различни възможности за публикуване на програмния код, но една от най-популярните алтернативи е облачната услуга GitHub. Услугата GitHub (Фиг. 3.3) е базирана на системата за контрол на версиите Git и дава една от най-широките възможности за популяризиране на програмен код с отворен лиценз.



Фигура 3.3: Публикуване на проект в GitHub

Глава 4

Android активен тапет

Технологията Android Live Wallpaper предоставя анимирани възможности за визуално представяне под формата на виртуален тапет. По своята същина този вид приложения не се различават драстично от останалите Android приложения и дори могат да изпълняват почти всички техни възможности. Тъй като виртуалният тапет е постоянно активен той е идеален кандидат за реализацията на пресмятания във фонов режим. За създаването на активен тапет са необходими следните компоненти: 1. XML файл който описва компонентите на тапета; 2. Фонов модул (Android Service); 3. Подходящи флагове за достъп до ресурсите на устройството.

4.1 Манифест файл на мобилното приложение

При създаването на приложения за операционната система Android е възприет подходът компонентите на мобилното приложение да бъдат описани в манифест файл (AndroidManifest.xml) с използването на XML синтаксис.

```
manifest
<manifest package="eu.veldsoft.vitdiscomp"

    xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android">

    <uses-feature
        android:name="android.software.live_wallpaper"
        android:required="true"></uses-feature>

    <application
        android:allowBackup="true"
        android:icon="@mipmap/ic_launcher"
        android:label="VitDisComp"
        android:roundIcon="@mipmap/ic_launcher_round"
        android:supportsRtl="true"
        android:theme="@style/AppTheme">

        <service
            android:name=".VitoshaTradeWallpaperService"
            android:enabled="true"
            android:label="Vitosha Trade Wallpaper"
            android:permission="android.permission.BIND_WALLPAPER">
            <intent-filter>
                <action android:name="android.service.wallpaper.WallpaperService">
            </intent-filter>

            <meta-data
                android:name="android.service.wallpaper"
                android:resource="@xml/vitosha_trade_wallpaper"></meta-data>
```

Фигура 4.1: Определяне на приложението като активен тапет

За да се определи приложението като приложение от тип активен тапет, е необходимо това изрично да се маркира в манифест файла (Фиг. 4.1). Най-съществената полза от тази дефиниция е, че тя предотвратява възможността приложението да бъде инсталирано на устройства, които не поддържат възможностите за визуално представяне на активен тапет.

```
manifest application
        android:allowBackup="true"
        android:icon="@mipmap/ic_launcher"
        android:label="VitDisComp"
        android:roundIcon="@mipmap/ic_launcher_round"
        android:supportsRtl="true"
        android:theme="@style/AppTheme">

        <service
            android:name=".VitoshaTradeWallpaperService"
            android:enabled="true"
            android:label="Vitosha Trade Wallpaper"
            android:permission="android.permission.BIND_WALLPAPER">
            <intent-filter>
                <action android:name="android.service.wallpaper.WallpaperService">
            </intent-filter>

            <meta-data
                android:name="android.service.wallpaper"
                android:resource="@xml/vitosha_trade_wallpaper"></meta-data>
        </service>

        <activity
            android:name=".OptionsActivity"
            android:label="Vitosha Trade Wallpaper"
            android:launchMode="singleInstance"
            android:noHistory="true">
            <intent-filter>
                <action android:name="android.intent.action.MAIN" />
                <category android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />
```

Фигура 4.2: Модул от тип “услуга”

Когато в Android се използват много продължителни пресмятания, които не са удачни за извършване, в нишка е прието тези изчисления да се изнасят в модули без графичен потребителски интерфейс, наречени „услуги“ (Service). Работата на активния тапет се извършва точно в такъв модул и поради тази причина в проекта е добавен един (Фиг. 4.2).

```
manifest  application  service
        android:icon="@mipmap/ic_launcher"
        android:label="VitDisComp"
        android:roundIcon="@mipmap/ic_launcher_round"
        android:supportsRtl="true"
        android:theme="@style/AppTheme">

        <service
            android:name=".VitoshaTradeWallpaperService"
            android:enabled="true"
            android:label="Vitosha Trade Wallpaper"
            android:permission="android.permission.BIND_WALLPAPER">
            <intent-filter>
                <action android:name="android.service.wallpaper.WallpaperService">
            </intent-filter>

            <meta-data
                android:name="android.service.wallpaper"
                android:resource="@xml/vitosha_trade_wallpaper"></meta-data>
        </service>

        <activity
            android:name=".OptionsActivity"
            android:label="Vitosha Trade Wallpaper"
            android:launchMode="singleInstance"
            android:noHistory="true">
            <intent-filter>
                <action android:name="android.intent.action.MAIN" />
                <category android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />
```

Фигура 4.3: Флагове за достъп до ресурса активен тапет

Моделът за сигурност изисква за всяко по-особено действие да се получи изричното съгласие на потребителя. В случая с активния тапет е необходимо добавянето на android.permission.BIND_WALLPAPER разрешение (Фиг. 4.3).

```
manifest application service
roid:allowBackup="true"
roid:icon="@mipmap/ic_launcher"
roid:label="VitDisComp"
roid:roundIcon="@mipmap/ic_launcher_round"
roid:supportsRtl="true"
roid:theme="@style/AppTheme">

rvice
 android:name=".VitoshaTradeWallpaperService"
 android:enabled="true"
 android:label="Vitosha Trade Wallpaper"
 android:permission="android.permission.BIND_WALLPAPER">
 <intent-filter>
     <action android:name="android.service.wallpaper.WallpaperService"></action>
 </intent-filter>

 <meta-data
     android:name="android.service.wallpaper"
     android:resource="@xml/vitosha_trade_wallpaper"></meta-data>
ervice>

tivity
 android:name=".OptionsActivity"
 android:label="Vitosha Trade Wallpaper"
 android:launchMode="singleInstance"
 android:noHistory="true">
 <intent-filter>
     <action android:name="android.intent.action.MAIN" />
     <category android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />
```

Фигура 4.4: Регистрация на услугата за прослушване на съобщения от операционната система.

Освен нуждата от разрешения за ползване на ресурсите за активен тапет, е нужно услугата да се абонира за прослушване на съобщения от операционната система (Фиг. 4.4).

```
manifest application service
11          android:icon="@mipmap/ic_launcher"
12          android:label="VitDisComp"
13          android:roundIcon="@mipmap/ic_launcher_round"
14          android:supportsRtl="true"
15          android:theme="@style/AppTheme">
16
17          <service
18              android:name=".VitoshaTradeWallpaperService"
19              android:enabled="true"
20              android:label="Vitosha Trade Wallpaper"
21              android:permission="android.permission.BIND_WALLPAPER">
22              <intent-filter>
23                  <action android:name="android.service.wallpaper.WallpaperService">
24              </intent-filter>
25
26              <meta-data
27                  android:name="android.service.wallpaper"
28                  android:resource="@xml/vitosha_trade_wallpaper"></meta-data>
29          </service>
30
31          <activity
32              android:name=".OptionsActivity"
33              android:label="Vitosha Trade Wallpaper"
34              android:launchMode="singleInstance"
35              android:noHistory="true">
36              <intent-filter>
37                  <action android:name="android.intent.action.MAIN" />
38                  <category android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />
39
```

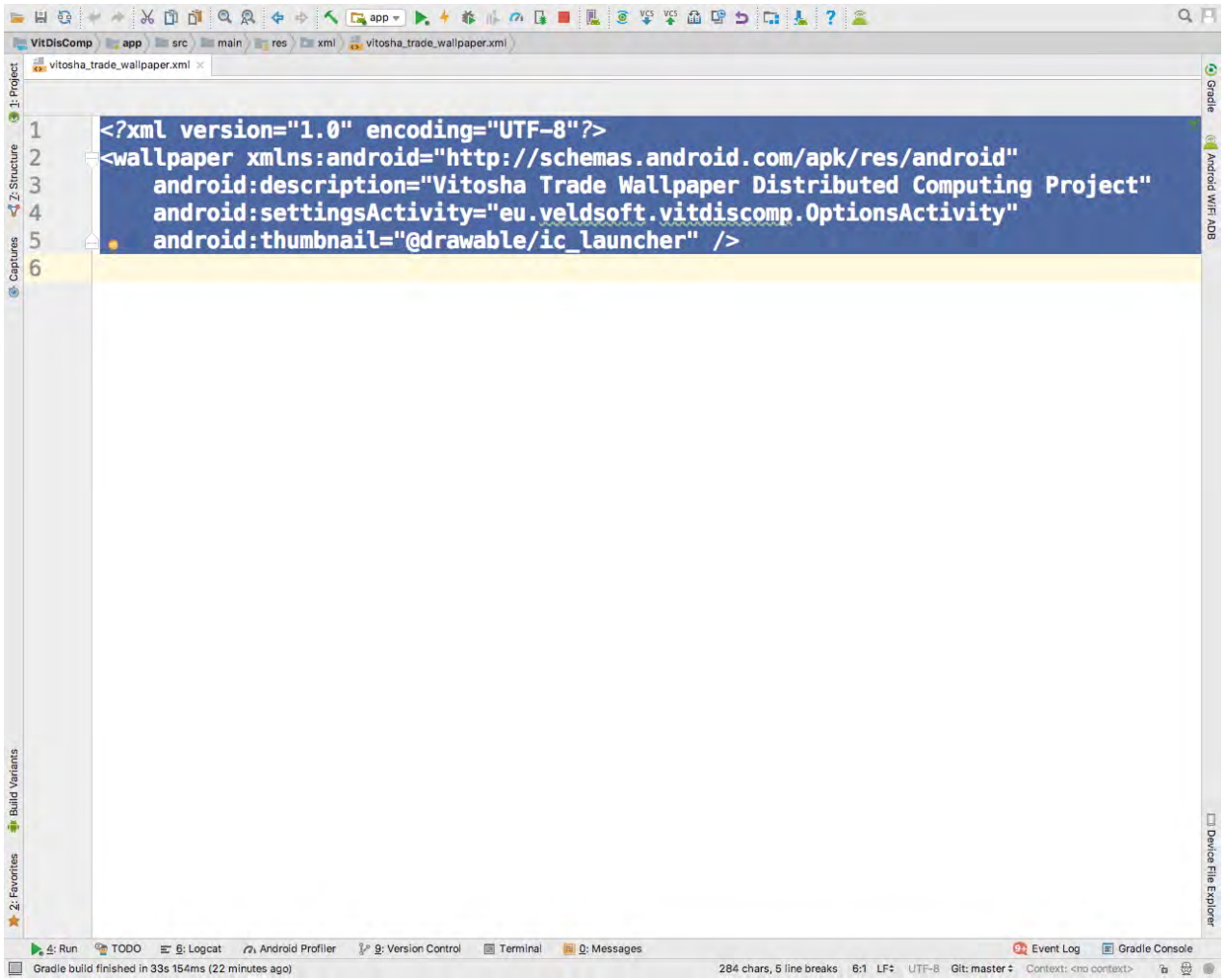
Фигура 4.5: Референция към описателния файл на активния тапет

Описанието на самия активен тапет се съдържа в отделен XML файл, референция към който се посочва в манифеста (Фиг. 4.5).

```
20          android:label="Vitosha Trade Wallpaper"
21          android:permission="android.permission.BIND_WALLPAPER">
22          <intent-filter>
23              <action android:name="android.service.wallpaper.WallpaperService"/
24          </intent-filter>
25
26          <meta-data
27              android:name="android.service.wallpaper"
28              android:resource="@xml/vitosha_trade_wallpaper"/>
29      </service>
30
31      <activity
32          android:name=".OptionsActivity"
33          android:label="Vitosha Trade Wallpaper"
34          android:launchMode="singleInstance"
35          android:noHistory="true">
36          <intent-filter>
37              <action android:name="android.intent.action.MAIN" />
38              <category android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />
39              <action android:name="android.intent.action.VIEW" />
40          </intent-filter>
41      </activity>
42
43  </application>
44
45 </manifest>
46
```

Фигура 4.6: Прозорец за установяване на активния тапет

Последният компонент в такъв тип приложение е прозорец (Android Activity), който да се стартира от операционната система и да служи за установяване на активния тапет (Фиг. 4.6). В случая се използва възможността този стартов прозорец да съчетава и функциите на прозорец с опции (Preference Activity).

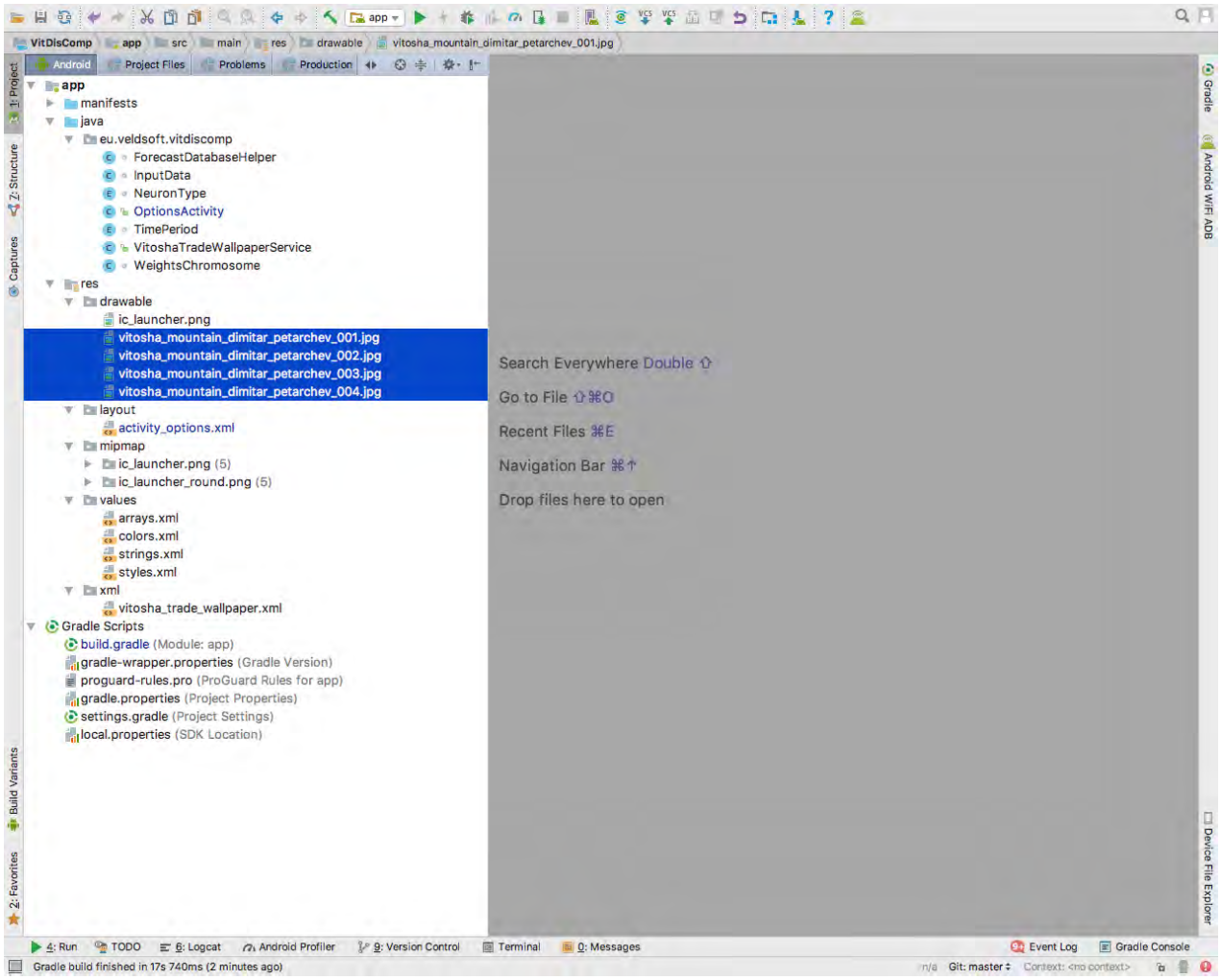


Фигура 4.7: XML описателен файл на тапета

Както вече бе споменато, активният тапет се описва в отделен XML файл, който съдържа кратка анотация на приложението, предварителен изглед, умалена икона и името на прозореца за настройки (Фиг. 4.7).

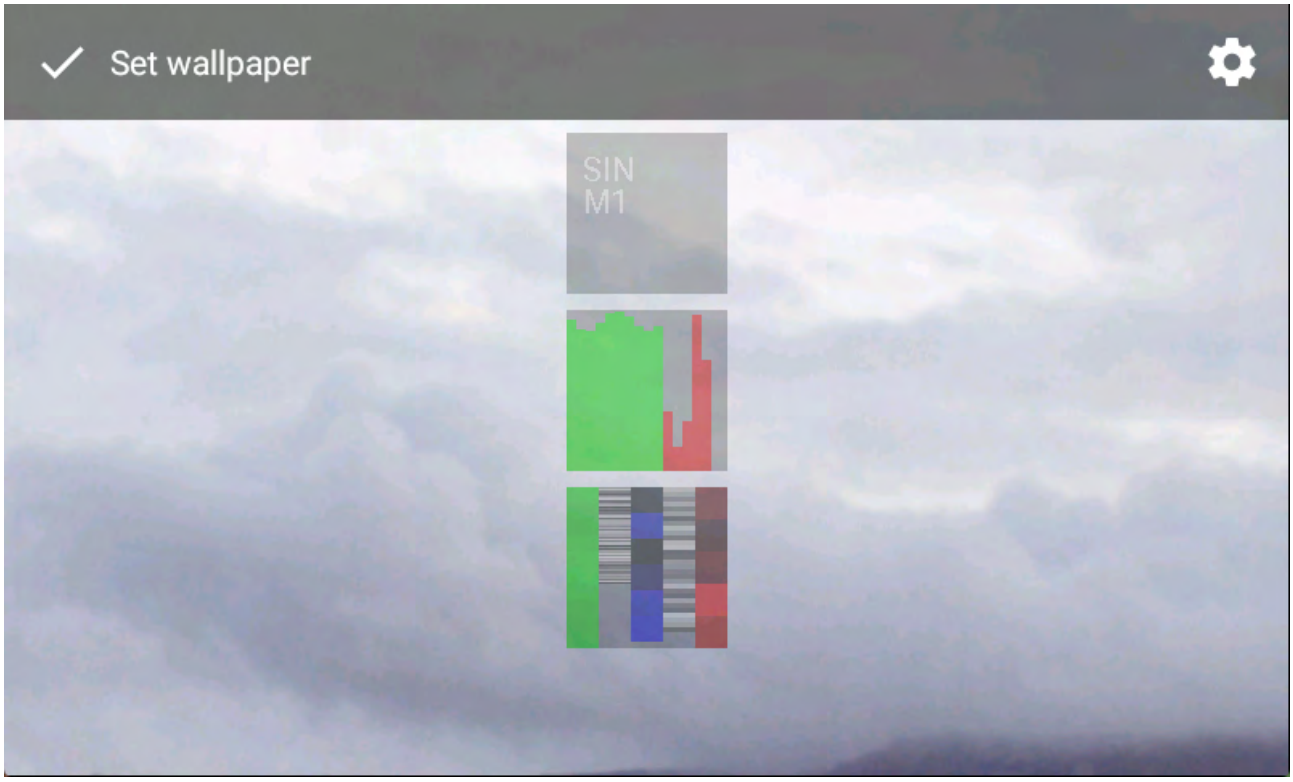
4.2 Екран с настройки

Тъй като активният тапет ще има и вторична задача да визуализира прогреса на пресмятанията, то е разумно към него да бъде създаден и прозорец с настройки.



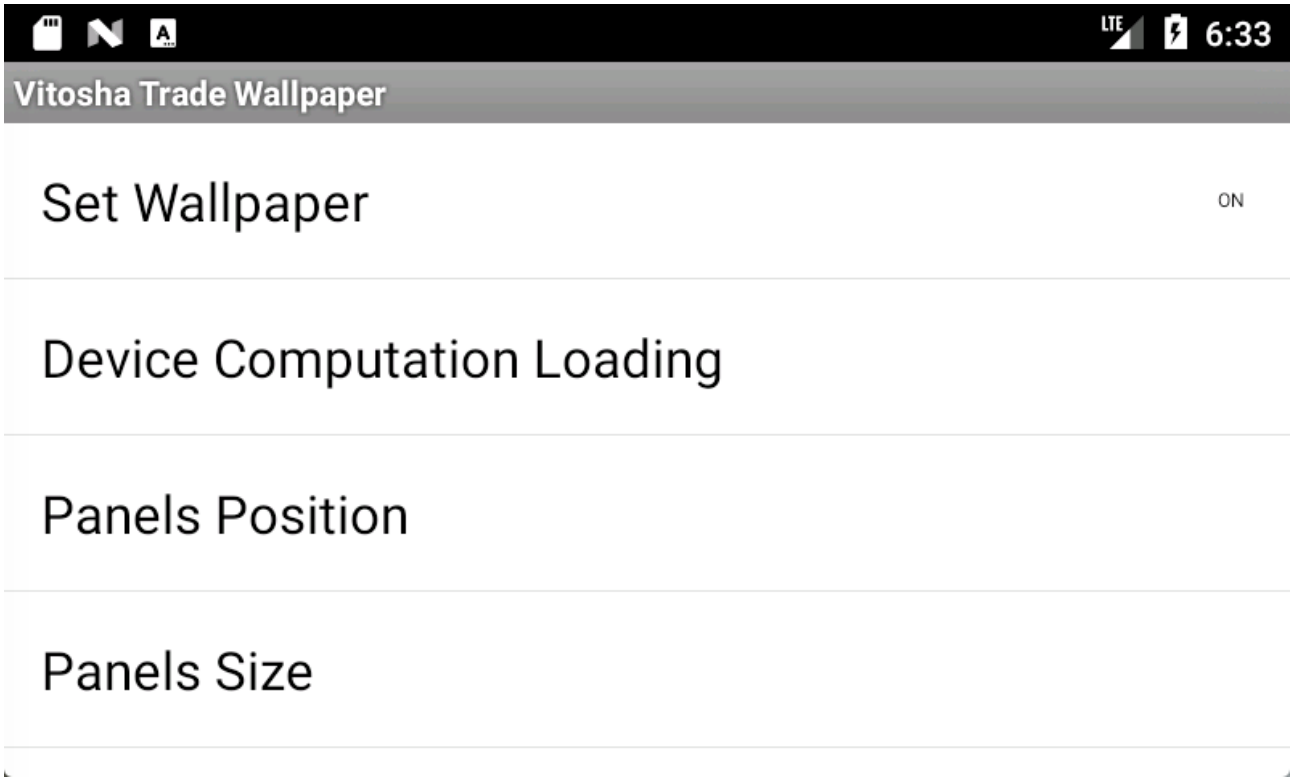
Фигура 4.8: Графични файлове, съдържащи фотографии на планината Витоша до град София, България

Като визуално представяне е избран възможно най-опростен вариант. Няколко фотографии на планината Витоша се визуализират под формата на отрязъци с размерите на екрана който мобилното устройство има (Фиг. 4.8). В три полупрозрачни области се визуализира информация за финансовия времеви ред (код и времеви период), стълб-диаграма за входните и изходните данни и текущо състояние на изкуствената невронна мрежа (Фиг. 4.9).



Фигура 4.9: Висуално представяне на информация от изчисленията

В настройките за активния тапет са предоставени възможности за управление на позицията и размерът за трите визуални области. Също така са добавени първоначални настройки за натоварване на устройството и дали активният тапет да бъде включен (Фиг. 4.10).



Фигура 4.10: Първоначален набор от настройки

Всеки прозорец в Android се описва със свой файл за разполагане (layout) и файл с Java програмен код. Описателният файл за графичен потребителски интерфейс използва XML и много наподобява съставянето на уеб страница. Когато се изготвя екран за настройки един от най-полезните инструменти в операционната система Android са споделените преференции (Shared Preferences). Те позволяват състоянието на визуалните компоненти директно да бъде запаметено в устройството под формата на ключ-стойност двойки и след това програмно тази информация да бъде използвана.

4.2.1 Описание на потребителския интерфейс под формата на XML файлове

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<PreferenceScreen xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    android:layout_width="fill_parent"
    android:layout_height="fill_parent">

    <SwitchPreference
        android:layout_width="fill_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:defaultValue="false"
        android:key="set_wallpaper"
        android:title="Set Wallpaper" />

    <ListPreference
        android:layout_width="fill_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:defaultValue="14400000"
        android:entries="@array/loadings_keys"
        android:entryValues="@array/loadings_values"
        android:key="loading"
        android:persistent="true"
        android:title="Device Computation Loading" />

    <ListPreference
        android:layout_width="fill_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:defaultValue="cc"
        android:entries="@array/positions_keys"
        android:entryValues="@array/positions_values"
        android:key="positioning"
```

Фигура 4.11: Визуален компонент за включване и изключване на тапета

На първо място е разположен визуален компонент за включване и изключване на активния тапет. Когато ключът е в състояние O,N активният тапет бива стартиран, а когато е в позиция OFF, активният тапет бива деактивиран (Фиг. 4.11).

```
PreferenceScreen
8        android:layout_height="wrap_content"
9        android:defaultValue="false"
10       android:key="set_wallpaper"
11       android:title="Set Wallpaper" />
12
13   <EditTextPreference
14       android:layout_width="fill_parent"
15       android:layout_height="wrap_content"
16       android:defaultValue="http://vitoshatrade.veldsoft.eu/"
17       android:key="server_url"
18       android:title="@string/server_url_title"/>
19
20   <ListPreference
21       android:layout_width="fill_parent"
22       android:layout_height="wrap_content"
23       android:defaultValue="14400000"
24       android:entries="@array/loadings_keys"
25       android:entryValues="@array/loadings_values"
26       android:key="loading"
27       android:persistent="true"
28       android:title="@string/loading_title" />
29
30   <ListPreference
31       android:layout_width="fill_parent"
32       android:layout_height="wrap_content"
33       android:defaultValue="cc"
34       android:entries="@array/positions_keys"
35       android:entryValues="@array/positions_values"
36       android:key="positioning"
```

Фигура 4.12: Визуален компонент за посочване на сървър URL

Тъй като мобилното приложение тегли информацията за времевите редове от отдалечен уеб сървър, то е подходящо потребителят да има възможност да настройва URL адреса на сървъра, с който се работи (Фиг. 4.12). Тази опция позволява пренасочване на трафика към други сървъри, след като мобилното приложение вече е инсталирано на потребителските мобилни устройства.

```xml
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<PreferenceScreen xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    android:layout_width="fill_parent"
    android:layout_height="fill_parent">

    <SwitchPreference
        android:layout_width="fill_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:defaultValue="false"
        android:key="set_wallpaper"
        android:title="Set Wallpaper" />

    <ListPreference
        android:layout_width="fill_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:defaultValue="14400000"
        android:entries="@array/loadings_keys"
        android:entryValues="@array/loadings_values"
        android:key="loading"
        android:persistent="true"
        android:title="Device Computation Loading" />

    <ListPreference
        android:layout_width="fill_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:defaultValue="cc"
        android:entries="@array/positions_keys"
        android:entryValues="@array/positions_values"
        android:key="positioning"
```

Фигура 4.13: Визуален компонент за регулиране на натоварването

За натоварването на устройството при извършването на фоновите пресмятания се използва списък с предварително дефинирани стойности (Фиг. 4.13).

```xml
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<resources>

    <string-array name="loadings_keys">
        <item name="very_low">Very Low</item>
        <item name="low">Low</item>
        <item name="normal">Normal</item>
        <item name="high">High</item>
        <item name="very_high">Very High</item>
    </string-array>
    <string-array name="loadings_values">
        <item name="very_low">14400000</item>
        <item name="low">7200000</item>
        <item name="normal">3600000</item>
        <item name="high">1800000</item>
        <item name="very_high">600000</item>
    </string-array>
    <string-array name="positions_keys">
        <item name="left_top">Left-Top</item>
        <item name="center_top">Center-Top</item>
        <item name="rigth_top">Rigth-Top</item>
        <item name="left_center">Left-Center</item>
        <item name="center_center">Center-Center</item>
        <item name="rigth_center">Rigth-Center</item>
        <item name="left_bottom">Left-Bottom</item>
        <item name="center_bottom">Center-Bottom</item>
        <item name="rigth_bottom">Rigth-Bottom</item>
    </string-array>
    <string-array name="positions_values">
        <item name="left_top">lt</item>
```

Фигура 4.14: Стойности за натоварване на системата

При проектирането на системата Android, една от основните цели е била максимално разделяне на графичния интерфейс от данните. Точно поради тази причина стойностите за натоварване са изнесени в отделен ресурс (Фиг. 4.14).

```
PreferenceScreen
12
13      <ListPreference
14          android:layout_width="fill_parent"
15          android:layout_height="wrap_content"
16          android:defaultValue="14400000"
17          android:entries="@array/loadings_keys"
18          android:entryValues="@array/loadings_values"
19          android:key="loading"
20          android:persistent="true"
21          android:title="Device Computation Loading" />
22
23      <ListPreference
24          android:layout_width="fill_parent"
25          android:layout_height="wrap_content"
26          android:defaultValue="cc"
27          android:entries="@array/positions_keys"
28          android:entryValues="@array/positions_values"
29          android:key="positioning"
30          android:persistent="true"
31          android:title="Panels Position" />
32
33      <ListPreference
34          android:layout_width="fill_parent"
35          android:layout_height="wrap_content"
36          android:defaultValue="100"
37          android:entries="@array/panels_keys"
38          android:entryValues="@array/panels_values"
39          android:key="sizing"
40          android:persistent="true"
```

Фигура 4.15: Позициониране на областите за визуално представяне

Позиционирането на областите за визуално представяне също се настройва с избор на стойности от списък (Фиг. 4.15).

```
resources
12          <item name="very_low">14400000</item>
13          <item name="low">7200000</item>
14          <item name="normal">3600000</item>
15          <item name="high">1800000</item>
16          <item name="very_high">600000</item>
17      </string-array>
18      <string-array name="positions_keys">
19          <item name="left_top">Left-Top</item>
20          <item name="center_top">Center-Top</item>
21          <item name="rigth_top">Rigth-Top</item>
22          <item name="left_center">Left-Center</item>
23          <item name="center_center">Center-Center</item>
24          <item name="rigth_center">Rigth-Center</item>
25          <item name="left_bottom">Left-Bottom</item>
26          <item name="center_bottom">Center-Bottom</item>
27          <item name="rigth_bottom">Rigth-Bottom</item>
28      </string-array>
29      <string-array name="positions_values">
30          <item name="left_top">lt</item>
31          <item name="center_top">ct</item>
32          <item name="rigth_top">rt</item>
33          <item name="left_center">lc</item>
34          <item name="center_center">cc</item>
35          <item name="rigth_center">rc</item>
36          <item name="left_bottom">lb</item>
37          <item name="center_bottom">cb</item>
38          <item name="rigth_bottom">rb</item>
39      </string-array>
40      <string-array name="panels_keys">
41          <item name="small">Small</item>
```

Фигура 4.16: Стойности за позициониране на областите за визуално представяне

Аналогично на стойностите за натоварване, списъкът с възможните позиции на областите за визуално представяне е изнесен в отделен ресурсен файл (Фиг. 4.16).

```
PreferenceScreen
20          android:persistent="true"
21          android:title="Device Computation Loading" />
22
23      <ListPreference
24          android:layout_width="fill_parent"
25          android:layout_height="wrap_content"
26          android:defaultValue="cc"
27          android:entries="@array/positions_keys"
28          android:entryValues="@array/positions_values"
29          android:key="positioning"
30          android:persistent="true"
31          android:title="Panels Position" />
32
33      <ListPreference
34          android:layout_width="fill_parent"
35          android:layout_height="wrap_content"
36          android:defaultValue="100"
37          android:entries="@array/panels_keys"
38          android:entryValues="@array/panels_values"
39          android:key="sizing"
40          android:persistent="true"
41          android:title="Panels Size" />
42
43  </PreferenceScreen>
```

Фигура 4.17: Размер на областите за визуално представяне

От първоначалните характеристики, последна е размерът на областите за визуално представяне на информацията (Фиг. 4.17).

```
27          <item name="rigth_bottom">Rigth-Bottom</item>
28      </string-array>
29      <string-array name="positions_values">
30          <item name="left_top">lt</item>
31          <item name="center_top">ct</item>
32          <item name="rigth_top">rt</item>
33          <item name="left_center">lc</item>
34          <item name="center_center">cc</item>
35          <item name="rigth_center">rc</item>
36          <item name="left_bottom">lb</item>
37          <item name="center_bottom">cb</item>
38          <item name="rigth_bottom">rb</item>
39      </string-array>
40      <string-array name="panels_keys">
41          <item name="small">Small</item>
42          <item name="normal">Normal</item>
43          <item name="large">Large</item>
44      </string-array>
45      <string-array name="panels_values">
46          <item name="small">100</item>
47          <item name="normal">200</item>
48          <item name="large">300</item>
49      </string-array>
50
51  </resources>
```

Фигура 4.18: Стойности за размер на областите за визуално представяне

Областите за визуално представяне на информацията се предлагат в три размера – малък, среден и голям (Фиг. 4.18).

4.2.2 Програмен код за управление на интерфейса

Събитията, предизвикани от графичния програмен интерфейс, биват прихващани в специално написани за целта Java функции, така че при активирането им да бъдат извършени необходимите програмни действия. За екрана с настройки се прихващат само две събития – създаване и паузиране.

```
OptionsActivity
1  package eu.veldsoft.vitdiscomp;
2
3  import ...
11
12 /**
13  * Options screen.
14  *
15  * @author Todor Balabanov
16  */
17 public class OptionsActivity extends PreferenceActivity {
18
19     /**
20      * {@inheritDoc}
21      */
22     @Override
23     protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
24         super.onCreate(savedInstanceState);
25         addPreferencesFromResource(R.layout.activity_options);
26     }
27
28     /**
29      * {@inheritDoc}
30      */
31     @Override
32     protected void onPause() {
33         super.onPause();
34         SharedPreferences preferences = PreferenceManager
35                 .getDefaultSharedPreferences( context: OptionsActivity.this);
36
37
```

Фигура 4.19: Събитие за създаване на прозореца

Събитието за създаване има за цел да трансформира XML описанието на интерфейса до визуални компоненти, видими за потребителя (Фиг. 4.19).

```
31  @Override
32  protected void onPause() {
33      super.onPause();
34      SharedPreferences preferences = PreferenceManager
35              .getDefaultSharedPreferences(context: OptionsActivity.this);
36
37      /*
38       * Remove our wallpaper.
39       */
40      if (preferences.getBoolean(s: "set_wallpaper", b: false) == false) {
41          stopService(new Intent(packageContext: OptionsActivity.this,
42                  VitoshaTradeWallpaperService.class));
43          startActivity(new Intent(WallpaperManager.ACTION_LIVE_WALLPAPER_CHOOSER));
44          OptionsActivity.this.finish();
45
46          return;
47      }
48
49      /*
50       * Run wallpaper service.
51       */
52      Intent intent = new Intent(WallpaperManager.ACTION_CHANGE_LIVE_WALLPAPER);
53      intent.putExtra(WallpaperManager.EXTRA_LIVE_WALLPAPER_COMPONENT,
54              new ComponentName(pkg: OptionsActivity.this,
55                      VitoshaTradeWallpaperService.class));
56      startActivity(intent);
57      OptionsActivity.this.finish();
58  }
59
```

Фигура 4.20: Събитие за пауза на прозореца

При събитието за пауза единствено се взема решение дали активният тапет да бъде стартиран или да бъде спрян (Фиг. 4.20).

4.3 Пресмятане на фонов режим

Продължителните пресмятания, които не изискват графичен потребителски интерфейс се осъществяват в модули, наречени „услуги“ (Service). Когато става въпрос за активен тапет, е необходимо да се напише собствен клас, който е наследник на класа WallpaperService (Фиг. 4.21).

```
VitoshaTradeWallpaperService

30
31  /**
32   * Background calculation unit.
33   *
34   * @author Todor Balabanov
35   */
36  public class VitoshaTradeWallpaperService extends WallpaperService {
37
38      /**
39       * Pseudo-random number generator.
40       */
41      private static final Random PRNG = new Random();
42
43      /**
44       * Space between visual spots in pixels.
45       */
46      private static final int GAP_BETWEEN_PANELS = 10;
47
48      /**
49       * Defaul training time delay.
50       */
51      private static final long DEFAULT_DELAY = 86400000L;
52
53      //TODO Images should be loaded from a remote image server.
54      /**
55       * Identifiers for the backgourd resources images to be used as backgroud.
56       */
57      private static final int IMAGES_IDS[] = {
58              R.drawable.vitosha_mountain_dimitar_petarchev_001,
59
```

Фигура 4.21: Наследяване на WallpaperService

Група от константи спомагат за генерирането на случайни числа, определяне на разстояние между зоните за визуално представяне и подразбираща се стойност за времето между две отделни стартирания на тренировъчния алгоритъм (Фиг. 4.22).

```
VitoshaTradeWallpaperService

37
38  /**
39   * Pseudo-random number generator.
40   */
41  private static final Random PRNG = new Random();
42
43  /**
44   * Space between visual spots in pixels.
45   */
46  private static final int GAP_BETWEEN_PANELS = 10;
47
48  /**
49   * Defaul training time delay.
50   */
51  private static final long DEFAULT_DELAY = 86400000L;
52
53  //TODO Images should be loaded from a remote image server.
54  /**
55   * Identifiers for the backgourd resources images to be used as background.
56   */
57  private static final int IMAGES_IDS[] = {
58          R.drawable.vitosha_mountain_dimitar_petarchev_001,
59          R.drawable.vitosha_mountain_dimitar_petarchev_002,
60          R.drawable.vitosha_mountain_dimitar_petarchev_003,
61          R.drawable.vitosha_mountain_dimitar_petarchev_004,
62  };
63
64  // TODO Put all colors in the settings dialog.
65
66
```

Фигура 4.22: Спомагателни константи

Цветовете, използвани за визуалното представяне, също са зададени с група от константи, но в последствие ще бъдат превърнати в настройки със стойности от прозореца за настройки (Фиг. 4.23).

```
VitoshaTradeWallpaperService
65
66   /**
67    * Panel backgroud color in order to be a part transperent from the real backg
68    */
69   private static final int PANEL_BACKGROUND_COLOR =
70           Color.argb(alpha: 63, red: 0, green: 0, blue: 0);
71
72   /**
73    * Text color to be used in panels.
74    */
75   private static final int PANEL_TEXT_COLOR =
76           Color.argb(alpha: 95, red: 255, green: 255, blue: 255);
77
78   /**
79    * Colors used in the charts.
80    */
81   private static final int CHART_COLORS[] = {
82           Color.argb(alpha: 95, red: 0, green: 255, blue: 0),
83           Color.argb(alpha: 95, red: 255, green: 0, blue: 0)};
84
85   /**
86    * Colors used to visualize neural networks.
87    */
88   private static final int ANN_COLORS[] = {
89           Color.argb(alpha: 95, red: 0, green: 255, blue: 0),
90           Color.argb(alpha: 95, red: 255, green: 255, blue: 255),
91           Color.argb(alpha: 95, red: 0, green: 0, blue: 255),
92           Color.argb(alpha: 95, red: 255, green: 255, blue: 255),
93           Color.argb(alpha: 95, red: 255, green: 0, blue: 0)};
94
```

Фигура 4.23: Константи за цветовете

Група променливи отговарят за състоянието на активния тапет. Това включва – размери на екрана, време между отделните обучения на изкуствената невронна мрежа, дали активният тапет е включен или изключен и точната позиция на зоните за визуално представяне на информацията от процеса по обучение на изкуствената невронна мрежа (Фиг. 4.24).

```
VitoshaTradeWallpaperService
93          Color.argb( alpha: 95,  red: 255,  green: 0,  blue: 0)};
94
95      /**
96       * Time delay between neural network trainings.
97       */
98      private static long delay = 0;
99
100     /**
101      * Visible surface width.
102      */
103     private static int screenWidth = 0;
104
105     /**
106      * Visible surface height.
107      */
108     private static int screenHeight = 0;
109
110     /**
111      * Wallpaper visibility flag.
112      */
113     private static boolean visible = false;
114
115     /**
116      * List of information panels rectangles information.
117      */
118     private static Rect panels[] = {new Rect(), new Rect(), new Rect()};
119
120     /**
121      * Neural network object.
122
```

Фигура 4.24: Променливи отразяващи състоянието на активния тапет

Друга група променливи (референции към обекти) поемат отговорността за управлението на изкуствената невронна мрежа, тренировъчните примери, входно-изходните данни към мрежата и правилото за нейното обучение (Фиг. 4.25).

```
VitoshaTradeWallpaperService
118     private static Rect panels[] = {new Rect(), new Rect(), new Rect()};
119
120     /**
121      * Neural network object.
122      */
123     private static BasicNetwork network = new BasicNetwork();
124
125     /**
126      * Training examples data set.
127      */
128     private static MLDataSet examples = null;
129
130     /**
131      * Forcasted data.
132      */
133     private static MLData forecast = null;
134
135     /**
136      * Calculated output data.
137      */
138     private static MLData output = null;
139
140     /**
141      * Training rule object.
142      */
143     private static ResilientPropagation train = null;
144
145     /**
146      * Initialize static class members.
```

Фигура 4.25: Променливи отговарящи за изкуствената невронна мрежа

При комерсиалното производство на софтуер много често използван похват е създаването на „софтуерни тапи“. Това са парчета код, които служат за комуникация между обекти и части от системата, които още не са създадени. В настоящия случай точно такава софтуерна тапа представя липсата на сървър и източник с реални данни (Фиг. 4.26).

```
package eu.veldsoft.vitdiscomp;

/**
 * It is used for system input during initial development before the mobile
 * client to be connected to the remote server for input feed.
 *
 * @author Todor Balabanov
 */
class InputData {
   public static final String SYMBOL = "SIN";
   public static final int PERIOD = 1;
   public static final long TIME[] = {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 1
   public static final double OPEN[] = {27.5732388633, 28.1836768414, 21.270080072
   public static final double LOW[] = {25.8902968937, 26.3650819878, 20.987840056
   public static final double HIGH[] = {28.4147098481, 29.0929742683, 21.411200080
   public static final double CLOSE[] = {26.7317678785, 27.2743794146, 21.12896006
   public static final double VOLUME[] = {0.0030478284, 0.002650263, 3.69181694435
   public static final int NEURONS[] = {1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 1, 0, 0,
   public static final double ACTIVITIES[][] = { {1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.
   public static final double WEIGHTS[][] = { {+0.018, +0.018, -0.063, -0.092, -0.
   public static double RATES[][] = {OPEN, LOW, HIGH, CLOSE};
}
```

Фигура 4.26: Променливи отговарящи за изкуствената невронна мрежа

Финансовите времеви редове най-често се описват със следните характеристики: 1. Вид финансов инструмент (ticker symbol или stock symbol), в случая математическата функция синус; 2. Интервал между отделните измервания (отчитан в брой минути), в случая една минута; 3. Шест паралелни масива (дискретно време, нива на отваряне, най-ниско постигнато ниво, най-високо постигнато ниво, нива на затваряне и изтъргуван обем).

Освен финансовата информация, към клиентското приложение трябва да се подава и информация за топологията на изкуствената невронна мрежа. За описанието на изкуствената невронна мрежа са нужни: 1. Брой, подредба и тип на невроните (едномерен масив от константи); 2. Матрица на съседство между невроните (единица там, където има връзка и нула там, където няма връзка); 3. Текуща стойност на тегловния коефициент за всяка връзка между два неврона (включително и примките, ако има такива).

```
143     private static ResilientPropagation train = null;
144
145     /**
146      * Initialize static class members.
147      */
148     static {
149         // TODO Load ANN structure from the remote server.
150         Map<NeuronType, Integer> counters = new HashMap<NeuronType, Integer>();
151         counters.put(NeuronType.REGULAR, 0);
152         counters.put(NeuronType.BIAS, 0);
153         counters.put(NeuronType.INPUT, 0);
154         counters.put(NeuronType.OUTPUT, 0);
155
156         for (int type : InputData.NEURONS) {
157             counters.put(NeuronType.valueOf(type),
158                     counters.get(NeuronType.valueOf(type)) + 1);
159         }
160
161         int inputSize = counters.get(NeuronType.INPUT);
162         int hiddenSize = counters.get(NeuronType.REGULAR);
163         int outputSize = counters.get(NeuronType.OUTPUT);
164
165         /*
166          * Network construction.
167          */
168         network.addLayer(new BasicLayer( activationFunction: null,
169                 hasBias: true, inputSize));
170         network.addLayer(new BasicLayer(new ActivationTANH(),
171                 hasBias: true, hiddenSize));
```

Фигура 4.27: Определяне на броя и типовете неврони

Чрез сортиране с броене, ефективно се определя броят на невроните и техните типове (Фиг. 4.27).

```
VitoshaTradeWallpaperService <clinit>
151         counters.put(NeuronType.REGULAR,  v: 0);
152         counters.put(NeuronType.BIAS,  v: 0);
153         counters.put(NeuronType.INPUT,  v: 0);
154         counters.put(NeuronType.OUTPUT,  v: 0);
155
156         for (int type : InputData.NEURONS) {
157             counters.put(NeuronType.valueOf(type),
158                     v: counters.get(NeuronType.valueOf(type)) + 1);
159         }
160
161         int inputSize = counters.get(NeuronType.INPUT);
162         int hiddenSize = counters.get(NeuronType.REGULAR);
163         int outputSize = counters.get(NeuronType.OUTPUT);
164
165         /*
166          * Network construction.
167          */
168         network.addLayer(new BasicLayer( activationFunction: null,
169                 hasBias: true, inputSize));
170         network.addLayer(new BasicLayer(new ActivationTANH(),
171                 hasBias: true, hiddenSize));
172         network.addLayer(new BasicLayer(new ActivationTANH(),
173                 hasBias: false, outputSize));
174         network.getStructure().finalizeStructure();
175         network.reset();
176
177         // TODO Load weights to the network.
178
179         double values[] = InputData.RATES[PRNG.nextInt(InputData.RATES.length)];
180
```

Фигура 4.28: Структура на трислойна изкуствена невронна мрежа

За да се илюстрират възможностите за прогнозиране на изкуствените невронни мрежи, е избрана една от най-популярните структури, а именно трислойна невронна мрежа, която се обучава с обратно разпространение на грешката (Фиг. 4.28). Входният слой има единствената задача да получи сигналите от външната среда и поради тази причина не се задава активационна функция. За скрития и изходния слой е избрана функцията $\tanh(x)$ (хиперболичен тангенс), тъй като тя е асимптотично сходима в безкрайностите по абсцисата и в същото време е симетрична по същата тази ос. Обучението протича малко по-бързо с хиперболичен тангенс, тъй като стойностите на сигналите в скритите слоеве по-лесно се „отклоняват“ в положителна или отрицателна посока. За сравнение, при сигмоидната функция сигналите са само положителни и при нужда от отрицателни стойности тази компенсация трябва да се получава единствено през отрицателни тегла на връзките. Входният и скритият слоеве имат отместващ неврон (bias), който не е нужен в изходния слои, тъй като отместващият неврон винаги емитира високото ниво на сигнализация.

```
VitoshaTradeWallpaperService <clinit>
151         counters.put(NeuronType.REGULAR,  v: 0);
152         counters.put(NeuronType.BIAS,  v: 0);
153         counters.put(NeuronType.INPUT,  v: 0);
154         counters.put(NeuronType.OUTPUT,  v: 0);
155
156         for (int type : InputData.NEURONS) {
157             counters.put(NeuronType.valueOf(type),
158                     v: counters.get(NeuronType.valueOf(type)) + 1);
159         }
160
161         int inputSize = counters.get(NeuronType.INPUT);
162         int hiddenSize = counters.get(NeuronType.REGULAR);
163         int outputSize = counters.get(NeuronType.OUTPUT);
164
165         /*
166          * Network construction.
167          */
168         network.addLayer(new BasicLayer( activationFunction: null,
169                 hasBias: true, inputSize));
170         network.addLayer(new BasicLayer(new ActivationTANH(),
171                 hasBias: true, hiddenSize));
172         network.addLayer(new BasicLayer(new ActivationTANH(),
173                 hasBias: false, outputSize));
174         network.getStructure().finalizeStructure();
175         network.reset();
176
177         // TODO Load weights to the network.
178
179         double values[] = InputData.RATES[PRNG.nextInt(InputData.RATES.length)];
180
```

Фигура 4.29: Избор на стойности за прогнозиране

От описанието на паралелните масиви при финансовите времеви редове ясно се вижда, че има четири възможни редици числа, които да се подават за прогнозиране към невронната мрежа (отваряне, най-ниско, най-високо, затваряне).

```
VitoshaTradeWallpaperService <clinit>
250
251     /*
252      * Normalize data.
253      */
254     double min = values[0];
255     double max = values[0];
256     for (double value : values) {
257         if (value < min) {
258             min = value;
259         }
260         if (value > max) {
261             max = value;
262         }
263     }
264
265     /*
266      * At the first index is the low value. At the second index is the high
267      * value.
268      *
269      * There is a problem with this approach, because some activation
270      * functions are zero if the argument is infinity.
271      *
272      * The fist layer has no activation function.
273      */
274     double range[] = findLowAndHigh(network.getActivation( layer: 2));
275
276     /*
277      * Prepare training set.
278      */
```

Фигура 4.30: Определяне на границите във времевия ред

В практиката най-често се използва поредицата за стойности на затваряне, а целта е да се прогнозира нивото на отваряне в следващия времеви интервал. Целите на настоящото изложение не са реално постигане на финансови прогнози и поради тази причина на случаен принцип се избира коя последователност да бъде използвана при различните стартирания на обучението/прогнозирането (Фиг. 4.29).

```
VitoshaTradeWallpaperService <clinit>
246         // data.addDescription(description);
247         // data.load(new Date(InputData.TIME[0]), new
248         // Date(InputData.TIME[InputData.TIME.length - 1]));
249         // data.generate();
250
251         /*
252          * Normalize data.
253          */
254         double min = values[0];
255         double max = values[0];
256         for (double value : values) {
257             if (value < min) {
258                 min = value;
259             }
260             if (value > max) {
261                 max = value;
262             }
263         }
264
265         /*
266          * At the first index is the low value. At the second index is the high
267          * value.
268          *
269          * There is a problem with this approach, because some activation
270          * functions are zero if the argument is infinity.
271          *
272          * The fist layer has no activation function.
273          */
274         double range[] = findLowAndHigh(network.getActivation(layer: 2));
275
```

Фигура 4.31: Диапазон на активационната функция в изходния слой

Тъй като целта е към системата за прогнозиране да се подават различни финансови времеви редове, то неизбежно се налага входната информация в системата да бъде предварително нормализирана, а първата стъпка към това е да се определят най-големата и най-малката стойности във времевия ред (Фиг. 4.30). В същото време данните трябва да бъдат съпоставени с диапазона, в който работят активационните функции на изкуствената невронна мрежа. В настоящото помагало е прието, че на входа ще се подадат сигнали в диапазона на функцията, използвана в изходния слой (Фиг. 4.31). Това решение се аргументира с факта, че информацията, подадена от невронната мрежа към външната среда, ще претърпи обратен процес на преоразмеряване, така че да има смисъл в конкретния финансов времеви ред.

```
VitoshaTradeWallpaperService <clinit>
274     double range[] = findLowAndHigh(network.getActivation( layer: 2));
275
276     /*
277      * Prepare training set.
278      */
279     double input[][] = new double[values.length -
280             (inputSize + outputSize)][inputSize];
281     double target[][] = new double[values.length -
282             (inputSize + outputSize)][outputSize];
283     for (int i = 0; i < values.length - (inputSize + outputSize); i++) {
284         for (int j = 0; j < inputSize; j++) {
285             input[i][j] = range[0] + (range[1] - range[0]) *
286                     (values[i + j] - min) / (max - min);
287         }
288         for (int j = 0; j < outputSize; j++) {
289             target[i][j] = range[0] + (range[1] - range[0]) *
290                     (values[i + inputSize + j] - min) / (max - min);
291         }
292     }
293     examples = new BasicMLDataSet(input, target);
294
295     /*
296      * Prepare forecast set.
297      */
298     input = new double[1][inputSize];
299     for (int j = 0; j < inputSize; j++) {
300         input[0][j] = range[0] + (range[1] - range[0]) *
301                 (values[values.length - inputSize + j] - min) / (max - min);
302     }
```

Фигура 4.32: Тренировъчни примери

Нормализираните входни данни условно разделяме на две множества (измервания в миналото и измервания в бъдещето). Разделянето е условно, тъй като практически данните са от реални измервания в миналото (Фиг. 4.32).

```
VitoshaTradeWallpaperService <clinit>
277         * Prepare training set.
278         */
279        double input[][] = new double[values.length -
280                (inputSize + outputSize)][inputSize];
281        double target[][] = new double[values.length -
282                (inputSize + outputSize)][outputSize];
283        for (int i = 0; i < values.length - (inputSize + outputSize); i++) {
284           for (int j = 0; j < inputSize; j++) {
285              input[i][j] = range[0] + (range[1] - range[0]) *
286                      (values[i + j] - min) / (max - min);
287           }
288           for (int j = 0; j < outputSize; j++) {
289              target[i][j] = range[0] + (range[1] - range[0]) *
290                      (values[i + inputSize + j] - min) / (max - min);
291           }
292        }
293        examples = new BasicMLDataSet(input, target);
294
295        /*
296         * Prepare forecast set.
297         */
298        input = new double[1][inputSize];
299        for (int j = 0; j < inputSize; j++) {
300           input[0][j] = range[0] + (range[1] - range[0]) *
301                   (values[values.length - inputSize + j] - min) / (max - min);
302        }
303        forecast = new BasicMLData(input[0]);
304     }
305
306
```

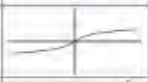
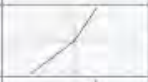
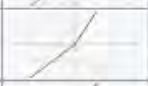
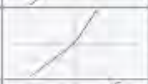
Фигура 4.33: Входни данни към изкуствената неверонна мрежа за получаване на прогноза

Тъй като изкуствената невронна мрежа се използва и в двата й режима (обучение и прогнозиране), то се изготвя и вектор входни данни, спрямо които да бъде направена прогноза (Фиг. 4.33).

```
310     * @return Array with two values - loeset in the first index and highest in th
311     */
312 @   private static double[] findLowAndHigh(ActivationFunction activation) {
313         /*
314          * Use range of double values.
315          */
316         double check[] = {
317                 Double.MIN_VALUE, -0.000001, -0.00001, -0.0001,
318                 -0.001, -0.01, -0.1, -1, -10, -100, -1000,
319                 -10000, -100000, -1000000, 0, 0.000001, 0.00001,
320                 0.0001, 0.001, 0.01, 0.1, 1, 10, 100, 1000, 10000,
321                 100000, 1000000, Double.MAX_VALUE};
322
323         /*
324          * Map the range of double values to activation function output.
325          */
326         activation.activationFunction(check, 0, check.length);
327
328         /*
329          * Soft the result of the activation fuction output.
330          */
331         Arrays.sort(check);
332
333         /*
334          * Return minimum and maximum values of the activation function output.
335          */
336         return new double[]{check[0], check[check.length - 1]};
337     }
338
339
```

Фигура 4.34: Изследване на група от стойности за определяне на диапазона

В общия случай активационните функции имат асимптотична сходимост и са монотонно нарастващи (Фиг. 4.35), което позволява техните крайни диапазони да бъдат установявани, чрез проверка на група от стойности (Фиг. 4.34).

Name	Plot	Equation	Derivative (with respect to x)	Range
Identity		$f(x) = x$	$f'(x) = 1$	$(-\infty, \infty)$
Binary step		$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{for } x < 0 \\ 1 & \text{for } x \geq 0 \end{cases}$	$f'(x) = \begin{cases} 0 & \text{for } x \neq 0 \\ ? & \text{for } x = 0 \end{cases}$	$\{0, 1\}$
Logistic (a.k.a. Soft step)		$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$	$f'(x) = f(x)(1 - f(x))$	$(0, 1)$
TanH		$f(x) = \tanh(x) = \frac{2}{1+e^{-2x}} - 1$	$f'(x) = 1 - f(x)^2$	$(-1, 1)$
ArcTan		$f(x) = \tan^{-1}(x)$	$f'(x) = \frac{1}{x^2+1}$	$\left(-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right)$
Softsign [7][8]		$f(x) = \frac{x}{1+\lvert x\rvert}$	$f'(x) = \frac{1}{(1+\lvert x\rvert)^2}$	$(-1, 1)$
Rectified linear unit (ReLU)[9]		$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{for } x < 0 \\ x & \text{for } x \geq 0 \end{cases}$	$f'(x) = \begin{cases} 0 & \text{for } x < 0 \\ 1 & \text{for } x \geq 0 \end{cases}$	$[0, \infty)$
Leaky rectified linear unit (Leaky ReLU)[10]		$f(x) = \begin{cases} 0.01x & \text{for } x < 0 \\ x & \text{for } x \geq 0 \end{cases}$	$f'(x) = \begin{cases} 0.01 & \text{for } x < 0 \\ 1 & \text{for } x \geq 0 \end{cases}$	$(-\infty, \infty)$
Parameteric rectified linear unit (PReLU)[11]		$f(\alpha, x) = \begin{cases} \alpha x & \text{for } x < 0 \\ x & \text{for } x \geq 0 \end{cases}$	$f'(\alpha, x) = \begin{cases} \alpha & \text{for } x < 0 \\ 1 & \text{for } x \geq 0 \end{cases}$	$(-\infty, \infty)$
Randomized leaky rectified linear unit (RReLU)[12]		$f(\alpha, x) = \begin{cases} \alpha x & \text{for } x < 0 \\ x & \text{for } x \geq 0 \end{cases}$ [1]	$f'(\alpha, x) = \begin{cases} \alpha & \text{for } x < 0 \\ 1 & \text{for } x \geq 0 \end{cases}$	$(-\infty, \infty)$
Exponential linear unit (ELU)[13]		$f(\alpha, x) = \begin{cases} \alpha(e^x - 1) & \text{for } x < 0 \\ x & \text{for } x \geq 0 \end{cases}$	$f'(\alpha, x) = \begin{cases} f(\alpha, x) + \alpha & \text{for } x < 0 \\ 1 & \text{for } x \geq 0 \end{cases}$	$(-\alpha, \infty)$
Scaled exponential linear unit (SELU)[14]		$f(\alpha, x) = \lambda \begin{cases} \alpha(e^x - 1) & \text{for } x < 0 \\ x & \text{for } x \geq 0 \end{cases}$ with $\lambda = 1.0507$ and $\alpha = 1.67326$	$f'(\alpha, x) = \lambda \begin{cases} \alpha(e^x) & \text{for } x < 0 \\ 1 & \text{for } x \geq 0 \end{cases}$	$(-\lambda\alpha, \infty)$
S-shaped rectified linear activation unit (SReLU)[15]		$f_{t_l, a_l, t_r, a_r}(x) = \begin{cases} t_l + a_l(x - t_l) & \text{for } x \leq t_l \\ x & \text{for } t_l < x < t_r \\ t_r + a_r(x - t_r) & \text{for } x \geq t_r \end{cases}$ t_l, a_l, t_r, a_r are parameters.	$f'_{t_l, a_l, t_r, a_r}(x) = \begin{cases} a_l & \text{for } x \leq t_l \\ 1 & \text{for } t_l < x < t_r \\ a_r & \text{for } x \geq t_r \end{cases}$	$(-\infty, \infty)$
Adaptive piecewise linear (APL) [16]		$f(x) = \max(0, x) + \sum_{s=1}^{S} a_i^s \max(0, -x + b_i^s)$	$f'(x) = H(x) - \sum_{s=1}^{S} a_i^s H(-x + b_i^s)$[2]	$(-\infty, \infty)$
SoftPlus[17]		$f(x) = \ln(1 + e^x)$	$f'(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$	$(0, \infty)$
Bent identity		$f(x) = \frac{\sqrt{x^2+1}-1}{2} + x$	$f'(x) = \frac{x}{2\sqrt{x^2+1}} + 1$	$(-\infty, \infty)$
SoftExponential [18]		$f(\alpha, x) = \begin{cases} -\frac{\ln(1-\alpha(x+\alpha))}{\alpha} & \text{for } \alpha < 0 \\ x & \text{for } \alpha = 0 \\ \frac{e^{\alpha x}-1}{\alpha} + \alpha & \text{for } \alpha > 0 \end{cases}$	$f'(\alpha, x) = \begin{cases} \frac{1}{1-\alpha(\alpha+x)} & \text{for } \alpha < 0 \\ e^{\alpha x} & \text{for } \alpha \geq 0 \end{cases}$	$(-\infty, \infty)$
Sinusoid[19]		$f(x) = \sin(x)$	$f'(x) = \cos(x)$	$[-1, 1]$
Sinc		$f(x) = \begin{cases} 1 & \text{for } x = 0 \\ \frac{\sin(x)}{x} & \text{for } x \neq 0 \end{cases}$	$f'(x) = \begin{cases} 0 & \text{for } x = 0 \\ \frac{\cos(x)}{x} - \frac{\sin(x)}{x^2} & \text{for } x \neq 0 \end{cases}$	$[\approx -.217234, 1]$
Gaussian		$f(x) = e^{-x^2}$	$f'(x) = -2xe^{-x^2}$	$(0, 1]$

Фигура 4.35: Активационни функции [5]

Както е добре видно на Фиг. 4.35, за някои от активационните функции такова определяне на диапазона може да се окаже силно подвеждащо (примерно при синус функцията).

```
332
333         /*
334          * Return minimum and maximum values of the activation function output.
335          */
336         return new double[]{check[0], check[check.length - 1]};
337     }
338
339     /**
340      * {@inheritDoc}
341      */
342     @Override
343     public Engine onCreateEngine() {
344         return new WallpaperEngine();
345     }
346
347     /**
348      * Wallpaper engine class.
349      *
350      * @author Todor Balabanov
351      */
352     private class WallpaperEngine extends Engine {
353         /**
354          * Thread handler.
355          */
356         private final Handler handler = new Handler();
357
358         /**
359          * Paint object.
360          */
```

Фигура 4.36: Собствена реализация на наследения Engine клас и създаване на обект

Събитието за създаване на engine обект се предефинира, така че да се връща обект от нашия собствен клас за engine (Фиг. 4.36).

4.4 Двигател на услугата

Същинската работа за фоново пресмятане в услугата се извършва от обект, описан с частен вътрешен клас от тип „двигател“ (Engine).

```
VitoshaTradeWallpaperService  WallpaperEngine
38    /**
39     * Wallpaper engine class.
40     *
41     * @author Todor Balabanov
42     */
43    private class WallpaperEngine extends Engine {
44
45        /**
46         * Thread handler.
47         */
48        private final Handler handler = new Handler();
49
50        /**
51         * Paint object.
52         */
53        private final Paint paint = new Paint();
54
55        /**
56         * Neural network training cycle thread.
57         */
58        private final Runnable trainer = new Runnable() {
59            @Override
60            public void run() {
61                predict();
62                draw();
63                train();
64            }
65        };
66
67
```

Фигура 4.37: Вътрешни променливи за двигателя на услугата

В този двигател се използват три вътрешни променливи (Фиг. 4.37). Обектът от тип „четка“ (Paint) е само спомагателен и служи за еднократно определяне на характеристиките за изрисуване. Ползата е, че обектът бива създаден веднъж и след това се ползва през целия жизнен цикъл на услугата.

```
54
55      /**
56       * Neural network training cycle thread.
57       */
58      private final Runnable trainer = new Runnable() {
59          @Override
60          public void run() {
61              predict();
62              draw();
63              train();
64          }
65      };
66
67      /**
68       * Single neural network training cycle.
69       */
70      private void train() {
71          if (network == null) {
72              return;
73          }
74          if (examples == null) {
75              return;
76          }
77
78          train = new ResilientPropagation(network, examples);
79          train.iteration();
80          train.finishTraining();
81      }
82
```

Фигура 4.38: Единичен цикъл във фонов режим

За реалната работа на двигателя се дефинира отделна нишка (trainer), която да извършва операциите по генериране на прогноза, изчертаване на активния тапет и извършването на един цикъл от обучаващия процес на изкуствената невронна мрежа (Фиг. 4.38). Ефективното управление на нишки в Android се извършва с помощта на обекти „държател“ (Handler). Обектът държател поема отговорността по стартирането на нишката, спирането на нишката и реализацията на интервала за изчакване преди да бъде осъществено следващото събуждане на нишката.

```
57          */
58         private final Runnable trainer = new Runnable() {
59             @Override
60             public void run() {
61                 predict();
62                 draw();
63                 train();
64             }
65         };
66
67         /**
68          * Neural network prediction getter.
69          */
70         private void predict() {
71             if (forecast == null) {
72                 return;
73             }
74
75             output = network.compute(forecast);
76         }
77
78         /**
79          * Single neural network training cycle.
80          */
81         private void train() {
82             if (network == null) {
83                 return;
84             }
85             if (examples == null) {
86
```

Фигура 4.39: Изчисляване на прогноза

За да се изчисли прогноза, според текущото ниво на обученост на изкуствената невронна мрежа, е достатъчно мрежата да се активира в работен режим с подходящи данни към входния слой (Фиг. 4.39).

```
VitoshaTradeWallpaperService | WallpaperEngine | train()
70      private void predict() {
71          if (forecast == null) {
72              return;
73          }
74
75          output = network.compute(forecast);
76      }
77
78      /**
79       * Single neural network training cycle.
80       */
81      private void train() {
82          if (network == null) {
83              return;
84          }
85          if (examples == null) {
86              return;
87          }
88
89          train = new ResilientPropagation(network, examples);
90          train.iteration();
91          train.finishTraining();
92      }
93
94      /**
95       * Background drawing procedure.
96       *
97       * @param canvas Canvas object for background.
98       */
```

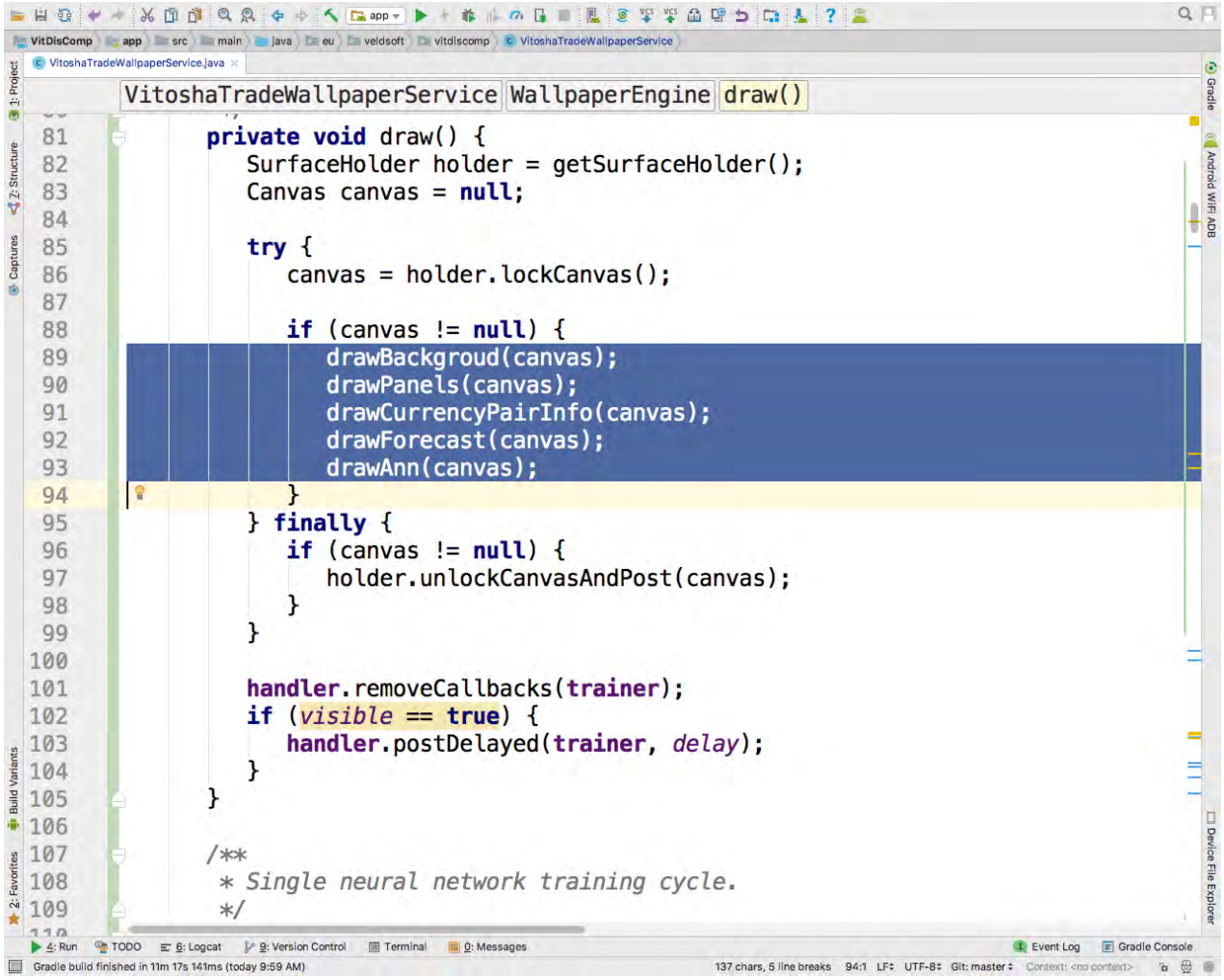
Фигура 4.40: Тренировъчен цикъл на изкуствената невронна мрежа

За да се осъществи един тренировъчен цикъл на изкуствената невронна мрежа, е достатъчно да се създаде тренировъчен обект (в случая от еластично обратно разпространение на грешката), към който се подават мрежата и тренировъчните примери (Фиг. 4.40).

```
77
78      /**
79       * Common drawing procedure.
80       */
81      private void draw() {
82          SurfaceHolder holder = getSurfaceHolder();
83          Canvas canvas = null;
84
85          try {
86              canvas = holder.lockCanvas();
87
88              if (canvas != null) {
89                  drawBackgroud(canvas);
90                  drawPanels(canvas);
91                  drawCurrencyPairInfo(canvas);
92                  drawForecast(canvas);
93                  drawAnn(canvas);
94              }
95          } finally {
96              if (canvas != null) {
97                  holder.unlockCanvasAndPost(canvas);
98              }
99          }
100
101         handler.removeCallbacks(trainer);
102         if (visible == true) {
103             handler.postDelayed(trainer, delay);
104         }
105     }
106
```

Фигура 4.41: Основна процедура по изрисуване на информацията от тренировъчния процес

Изрисуването на информацията от тренировъчния процес е организирано в отделна функция (Фиг. 4.41). За да бъде осъществена визуалното представяне, се осигурява достъп до повърхността и платното, което тя съдържа. В самия край на функцията за визуално представяне се взема решение дали ще се изпълни следващ цикъл на обучение или изпълнението ще бъде преустановено.



Фигура 4.42: Разбиване на задачата за визуално представяне

Добрите практики за писане на програмен код включват разбиване на една сложна задача в група от множество по-прости задачи. Този принцип е приложен по отношение на визуалното представяне като са създадени пет помощни функции (Фиг. 4.42). Първата функция изрисува фон, втората очертава полупрозрачни области за панелите, третата запълва панела с информация за валутната двойка, четвъртата показва информация в панела за текущо актуалната прогноза, а петата стилизиран модел на изкуствената невронна мрежа.

```
123     /**
124      * Background drawing procedure.
125      *
126      * @param canvas Canvas object for background.
127      */
128     private void drawBackground(Canvas canvas) {
129         // TODO Images should be loaded from an image server.
130         /*
131          * Change picture according the day in the year.
132          */
133         Bitmap image = BitmapFactory.decodeResource(
134                 VitoshaTradeWallpaperService.this.getResources(),
135                 IMAGES_IDS[Calendar.getInstance().
136                         get(Calendar.DAY_OF_YEAR) % IMAGES_IDS.length]);
137
138         /*
139          * Select random top-left corner for image clip.
140          */
141         int left = PRNG.nextInt( n: image.getWidth() - screenWidth);
142         int top = PRNG.nextInt( n: image.getHeight() - screenHeight);
143
144         /*
145          * Clip part of the image.
146          */
147         canvas.drawBitmap(image, new Rect(left, top,
148                         right: left + screenWidth - 1,
149                         bottom: top + screenHeight - 1),
150                 new Rect( left: 0,  top: 0,  right: screenWidth - 1,
151                         bottom: screenHeight - 1),  paint: null);
152     }
```

Фигура 4.43: Изрисуване на фона

За да бъде изрисуван фонът, се зарежда предварително подготвено изображение и от него се отрязва такова парче, че да пасва на размерите на екрана (Фиг. 4.43). Коя част от изображението да бъде използвана се определя на случаен принцип.

```
149                     bottom: top + screenHeight - 1),
150                 new Rect( left: 0,  top: 0,  right: screenWidth - 1,
151                     bottom: screenHeight - 1),  paint: null);
152         }
153
154         /**
155          * Panels drawing procedure.
156          *
157          * @param canvas Canvas object for panels drawing.
158          */
159         private void drawPanels(Canvas canvas) {
160             /*
161              * Panels.
162              */
163             paint.setColor(PANEL_BACKGROUND_COLOR);
164             for (Rect rectangle : panels) {
165                 canvas.drawRect(rectangle, paint);
166             }
167         }
168
169         /**
170          * Currency pair info drawing procedure.
171          *
172          * @param canvas Canvas object for currency pair info drawing.
173          */
174         private void drawCurrencyPairInfo(Canvas canvas) {
175             /*
176              * Time series info.
177              */
178
```

Фигура 4.44: Изрисуване на областите за служебна информация

Веднага след изрисуването на фона се изрисуват и полупрозрачните петна за визуално представяне на информацията от процеса по обучението (Фиг. 4.44). Похватът за полупрозрачност е нужен, за да се избегне страничният ефект от сливане на цветове между служебната информация и фона.

```
163            paint.setColor(PANEL_BACKGROUND_COLOR);
164            for (Rect rectangle : panels) {
165                canvas.drawRect(rectangle, paint);
166            }
167        }
168
169        /**
170         * Currency pair info drawing procedure.
171         *
172         * @param canvas Canvas object for currency pair info drawing.
173         */
174        private void drawCurrencyPairInfo(Canvas canvas) {
175            /*
176             * Time series info.
177             */
178            int textSize = (panels[0].bottom - panels[0].top) / 5;
179            paint.setTextSize(textSize);
180            paint.setColor(PANEL_TEXT_COLOR);
181            canvas.drawText( text: "" + InputData.SYMBOL,
182                    x: GAP_BETWEEN_PANELS + panels[0].left,
183                    y: GAP_BETWEEN_PANELS + panels[0].top + textSize, paint);
184            canvas.drawText( text: "" + TimePeriod.value(InputData.PERIOD),
185                    x: GAP_BETWEEN_PANELS + panels[0].left,
186                    y: GAP_BETWEEN_PANELS + panels[0].top + 2 * textSize, paint);
187        }
188
189        /**
190         * Forecast drawing procedure.
191         *
```

Фигура 4.45: Изрисуване на информацията за валутната двойка

Информацията за валутната двойка се състои от название и времеви интервал на финансовия времеви ред (Фиг. 4.45).

```
VitoshaTradeWallpaperService | WallpaperEngine | drawForecast()
187         }
188
189         /**
190          * Forecast drawing procedure.
191          *
192          * @param canvas Canvas object for forecast drawing.
193          */
194         private void drawForecast(Canvas canvas) {
195             /*
196              * Forecast.
197              */
198             int x = panels[1].left;
199             int y = panels[1].bottom;
200             int width = panels[1].right - panels[1].left;
201             int height = panels[1].bottom - panels[1].top;
202
203             /*
204              * Output layer activation function is used because input layer has no a
205              */
206             double range[] = findLowAndHigh(network.getActivation(2));
207
208             /*
209              * Total number of values to be visualized.
210              */
211             int numberOfValues = network.getLayerNeuronCount(0) + network.getLayerNe
212
213             /*
214              * Visualize past data.
215              */
216
```

Фигура 4.46: Позиция и размери за визуално представяне на прогнозата

Визуалното представяне на прогнозата изисква малко по-сложни пресмятания, така че информацията от входа и изхода да се поместят в рамките на определеното петно. За да бъде изпълнена тази задача, се вземат координатите и размерите на определената област (Фиг. 4.46).

```
193         */
194        private void drawForecast(Canvas canvas) {
195            /*
196             * Forecast.
197             */
198            int x = panels[1].left;
199            int y = panels[1].bottom;
200            int width = panels[1].right - panels[1].left;
201            int height = panels[1].bottom - panels[1].top;
202
203            /*
204             * Output layer activation function is used because input layer
205             * has no activation function.
206             */
207            double range[] = findLowAndHigh(network.getActivation(layer: 2));
208
209            /*
210             * Total number of values to be visualized.
211             */
212            int numberOfValues = network.getLayerNeuronCount(0) +
213                    network.getLayerNeuronCount(2);
214
215            /*
216             * Visualize past data.
217             */
218            paint.setColor(CHART_COLORS[0]);
219            for (int i = 0; forecast.getData() != null &&
220                    i < forecast.getData().length; i++) {
221                int offset = (int) (height * (forecast.getData()[i] - range[0]) /
222
```

Фигура 4.47: Обхват на данните по ширина и височина

За да бъдат визуализирани данните, е от съществено значение да се определи минималната и максималната стойности за вход-изхода, както и броят стойности, които ще бъдат визуализирани (Фиг. 4.47). В случая броят стойности за визуално представяне съвпада със сумата от броя входни въздействия и броя изходни сигнали.

```
214
215         /*
216          * Visualize past data.
217          */
218         paint.setColor(CHART_COLORS[0]);
219         for (int i = 0; forecast.getData() != null &&
220                 i < forecast.getData().length; i++) {
221             int offset = (int) (height * (forecast.getData()[i] - range[0]) /
222                     (range[1] - range[0]));
223             for (int dx = 0; dx < width / numberOfValues; dx++) {
224                 canvas.drawLine(x, y, x, stopY: y - offset, paint);
225                 x++;
226             }
227         }
228
229         /*
230          * Visualize future data.
231          */
232         paint.setColor(CHART_COLORS[1]);
233         for (int i = 0; output.getData() != null &&
234                 i < output.getData().length; i++) {
235             int offset = (int) (height * (output.getData()[i] - range[0]) /
236                     (range[1] - range[0]));
237             for (int dx = 0; dx < width / numberOfValues; dx++) {
238                 canvas.drawLine(x, y, x, stopY: y - offset, paint);
239                 x++;
240             }
241         }
242     }
243
```

Фигура 4.48: Цикли за визуално представяне на стълбовете от времевия реди и прогнозата

Данните за отминалия период от време се показват с един цвят, а данните за прогнозата в друг цвят (Фиг. 4.48). Самата визуално представяне представлява стълбова диаграма (bar-chart) на входните данни и на прогнозата.

```
240            }
241        }
242    }
243
244    /**
245     * Neural networ drawing procedure.
246     *
247     * @param canvas Canvas object for neural network drawing.
248     */
249    private void drawAnn(Canvas canvas) {
250        /*
251         * Artificial neural network.
252         */
253        double topology[][] = {
254            forecast.getData(),
255            new double[network.getLayerNeuronCount(0) *
256                    network.getLayerNeuronCount(1)],
257            new double[network.getLayerNeuronCount(1)],
258            new double[network.getLayerNeuronCount(1) *
259                    network.getLayerNeuronCount(2)],
260            output.getData()
261        };
262
263        /*
264         * At the first index is the low value. At the second index is the high
265         * value.
266         *
267         * There is a problem with this approach, because some activation
268         * functions are zero if the argument is infinity.
269
```

Фигура 4.49: Топология на изкуствената невронна мрежа, която се визуализира

В третата област за визуално представяне се изрисува стилизирана информация за състоянието на изкуствената невронна мрежа. Областта е правоъгълна и бива разделена на пет вертикални зони: 1. Стойности на невроните във входния слой; 2. Стойности на теглата между входния и скрития слой; 3. Стойности на невроните в скрития слой; 4. Стойности на теглата между скрития и изходния слой; 5. Стойности на невроните в изходния слой (Фиг. 4.49).

```
VitoshaTradeWallpaperService | WallpaperEngine | drawAnn()
261            };
262
263            /*
264             * At the first index is the low value. At the second index is
265             * the high value.
266             *
267             * There is a problem with this approach, because some activation
268             * functions are zero if the argument is infinity.
269             *
270             * The fist layer has no activation function.
271             */
272            double range[] = findLowAndHigh(network.getActivation(layer: 2));
273
274            /*
275             * Scale input layer data.
276             */
277            for (int i = 0; i < topology[0].length; i++) {
278                topology[0][i] = (topology[0][i] - range[0]) /
279                        (range[1] - range[0]);
280            }
281
282            /*
283             * Scale output layer data.
284             */
285            for (int i = 0; i < topology[4].length; i++) {
286                topology[4][i] = (topology[4][i] - range[0]) /
287                        (range[1] - range[0]);
288            }
289
290            for (int i = 0, m = 0, n = 0; i < topology[1].length; i++) {
```

Фигура 4.50: Мащабиране на входната и изходната информация

Информацията за входа и изхода се преоразмерява спрямо минималните и максималните стойности с които работят невроните в изходния слой (Фиг. 4.50). Приложена е формулата за MinMax Scaling (4.1).

$$X_{sc} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \tag{4.1}$$

Невроните във входния слой на практика не би трябвало да имат ограничение от активационна функция, тъй като те само събират информацията от външния свят.

```
286            topology[4][i] = (topology[4][i] - range[0]) /
287                    (range[1] - range[0]);
288        }
289
290        for (int i = 0, m = 0, n = 0; i < topology[1].length; i++) {
291            if (n >= network.getLayerNeuronCount(l: 1)) {
292                n = 0;
293                m++;
294            }
295            if (m >= network.getLayerNeuronCount(l: 0)) {
296                m = 0;
297            }
298            topology[1][i] = network.getWeight(fromLayer: 0, m, n);
299            n++;
300        }
301
302        for (int i = 0, m = 0, n = 0; i < topology[3].length; i++) {
303            if (n >= network.getLayerNeuronCount(l: 2)) {
304                n = 0;
305                m++;
306            }
307            if (m >= network.getLayerNeuronCount(l: 1)) {
308                m = 0;
309            }
310            topology[3][i] = network.getWeight(fromLayer: 1, m, n);
311            n++;
312        }
313
314        /*
```

Фигура 4.51: Стойности на теглата между слоевете

Следва определянето на теглата между слоевете (Фиг. 4.51).

```
VitoshaTradeWallpaperService.java
VitoshaTradeWallpaperService | WallpaperEngine | drawAnn()
305                 m++;
306             }
307             if (m >= network.getLayerNeuronCount( l: 1)) {
308                 m = 0;
309             }
310             topology[3][i] = network.getWeight( fromLayer: 1, m, n);
311             n++;
312         }
313
314         /*
315          * Hidden layer values. Activation function of the second layer
316          * is used for scaling.
317          */
318         range = findLowAndHigh(network.getActivation( layer: 1));
319         for (int i = 0; i < topology[2].length; i++) {
320             topology[2][i] = (network.getLayerOutput( layer: 1, i) - range[0]) /
321                     (range[1] - range[0]);
322         }
323
324         /*
325          * Normalize weights.
326          */
327         double min = Double.MAX_VALUE;
328         double max = Double.MIN_VALUE;
329         for (double value : topology[1]) {
330             if (value < min) {
331                 min = value;
332             }
333             if (value > max) {
```

Фигура 4.52: Мащабиране на стойностите в скрития слой

И финално за средната вертикална област се определят стойностите за скрития слой, мащабирани спрямо минималното и максималното ниво на активационната функция, приложена в него (Фиг. 4.52).

```
323
324         /*
325          * Weights normalization.
326          */
327         double min = Double.MAX_VALUE;
328         double max = Double.MIN_VALUE;
329         for (double value : topology[1]) {
330             if (value < min) {
331                 min = value;
332             }
333             if (value > max) {
334                 max = value;
335             }
336         }
337         for (double value : topology[3]) {
338             if (value < min) {
339                 min = value;
340             }
341             if (value > max) {
342                 max = value;
343             }
344         }
345         for (int i = 0; i < topology[1].length; i++) {
346             topology[1][i] = (topology[1][i] - min) / (max - min);
347         }
348         for (int i = 0; i < topology[3].length; i++) {
349             topology[3][i] = (topology[3][i] - min) / (max - min);
350         }
351
352
```

Фигура 4.53: Нормализиране на стойностите за теглата

За да бъде визуализирана информацията за теглата, е нужно стойностите им да се нормализират спрямо най-малката и най-голямата стойност измежду тях (Фиг. 4.53).

```
VitoshaTradeWallpaperService WallpaperEngine
350  }
351
352  /*
353   * Draw topology.
354   */
355  int width = panels[2].right - panels[2].left;
356  int height = panels[2].bottom - panels[2].top;
357  for (int x = panels[2].left, k = 0; k < ANN_COLORS.length;
358       x += width / ANN_COLORS.length, k++) {
359     for (int dx = 0; dx < width / ANN_COLORS.length; dx++) {
360       for (int y = panels[2].top, l = 0; y < panels[2].bottom &&
361               l < topology[k].length; y += height / topology[k].length, l++) {
362         for (int dy = 0; dy < height / topology[k].length; dy++) {
363           paint.setColor(ANN_COLORS[k]);
364           paint.setColor(Color.argb(Color.alpha(ANN_COLORS[k]),
365                   (int) (Color.red(ANN_COLORS[k]) * topology[k][l]),
366                   (int) (Color.green(ANN_COLORS[k]) * topology[k][l]),
367                   (int) (Color.blue(ANN_COLORS[k]) * topology[k][l])));
368           canvas.drawPoint( x: x + dx, y: y + dy, paint);
369         }
370       }
371     }
372  }
373
374
375  *
376   Constructor without parameters.
377  /
378  blic WallpaperEngine() {
379
```

Фигура 4.54: Изрисуване на топологията

Така подготвените предварително данни с лекота биват визуализирани от група вложени цикли (Фиг. 4.54).

```
365                                 (int) (Color.red(ANN_COLORS[k]) * topology[k][l]),
366                                 (int) (Color.green(ANN_COLORS[k]) * topology[k][l]),
367                                 (int) (Color.blue(ANN_COLORS[k]) * topology[k][l])))
368                             canvas.drawPoint( x: x + dx,  y: y + dy, paint);
369                         }
370                     }
371                 }
372             }
373         }
374
375         /**
376          * Constructor without parameters.
377          */
378         public WallpaperEngine() {
379             super();
380             handler.post(trainer);
381         }
382
383         /**
384          * {@inheritDoc}
385          */
386         @Override
387         public void onVisibilityChanged(boolean visible) {
388             VitoshaTradeWallpaperService.visible = visible;
389
390             /*
391              * Do calculations only if the wallpaper is visible.
392              */
393             if (visible == true) {
394
```

Фигура 4.55: Конструктор на двигателя за услугата

Конструкторът на двигателя на услугата има единствената задача да зареди нишката за изпълнение (Фиг. 4.55).

```
374
375     /**
376      * Constructor without parameters.
377      */
378     public WallpaperEngine() {
379         super();
380         handler.post(trainer);
381     }
382
383     /**
384      * {@inheritDoc}
385      */
386     @Override
387     public void onVisibilityChanged(boolean visible) {
388         VitoshaTradeWallpaperService.visible = visible;
389
390         /*
391          * Do calculations only if the wallpaper is visible.
392          */
393         if (visible == true) {
394             handler.post(trainer);
395         } else {
396             handler.removeCallbacks(trainer);
397         }
398     }
399
400     /**
401      * {@inheritDoc}
402      */
```

Фигура 4.56: Промяна във видимостта на активния тапет

Когато видимостта на активния тапет бъде променена, се активира събитие onVisibilityChanged, в което се определя дали нишката да бъде активирана отново или викането й да бъде преустановено (Фиг. 4.56).

```
381         }
382
383         /**
384          * {@inheritDoc}
385          */
386         @Override
387         public void onVisibilityChanged(boolean visible) {
388             VitoshaTradeWallpaperService.visible = visible;
389
390             /*
391              * Do calculations only if the wallpaper is visible.
392              */
393             if (visible == true) {
394                 handler.post(trainer);
395             } else {
396                 handler.removeCallbacks(trainer);
397             }
398         }
399
400         /**
401          * {@inheritDoc}
402          */
403         @Override
404         public void onSurfaceDestroyed(SurfaceHolder holder) {
405             super.onSurfaceDestroyed(holder);
406             VitoshaTradeWallpaperService.visible = false;
407             handler.removeCallbacks(trainer);
408         }
409
410
```

Фигура 4.57: Спиране на пресмятанията при разрушаване на повърхността за изрисуване

При събитие за унищожаване на рисувателната площ, се вдига флаг за спиране на изчисленията и нишката отговорна за тях се премахва от опашката за изпълнение (Фиг. 4.57).

```
408        }
409
410        /**
411         * {@inheritDoc}
412         */
413        @Override
414        public void onSurfaceChanged(SurfaceHolder holder,
415                                     int format, int width, int height) {
416            super.onSurfaceChanged(holder, format, width, height);
417
418            screenWidth = width;
419            screenHeight = height;
420
421            SharedPreferences preferences = PreferenceManager
422                    .getDefaultSharedPreferences(
423                            context: VitoshaTradeWallpaperService.this);
424
425            int panelsSideSize = Integer.parseInt(
426                    preferences.getString( s: "sizing",  s1: "100"));
427
428            switch (preferences.getString( s: "positioning",  s1: "0 0")) {
429                case "lt":
430                    panels[0].left = GAP_BETWEEN_PANELS;
431                    panels[0].top = GAP_BETWEEN_PANELS;
432                    panels[0].right = GAP_BETWEEN_PANELS + panelsSideSize;
433                    panels[0].bottom = panelsSideSize + GAP_BETWEEN_PANELS;
434
435                    panels[1].left = GAP_BETWEEN_PANELS;
436                    panels[1].top = 2 * GAP_BETWEEN_PANELS + panelsSideSize;
437
```

Фигура 4.58: Размер на зоните за изрисуване

Когато настъпи промяна в площта за изрисуване на активния тапет, е нужно да се вземат серия мерки по преизчисляване на размерите. Такова събитие примерно настъпва, когато устройството сменя визуалното представане от портретна в пейзажна или обратното. Първата характеристика която се следи е размерът на петната за визуално представяне (Фиг. 4.58).

```
422                 .getDefaultSharedPreferences(
423                         context: VitoshaTradeWallpaperService.this);
424
425         int panelsSideSize = Integer.parseInt(
426                 preferences.getString( s: "sizing",  s1: "100"));
427
428         switch (preferences.getString( s: "positioning",  s1: "0 0")) {
429             case "lt":
430                 panels[0].left = GAP_BETWEEN_PANELS;
431                 panels[0].top = GAP_BETWEEN_PANELS;
432                 panels[0].right = GAP_BETWEEN_PANELS + panelsSideSize;
433                 panels[0].bottom = panelsSideSize + GAP_BETWEEN_PANELS;
434
435                 panels[1].left = GAP_BETWEEN_PANELS;
436                 panels[1].top = 2 * GAP_BETWEEN_PANELS + panelsSideSize;
437                 panels[1].right = GAP_BETWEEN_PANELS + panelsSideSize;
438                 panels[1].bottom = 2 * GAP_BETWEEN_PANELS + 2 * panelsSideSize;
439
440                 panels[2].left = GAP_BETWEEN_PANELS;
441                 panels[2].top = 3 * GAP_BETWEEN_PANELS + 2 * panelsSideSize;
442                 panels[2].right = GAP_BETWEEN_PANELS + panelsSideSize;
443                 panels[2].bottom = 3 * GAP_BETWEEN_PANELS + 3 * panelsSideSize;
444                 break;
445             case "ct":
446                 panels[0].left = width / 2 - panelsSideSize / 2;
447                 panels[0].top = GAP_BETWEEN_PANELS;
448                 panels[0].right = width / 2 + panelsSideSize / 2;
449                 panels[0].bottom = panelsSideSize + GAP_BETWEEN_PANELS;
450
```

Фигура 4.59: Координати и размери на областите за визуално представяне - горе-ляво

```
437                 panels[1].right = GAP_BETWEEN_PANELS + panelsSideSize;
438                 panels[1].bottom = 2 * GAP_BETWEEN_PANELS + 2 * panelsSideSize;
439
440                 panels[2].left = GAP_BETWEEN_PANELS;
441                 panels[2].top = 3 * GAP_BETWEEN_PANELS + 2 * panelsSideSize;
442                 panels[2].right = GAP_BETWEEN_PANELS + panelsSideSize;
443                 panels[2].bottom = 3 * GAP_BETWEEN_PANELS + 3 * panelsSideSize;
444                 break;
445             case "ct":
446                 panels[0].left = width / 2 - panelsSideSize / 2;
447                 panels[0].top = GAP_BETWEEN_PANELS;
448                 panels[0].right = width / 2 + panelsSideSize / 2;
449                 panels[0].bottom = panelsSideSize + GAP_BETWEEN_PANELS;
450
451                 panels[1].left = width / 2 - panelsSideSize / 2;
452                 panels[1].top = 2 * GAP_BETWEEN_PANELS + panelsSideSize;
453                 panels[1].right = width / 2 + panelsSideSize / 2;
454                 panels[1].bottom = 2 * GAP_BETWEEN_PANELS + 2 * panelsSideSize;
455
456                 panels[2].left = width / 2 - panelsSideSize / 2;
457                 panels[2].top = 3 * GAP_BETWEEN_PANELS + 2 * panelsSideSize;
458                 panels[2].right = width / 2 + panelsSideSize / 2;
459                 panels[2].bottom = 3 * GAP_BETWEEN_PANELS + 3 * panelsSideSize;
460                 break;
461             case "rt":
462                 panels[0].left = width - panelsSideSize - GAP_BETWEEN_PANELS;
463                 panels[0].top = GAP_BETWEEN_PANELS;
464                 panels[0].right = width - GAP_BETWEEN_PANELS;
465                 panels[0].bottom = panelsSideSize + GAP_BETWEEN_PANELS;
```

Фигура 4.60: Координати и размери на областите за визуално представяне - горе-център

```
451                 panels[1].left = width / 2 - panelsSideSize / 2;
452                 panels[1].top = 2 * GAP_BETWEEN_PANELS + panelsSideSize;
453                 panels[1].right = width / 2 + panelsSideSize / 2;
454                 panels[1].bottom = 2 * GAP_BETWEEN_PANELS + 2 * panelsSideSize;
455
456                 panels[2].left = width / 2 - panelsSideSize / 2;
457                 panels[2].top = 3 * GAP_BETWEEN_PANELS + 2 * panelsSideSize;
458                 panels[2].right = width / 2 + panelsSideSize / 2;
459                 panels[2].bottom = 3 * GAP_BETWEEN_PANELS + 3 * panelsSideSize;
460                 break;
461             case "rt":
462                 panels[0].left = width - panelsSideSize - GAP_BETWEEN_PANELS;
463                 panels[0].top = GAP_BETWEEN_PANELS;
464                 panels[0].right = width - GAP_BETWEEN_PANELS;
465                 panels[0].bottom = panelsSideSize + GAP_BETWEEN_PANELS;
466
467                 panels[1].left = width - panelsSideSize - GAP_BETWEEN_PANELS;
468                 panels[1].top = 2 * GAP_BETWEEN_PANELS + panelsSideSize;
469                 panels[1].right = width - GAP_BETWEEN_PANELS;
470                 panels[1].bottom = 2 * GAP_BETWEEN_PANELS + 2 * panelsSideSize;
471
472                 panels[2].left = width - panelsSideSize - GAP_BETWEEN_PANELS;
473                 panels[2].top = 3 * GAP_BETWEEN_PANELS + 2 * panelsSideSize;
474                 panels[2].right = width - GAP_BETWEEN_PANELS;
475                 panels[2].bottom = 3 * GAP_BETWEEN_PANELS + 3 * panelsSideSize;
476                 break;
477             case "lc":
478                 panels[0].left = GAP_BETWEEN_PANELS;
479                 panels[0].top = height / 2 - panelsSideSize / 2 -
```

Фигура 4.61: Координати и размери на областите за визуално представяне - горе-дясно

```
473                 panels[2].top = 3 * GAP_BETWEEN_PANELS + 2 * panelsSideSize;
474                 panels[2].right = width - GAP_BETWEEN_PANELS;
475                 panels[2].bottom = 3 * GAP_BETWEEN_PANELS + 3 * panelsSideSize;
476                 break;
477             case "lc":
478                 panels[0].left = GAP_BETWEEN_PANELS;
479                 panels[0].top = height / 2 - panelsSideSize / 2 -
480                         GAP_BETWEEN_PANELS - panelsSideSize;
481                 panels[0].right = GAP_BETWEEN_PANELS + panelsSideSize;
482                 panels[0].bottom = height / 2 - panelsSideSize / 2 -
483                         GAP_BETWEEN_PANELS;
484
485                 panels[1].left = GAP_BETWEEN_PANELS;
486                 panels[1].top = height / 2 - panelsSideSize / 2;
487                 panels[1].right = GAP_BETWEEN_PANELS + panelsSideSize;
488                 panels[1].bottom = height / 2 + panelsSideSize / 2;
489
490                 panels[2].left = GAP_BETWEEN_PANELS;
491                 panels[2].top = height / 2 + panelsSideSize / 2 +
492                         GAP_BETWEEN_PANELS;
493                 panels[2].right = GAP_BETWEEN_PANELS + panelsSideSize;
494                 panels[2].bottom = height / 2 + panelsSideSize / 2 +
495                         GAP_BETWEEN_PANELS + panelsSideSize;
496                 break;
497             case "cc":
498                 panels[0].left = width / 2 - panelsSideSize / 2;
499                 panels[0].top = height / 2 - panelsSideSize / 2 -
500                         GAP_BETWEEN_PANELS - panelsSideSize;
501                 panels[0].right = width / 2 + panelsSideSize / 2;
```

Фигура 4.62: Координати и размери на областите за визуално представяне - център-ляво

```
492                 GAP_BETWEEN_PANELS;
493             panels[2].right = GAP_BETWEEN_PANELS + panelsSideSize;
494             panels[2].bottom = height / 2 + panelsSideSize / 2 +
495                     GAP_BETWEEN_PANELS + panelsSideSize;
496             break;
497         case "cc":
498             panels[0].left = width / 2 - panelsSideSize / 2;
499             panels[0].top = height / 2 - panelsSideSize / 2 -
500                     GAP_BETWEEN_PANELS - panelsSideSize;
501             panels[0].right = width / 2 + panelsSideSize / 2;
502             panels[0].bottom = height / 2 - panelsSideSize / 2 -
503                     GAP_BETWEEN_PANELS;
504
505             panels[1].left = width / 2 - panelsSideSize / 2;
506             panels[1].top = height / 2 - panelsSideSize / 2;
507             panels[1].right = width / 2 + panelsSideSize / 2;
508             panels[1].bottom = height / 2 + panelsSideSize / 2;
509
510             panels[2].left = width / 2 - panelsSideSize / 2;
511             panels[2].top = height / 2 + panelsSideSize / 2 +
512                     GAP_BETWEEN_PANELS;
513             panels[2].right = width / 2 + panelsSideSize / 2;
514             panels[2].bottom = height / 2 + panelsSideSize / 2 +
515                     GAP_BETWEEN_PANELS + panelsSideSize;
516             break;
517         case "rc":
518             panels[0].left = width - panelsSideSize - GAP_BETWEEN_PANELS;
519             panels[0].top = height / 2 - panelsSideSize / 2 -
520                     GAP_BETWEEN_PANELS - panelsSideSize;
```

Фигура 4.63: Координати и размери на областите за визуално представяне - център-център

```
512                 GAP_BETWEEN_PANELS;
513             panels[2].right = width / 2 + panelsSideSize / 2;
514             panels[2].bottom = height / 2 + panelsSideSize / 2 +
515                     GAP_BETWEEN_PANELS + panelsSideSize;
516             break;
517         case "rc":
518             panels[0].left = width - panelsSideSize - GAP_BETWEEN_PANELS;
519             panels[0].top = height / 2 - panelsSideSize / 2 -
520                     GAP_BETWEEN_PANELS - panelsSideSize;
521             panels[0].right = width - GAP_BETWEEN_PANELS;
522             panels[0].bottom = height / 2 - panelsSideSize / 2 -
523                     GAP_BETWEEN_PANELS;
524
525             panels[1].left = width - panelsSideSize - GAP_BETWEEN_PANELS;
526             panels[1].top = height / 2 - panelsSideSize / 2;
527             panels[1].right = width - GAP_BETWEEN_PANELS;
528             panels[1].bottom = height / 2 + panelsSideSize / 2;
529
530             panels[2].left = width - panelsSideSize - GAP_BETWEEN_PANELS;
531             panels[2].top = height / 2 + panelsSideSize / 2 +
532                     GAP_BETWEEN_PANELS;
533             panels[2].right = width - GAP_BETWEEN_PANELS;
534             panels[2].bottom = height / 2 + panelsSideSize / 2 +
535                     GAP_BETWEEN_PANELS + panelsSideSize;
536             break;
537         case "lb":
538             panels[0].left = GAP_BETWEEN_PANELS;
539             panels[0].top = height - 3 * GAP_BETWEEN_PANELS - 3 *
540                     panelsSideSize;
```

Фигура 4.64: Координати и размери на областите за визуално представяне - център-дясно

```
533                 panels[2].right = width - GAP_BETWEEN_PANELS;
534                 panels[2].bottom = height / 2 + panelsSideSize / 2 +
535                         GAP_BETWEEN_PANELS + panelsSideSize;
536                 break;
537             case "lb":
538                 panels[0].left = GAP_BETWEEN_PANELS;
539                 panels[0].top = height - 3 * GAP_BETWEEN_PANELS - 3 *
540                         panelsSideSize;
541                 panels[0].right = GAP_BETWEEN_PANELS + panelsSideSize;
542                 panels[0].bottom = height - 3 * GAP_BETWEEN_PANELS - 2 *
543                         panelsSideSize;
544
545                 panels[1].left = GAP_BETWEEN_PANELS;
546                 panels[1].top = height - 2 * GAP_BETWEEN_PANELS - 2 *
547                         panelsSideSize;
548                 panels[1].right = GAP_BETWEEN_PANELS + panelsSideSize;
549                 panels[1].bottom = height - 2 * GAP_BETWEEN_PANELS -
550                         panelsSideSize;
551
552                 panels[2].left = GAP_BETWEEN_PANELS;
553                 panels[2].top = height - GAP_BETWEEN_PANELS - panelsSideSize;
554                 panels[2].right = GAP_BETWEEN_PANELS + panelsSideSize;
555                 panels[2].bottom = height - GAP_BETWEEN_PANELS;
556                 break;
557             case "cb":
558                 panels[0].left = width / 2 - panelsSideSize / 2;
559                 panels[0].top = height - 3 * GAP_BETWEEN_PANELS - 3 *
560                         panelsSideSize;
561                 panels[0].right = width / 2 + panelsSideSize / 2;
```

Фигура 4.65: Координати и размери на областите за визуално представяне - долу-ляво

```
554                 panels[2].right = GAP_BETWEEN_PANELS + panelsSideSize;
555                 panels[2].bottom = height - GAP_BETWEEN_PANELS;
556                 break;
557             case "cb":
558                 panels[0].left = width / 2 - panelsSideSize / 2;
559                 panels[0].top = height - 3 * GAP_BETWEEN_PANELS - 3 *
560                         panelsSideSize;
561                 panels[0].right = width / 2 + panelsSideSize / 2;
562                 panels[0].bottom = height - 3 * GAP_BETWEEN_PANELS - 2 *
563                         panelsSideSize;
564
565                 panels[1].left = width / 2 - panelsSideSize / 2;
566                 panels[1].top = height - 2 * GAP_BETWEEN_PANELS - 2 *
567                         panelsSideSize;
568                 panels[1].right = width / 2 + panelsSideSize / 2;
569                 panels[1].bottom = height - 2 * GAP_BETWEEN_PANELS -
570                         panelsSideSize;
571
572                 panels[2].left = width / 2 - panelsSideSize / 2;
573                 panels[2].top = height - GAP_BETWEEN_PANELS - panelsSideSize;
574                 panels[2].right = width / 2 + panelsSideSize / 2;
575                 panels[2].bottom = height - GAP_BETWEEN_PANELS;
576                 break;
577             case "rb":
578                 panels[0].left = width - panelsSideSize - GAP_BETWEEN_PANELS;
579                 panels[0].top = height - 3 * GAP_BETWEEN_PANELS - 3 *
580                         panelsSideSize;
581                 panels[0].right = width - GAP_BETWEEN_PANELS;
582                 panels[0].bottom = height - 3 * GAP_BETWEEN_PANELS - 2 *
```

Фигура 4.66: Координати и размери на областите за визуално представяне - долу-център

```
570                 panelsSideSize;
571
572             panels[2].left = width / 2 - panelsSideSize / 2;
573             panels[2].top = height - GAP_BETWEEN_PANELS - panelsSideSize;
574             panels[2].right = width / 2 + panelsSideSize / 2;
575             panels[2].bottom = height - GAP_BETWEEN_PANELS;
576             break;
577         case "rb":
578             panels[0].left = width - panelsSideSize - GAP_BETWEEN_PANELS;
579             panels[0].top = height - 3 * GAP_BETWEEN_PANELS - 3 *
580                     panelsSideSize;
581             panels[0].right = width - GAP_BETWEEN_PANELS;
582             panels[0].bottom = height - 3 * GAP_BETWEEN_PANELS - 2 *
583                     panelsSideSize;
584
585             panels[1].left = width - panelsSideSize - GAP_BETWEEN_PANELS;
586             panels[1].top = height - 2 * GAP_BETWEEN_PANELS - 2 *
587                     panelsSideSize;
588             panels[1].right = width - GAP_BETWEEN_PANELS;
589             panels[1].bottom = height - 2 * GAP_BETWEEN_PANELS -
590                     panelsSideSize;
591
592             panels[2].left = width - panelsSideSize - GAP_BETWEEN_PANELS;
593             panels[2].top = height - GAP_BETWEEN_PANELS - panelsSideSize;
594             panels[2].right = width - GAP_BETWEEN_PANELS;
595             panels[2].bottom = height - GAP_BETWEEN_PANELS;
596             break;
597         default:
598             break;
```

Фигура 4.67: Координати и размери на областите за визуално представяне - долу-дясно

На потребителя е позволено да избере в коя част на активния тапет да бъдат позиционирани зоните за визуално представяне. Възможностите по хоризонтала са ляво, център и дясно, а възможностите по вертикала са горе, център и долу.

```
VitoshaTradeWallpaperService | WallpaperEngine | onSurfaceChanged()
580                     panelsSideSize;
581                 panels[0].right = width - GAP_BETWEEN_PANELS;
582                 panels[0].bottom = height - 3 * GAP_BETWEEN_PANELS - 2 *
583                         panelsSideSize;
584
585                 panels[1].left = width - panelsSideSize - GAP_BETWEEN_PANELS;
586                 panels[1].top = height - 2 * GAP_BETWEEN_PANELS - 2 *
587                         panelsSideSize;
588                 panels[1].right = width - GAP_BETWEEN_PANELS;
589                 panels[1].bottom = height - 2 * GAP_BETWEEN_PANELS -
590                         panelsSideSize;
591
592                 panels[2].left = width - panelsSideSize - GAP_BETWEEN_PANELS;
593                 panels[2].top = height - GAP_BETWEEN_PANELS - panelsSideSize;
594                 panels[2].right = width - GAP_BETWEEN_PANELS;
595                 panels[2].bottom = height - GAP_BETWEEN_PANELS;
596                 break;
597             default:
598                 break;
599         }
600
601         delay = Long.parseLong(preferences.getString( s: "loading",
602                 s1: "" + DEFAULT_DELAY));
603     }
604 }
605
606 /**
607  * Pseudo-random number generator.
608  */
```

Фигура 4.68: Натоварване на системата за фонови пресмятания

Последната характеристика, която потребителят има възможност да контролира, е до каква степен мобилното му устройство да бъде натоварвано с фонови пресмятания (Фиг. 4.68).

4.5 Представяне на информацията върху локалното устройство

Ефективността от изчисленията значително се повишава, ако локалните изчислителни възли разполагат с възможност за локално съхранение на изходни данни и пресметнати резултати.

```
TimePeriod NONE
2
3   /**
4    * Time series fixed time periods.
5    *
6    * @author Todor Balabanov
7    */
8   enum TimePeriod {
9
10      /**
11       * No time period at all.
12       */
13      NONE(0, ""),
14
15      /**
16       * One minute.
17       */
18      M1(1, "M1"),
19
20      /**
21       * Five minutes.
22       */
23      M5(5, "M5"),
24
25      /**
26       * Fifteen minutes.
27       */
28      M15(15, "M15"),
29
30      /**
31
```

Фигура 4.69: Константи за интервалите на времевия ред (0 до 15)

За нуждите на това локално представяне се ползва помощен тип данни от изброен тип, който обозначава разстоянието между две отчитания във финансовите времеви редове (Фиг. 4.69, 4.70).

```
30      /**
31       * Thirty minutes.
32       */
33      M30(30, "M30"),
34
35      /**
36       * One hour.
37       */
38      H1(60, "H1"),
39
40      /**
41       * Four hours.
42       */
43      H4(240, "H4"),
44
45      /**
46       * One day.
47       */
48      D1(1440, "D1"),
49
50      /**
51       * One week.
52       */
53      W1(10080, "W1"),
54
55      /**
56       * One month.
57       */
58      MN1(43200, "MN1");
```

Фигура 4.70: Константи за интервалите на времевия ред (30 до 43200)

Интервалите в използваните времеви редове се определят на база брой минути като най-краткият интервал е една минута. Описването на интервалите става с две променливи - название и брой минути (Фиг. 4.71).

```
56      * One month.
57      */
58     MN1(43200, "MN1");
59
60     /**
61      * Time period as number of minutes.
62      */
63     private int minutes;
64
65     /**
66      * Time period as text description.
67      */
68     private String name;
69
70     /**
71      * Factory function for object reference from time interval.
72      *
73      * @param minutes Time interval in minutes.
74      * @return Time period as object.
75      * @throws RuntimeException Rise exception if there is no such time interval
76      */
77     static TimePeriod value(int minutes) throws RuntimeException {
78         for (TimePeriod item : TimePeriod.values()) {
79             if (item.minutes == minutes) {
80                 return item;
81             }
82         }
83
84         // TODO Report exception.
85
```

Фигура 4.71: Описание на времеви интервал

Използването на изброени константи в Java дава възможност за елегантно използване на статични функции за конструиране на обекти (Factory Method Design Pattern), които по зададено число (брой минути) да връщат съответстващата константа (Фиг. 4.72).

```
66      * Time period as text description.
67      */
68     private String name;
69
70     /**
71      * Factory function for object reference from time interval.
72      *
73      * @param minutes Time interval in minutes.
74      * @return Time period as object.
75      * @throws RuntimeException Rise exception if there is no such time interval
76      */
77     static TimePeriod value(int minutes) throws RuntimeException {
78         for (TimePeriod item : TimePeriod.values()) {
79             if (item.minutes == minutes) {
80                 return item;
81             }
82         }
83
84         // TODO Report exception.
85
86         return NONE;
87     }
88
89     /**
90      * Factory function for object reference from form interval name.
91      *
92      * @param name Time period name.
93      * @return Time period as object.
94      * @throws RuntimeException Rise exception if there is no such time interval
```

Фигура 4.72: Определяне на константа за интервал по брой минути

Аналогичен ефект може да се постигне и с използване на текстовото описание на константите (Фиг. 4.73).

```
86          return NONE;
87      }
88
89      /**
90       * Factory function for object reference from form interval name.
91       *
92       * @param name Time period name.
93       * @return Time period as object.
94       * @throws RuntimeException Rise exception if there is no such time interval
95       */
96      static TimePeriod value(String name) throws RuntimeException {
97          for (TimePeriod item : TimePeriod.values()) {
98              if (name.equals(item.name) == true) {
99                  return item;
100             }
101         }
102
103         // TODO Report exception.
104
105         return NONE;
106     }
107
108     /**
109      * Constructor with all parameters.
110      *
111      * @param minutes Minutes as numbers.
112      * @param name    Interval as name.
113      */
114     private TimePeriod(int minutes, String name) {
115
```

Фигура 4.73: Определяне на константа за интервал по текстово описание

За да се възпрепятства създаването на константи извън изброения тип, е прието конструкторът да бъде с частно ниво на достъп (Фиг. 4.74).

```
98          if (name.equals(item.name) == true) {
99              return item;
100         }
101     }
102
103     // TODO Report exception.
104
105     return NONE;
106 }
107
108 /**
109  * Constructor with all parameters.
110  *
111  * @param minutes Minutes as numbers.
112  * @param name    Interval as name.
113  */
114 private TimePeriod(int minutes, String name) {
115     this.minutes = minutes;
116     this.name = name;
117 }
118
119 /**
120  * {@inheritDoc}
121  */
122 @Override
123 public String toString() { return name; }
126 }
127
```

Фигура 4.74: Конструктор на изброения тип за интервал

Операционната система Android предоставя изключително полезни средства за съхраняване на информация, едно от които е релационната система за управление на бази от данни SQLite.

```
ForecastDatabaseHelper.java
ForecastDatabaseHelper | RatesColumns
1  package eu.veldsoft.vitdiscomp;
2
3  import ...
7
8  /**
9   * Database helper class.
10  *
11  * @author Todor Balabanov
12  */
13 class ForecastDatabaseHelper extends SQLiteOpenHelper {
14     /**
15      * Rates table columns description class.
16      *
17      * @author Todor Balabanov
18      */
19     public static abstract class RatesColumns implements BaseColumns {
20         public static final String TABLE_NAME = "rates";
21         public static final String COLUMN_NAME_SYMBOL = "symbol";
22         public static final String COLUMN_NAME_PERIOD = "period";
23         public static final String COLUMN_NAME_TIME = "time";
24         public static final String COLUMN_NAME_OPEN = "open";
25         public static final String COLUMN_NAME_LOW = "low";
26         public static final String COLUMN_NAME_HIGH = "high";
27         public static final String COLUMN_NAME_CLOSE = "close";
28         public static final String COLUMN_NAME_VOLUME = "volume";
29     }
30
31     /**
32      * ANN table columns description class.
33
```

Фигура 4.75: Структура на локалната таблица за котировките

Информацията за времевия ред може да се съхранява локално в таблица с подходяща структура, която да отразява наличието на четири стойности за всеки интервал, времето на интервала, търгувания обем, названието на валутната двойка и размера на времевия интервал (Фиг. 4.75).

```
ForecastDatabaseHelper.java
ForecastDatabaseHelper  ANNsColumns
24          public static final String COLUMN_NAME_OPEN = "open";
25          public static final String COLUMN_NAME_LOW = "low";
26          public static final String COLUMN_NAME_HIGH = "high";
27          public static final String COLUMN_NAME_CLOSE = "close";
28          public static final String COLUMN_NAME_VOLUME = "volume";
29      }
30
31      /**
32       * ANN table columns description class.
33       *
34       * @author Todor Balabanov
35       */
36      public static abstract class ANNsColumns implements BaseColumns {
37          public static final String TABLE_NAME = "anns";
38          public static final String COLUMN_NAME_SYMBOL = "symbol";
39          public static final String COLUMN_NAME_PERIOD = "period";
40          public static final String COLUMN_NAME_NEURONS = "";
41          public static final String COLUMN_NAME_ACTIVITIES = "";
42          public static final String COLUMN_NAME_WEIGHTS = "";
43      }
44
45      /**
46       * Database integer version.
47       */
48      public static final int DATABASE_VERSION = 1;
49
50      /**
51       * Database file name.
52       */
53      public static final String DATABASE_NAME = "forecast.db";
```

Фигура 4.76: Структура на локалната таблица за изкуствените невронни мрежи

Допълнителна таблица поема съхранението на информацията за изкуствените неврони мрежи, което включва названието на валутната двойка, времевия интервал, стойността на невроните, стойността на връзките между невроните и стойността на теглата между невроните (Фиг. 4.76).

```
40      public static final String COLUMN_NAME_NEURONS = "";
41      public static final String COLUMN_NAME_ACTIVITIES = "";
42      public static final String COLUMN_NAME_WEIGHTS = "";
43  }
44
45  /**
46   * Database integer version.
47   */
48  public static final int DATABASE_VERSION = 1;
49
50  /**
51   * Database file name.
52   */
53  public static final String DATABASE_NAME = "Forecast.db";
54
55  /**
56   * Create rates table SQL patter.
57   */
58  private static final String SQL_CREATE_RATES = "CREATE TABLE " + RatesColumns.
59          + " INTEGER NOT NULL," + RatesColumns.COLUMN_NAME_SYMBOL + " TEXT, " +
60          + " INTEGER, " + RatesColumns.COLUMN_NAME_TIME + " TEXT, " + RatesColu
61          + RatesColumns.COLUMN_NAME_LOW + " TEXT, " + RatesColumns.COLUMN_NAME_
62          + RatesColumns.COLUMN_NAME_CLOSE + " TEXT, " + RatesColumns.COLUMN_NAM
63          + RatesColumns.COLUMN_NAME_SYMBOL + ", " + RatesColumns.COLUMN_NAME_PE
64
65  /**
66   * Create ANNs table SQL patter.
67   */
68  private static final String SQL_CREATE_ANNS = "CREATE TABLE " + ANNsColumns.TA
```

Фигура 4.77: Име и версията на базата данни

Android управлява базите от данни под формата на DB ресурс и целочислена версия за структурата (Фиг. 4.77).

```
53  public static final String DATABASE_NAME = "Forecast.db";
54
55  /**
56   * Create rates table SQL patter.
57   */
58  private static final String SQL_CREATE_RATES = "CREATE TABLE "
59          + RatesColumns.TABLE_NAME + " (" + RatesColumns._ID
60          + " INTEGER NOT NULL," + RatesColumns.COLUMN_NAME_SYMBOL
61          + " TEXT, " + RatesColumns.COLUMN_NAME_PERIOD
62          + " INTEGER, " + RatesColumns.COLUMN_NAME_TIME + " TEXT, "
63          + RatesColumns.COLUMN_NAME_OPEN + " TEXT, "
64          + RatesColumns.COLUMN_NAME_LOW + " TEXT, "
65          + RatesColumns.COLUMN_NAME_HIGH + " TEXT, "
66          + RatesColumns.COLUMN_NAME_CLOSE + " TEXT, "
67          + RatesColumns.COLUMN_NAME_VOLUME + " TEXT PRIMARY KEY ("
68          + RatesColumns.COLUMN_NAME_SYMBOL + ", "
69          + RatesColumns.COLUMN_NAME_PERIOD + "))";
70
71  /**
72   * Create ANNs table SQL patter.
73   */
74  private static final String SQL_CREATE_ANNS = "CREATE TABLE "
75          + ANNsColumns.TABLE_NAME + " (" + ANNsColumns._ID
76          + " INTEGER PRIMARY KEY," + ANNsColumns.COLUMN_NAME_SYMBOL
77          + " TEXT, " + ANNsColumns.COLUMN_NAME_PERIOD
78          + " INTEGER, " + ANNsColumns.COLUMN_NAME_NEURONS + " TEXT, "
79          + ANNsColumns.COLUMN_NAME_ACTIVITIES
80          + " TEXT, " + ANNsColumns.COLUMN_NAME_WEIGHTS
81          + " TEXT, FOREIGN KEY (" + ANNsColumns.COLUMN_NAME_SYMBOL
```

Фигура 4.78: Код за създаване на таблицата за котировки

```
63          + RatesColumns.COLUMN_NAME_OPEN + " TEXT, "
64          + RatesColumns.COLUMN_NAME_LOW + " TEXT, "
65          + RatesColumns.COLUMN_NAME_HIGH + " TEXT, "
66          + RatesColumns.COLUMN_NAME_CLOSE + " TEXT, "
67          + RatesColumns.COLUMN_NAME_VOLUME + " TEXT PRIMARY KEY ("
68          + RatesColumns.COLUMN_NAME_SYMBOL + ", "
69          + RatesColumns.COLUMN_NAME_PERIOD + "))";
70
71      /**
72       * Create ANNs table SQL patter.
73       */
74      private static final String SQL_CREATE_ANNS = "CREATE TABLE "
75          + ANNsColumns.TABLE_NAME + " (" + ANNsColumns._ID
76          + " INTEGER PRIMARY KEY," + ANNsColumns.COLUMN_NAME_SYMBOL
77          + " TEXT, " + ANNsColumns.COLUMN_NAME_PERIOD
78          + " INTEGER, " + ANNsColumns.COLUMN_NAME_NEURONS + " TEXT, "
79          + ANNsColumns.COLUMN_NAME_ACTIVITIES
80          + " TEXT, " + ANNsColumns.COLUMN_NAME_WEIGHTS
81          + " TEXT, FOREIGN KEY (" + ANNsColumns.COLUMN_NAME_SYMBOL
82          + ") REFERENCES " + RatesColumns.TABLE_NAME
83          + "(" + RatesColumns.COLUMN_NAME_SYMBOL + "), FOREIGN KEY ("
84          + ANNsColumns.COLUMN_NAME_PERIOD + ") REFERENCES "
85          + RatesColumns.TABLE_NAME + "("
86          + RatesColumns.COLUMN_NAME_PERIOD + "))";
87
88      /**
89       * Drop rates table SQL pattern.
90       */
91      static final String SQL_DELETE_RATES = "DROP TABLE IF EXISTS " + RatesColumns.
```

Фигура 4.79: Код за създаване на таблицата за изкуствените невронни мрежи

Създаването на таблиците се управлява от параметризирани символни константи (Фиг. 4.78, 4.79).

```
82          + ") REFERENCES " + RatesColumns.TABLE_NAME
83          + "(" + RatesColumns.COLUMN_NAME_SYMBOL + "), FOREIGN KEY ("
84          + ANNsColumns.COLUMN_NAME_PERIOD + ") REFERENCES "
85          + RatesColumns.TABLE_NAME + "("
86          + RatesColumns.COLUMN_NAME_PERIOD + "))";
87
88      /**
89       * Drop rates table SQL pattern.
90       */
91      static final String SQL_DELETE_RATES = "DROP TABLE IF EXISTS "
92              + RatesColumns.TABLE_NAME;
93
94      /**
95       * Drop rates table SQL pattern.
96       */
97      static final String SQL_DELETE_ANNS = "DROP TABLE IF EXISTS "
98              + ANNsColumns.TABLE_NAME;
99
100     /**
101      * Constructor.
102      *
103      * @param context Context of database helper usage.
104      */
105     public ForecastDatabaseHelper(Context context) {
106         super(context, DATABASE_NAME, factory: null, DATABASE_VERSION);
107     }
108
109     /**
110      * {@inheritDoc}
```

Фигура 4.80: Код за изтриване на таблиците

Изтриването на таблиците също става с параметризирани символни константи (Фиг. 4.80).

```
ForecastDatabaseHelper
99
100     /**
101      * Constructor.
102      *
103      * @param context Context of database helper usage.
104      */
105     public ForecastDatabaseHelper(Context context) {
106         super(context, DATABASE_NAME, factory: null, DATABASE_VERSION);
107     }
108
109     /**
110      * {@inheritDoc}
111      */
112     @Override
113     public void onCreate(SQLiteDatabase db) {
114         db.execSQL(SQL_CREATE_RATES);
115         db.execSQL(SQL_CREATE_ANNS);
116     }
117
118     /**
119      * {@inheritDoc}
120      */
121     @Override
122     public void onUpgrade(SQLiteDatabase db, int oldVersion, int newVersion) {
123         db.execSQL(SQL_DELETE_ANNS);
124         db.execSQL(SQL_DELETE_RATES);
125         onCreate(db);
126     }
127 }
128
```

Фигура 4.81: Конструктор и виртуални методи на спомагателния клас за базата данни

Конструкторът на спомагателния клас за базата данни има единствена задача да извика конструкторът на родителския клас (Фиг. 4.81). Двете предефинирани виртуални функции имат за задача да извикат заявките за конструиране и обновяване на базата данни (Фиг. 4.81).

```java
package eu.veldsoft.vitdiscomp;

/**
 * Numeric constants for neurons type.
 *
 * @author Todor Balabanov
 */
enum NeuronType {

    /**
     * Regular neuron flag.
     */
    REGULAR(0x00),

    /**
     * Bias neuron flag.
     */
    BIAS(0x01),

    /**
     * Input neuron flag.
     */
    INPUT(0x02),

    /**
     * Input and bias neuron flag.
     */
    INPUT_BIAS(0x03),
```

Фигура 4.82: Изброен тип за вида на невроните

Вторият изброен тип данни е по отношение на типа неврони. В общия случай невроните могат да бъдат обикновени, входни, изходни и отместващи (bias) (Фиг. 4.81).

```
27      */
28     INPUT_BIAS(0x03),
29
30     /**
31      * Output neuron flag.
32      */
33     OUTPUT(0x04),
34
35     /**
36      * Output and bias neuron flag.
37      */
38     OUTPUT_BIAS(0x05),
39
40     /**
41      * Output and input neuron flag.
42      */
43     OUTPUT_INPUT(0x06),
44
45     /**
46      * Output, input and bias neuron flag.
47      */
48     OUTPUT_INPUT_BIAS(0x07);
49
50     /*
51      * Numeric value representation.
52      */
53     private final int value;
54
55     /**
```

Фигура 4.83: Целочислена константа за типа на неврона, която може да се ползва и като битово поле

Тъй като са възможни различни връзки между невроните, то се появяват и неврони с повече функции като: обикновен-входен, обикновен-изходен, входен-изходен, входен-обикновен-изходен. Всички възможни комбинации се записват в целочислена променлива, която може да послужи и като битово поле (Фиг. 4.83).

```
49
50      /*
51       * Numeric value representation.
52       */
53      private final int value;
54
55      /**
56       * Value factory function.
57       *
58       * @param type Numerical type representation.
59       * @return Corresponding enumeration or regular if there is no correspondence.
60       */
61      public static NeuronType valueOf(int type) {
62          for (NeuronType item : NeuronType.values()) {
63              if (item.value() == type) {
64                  return item;
65              }
66          }
67
68          return REGULAR;
69      }
70
71      /**
72       * Constructor with all parameters.
73       *
74       * @param value
75       */
76      private NeuronType(int value) { this.value = value; }
79
```

Фигура 4.84: Определяне на изброимата константа по числена стойност

Тъй като информацията от сървъра пристига предимно под формата на числа, то е рационално да бъде добавена статична функция за конструиране на обекта (Factory Method Design Pattern), която по числена стойност да определя константата в изброения тип (Фиг. 4.84).

```
66          }
67
68          return REGULAR;
69      }
70
71      /**
72       * Constructor with all parameters.
73       *
74       * @param value
75       */
76      private NeuronType(int value) {
77          this.value = value;
78      }
79
80      /**
81       * Value getter.
82       *
83       * @return Numeric representation of the type.
84       */
85  @   public int value() {
86          return value;
87      }
88  }
89
```

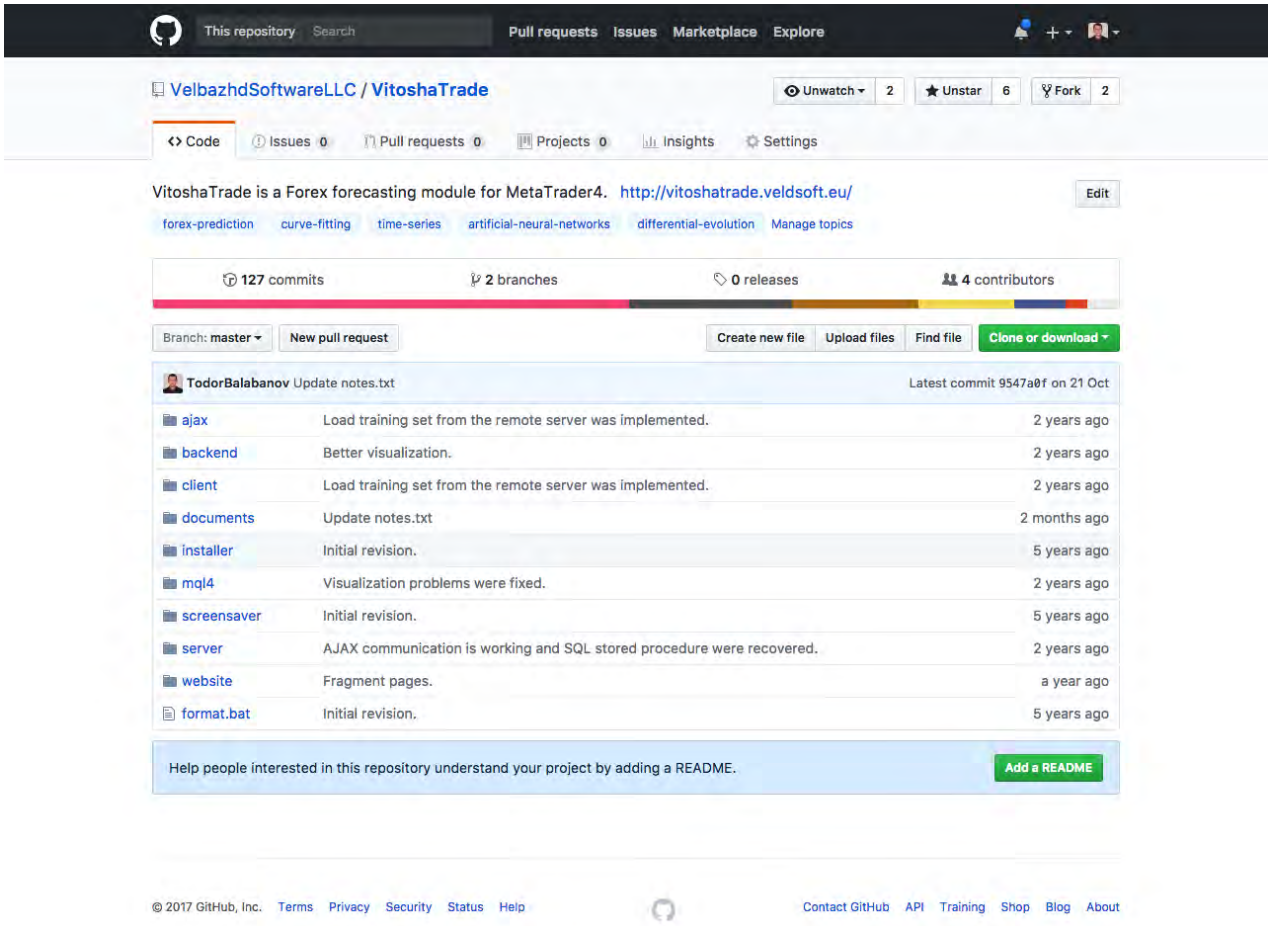
Фигура 4.85: Методи за достъп до вътрешните стойности на константите

За удобство, при работата с константите и със скритата в тях информация, често се използват методи за достъп (accessor). В този случай един публичен getter, но setter с частен достъп. Разумно е setter-ът да бъде с частен достъп, тъй като е разумно да се запази свойството на изброените константи да бъдат константи (Фиг. 4.85).

Глава 5

Централизиран сървър

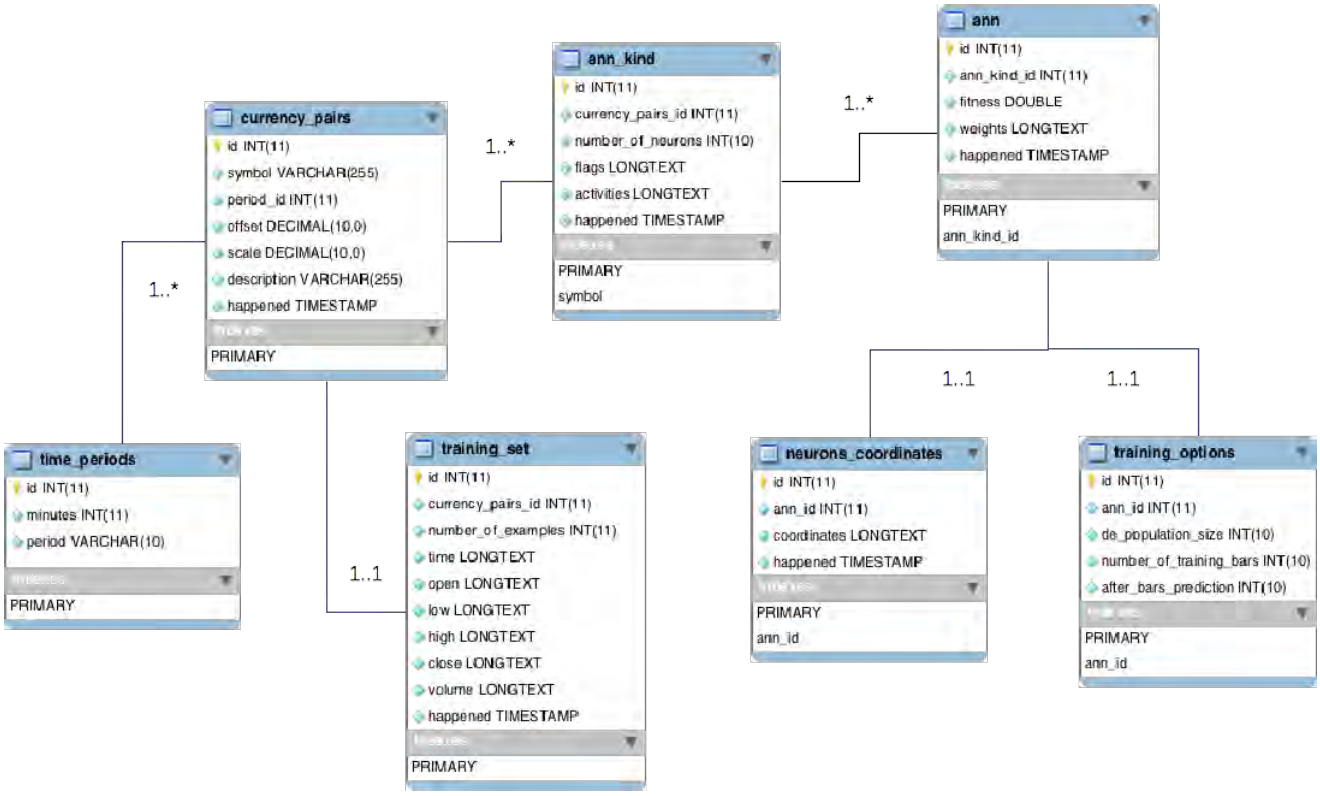
За да бъдат успешно извършени изчисленията в разпределена среда, освен наличието на множество устройства е от съществено значение да има централизирано място, от което да бъдат раздавани задачите и където да бъдат събирани резултатите. Архитектура от тип клиент-сървър би била изключително удачна при едно техническо решение за не особено интензивна комуникация, която не изисква постоянна връзка между възлите. Приложението, работещо на сървъра, се състои от два компонента - база данни и работна логика. Изборът на системата за управление на бази от данни и скриптовия език на сървъра е обоснован основно от преследваната висока финансова ефективност. Към настоящия момент най-изгодно е използването на комбинацията MySQL и PHP, както е в проекта VitoshaTrade[4] (Фиг. 5.1).



Фигура 5.1: Публично хранилище за кода на сървър приложението

5.1 Релационна база данни

За нуждите от съхраняването на информация от страна на сървъра, е достатъчно да се разработи база от данни, в която таблиците са нормализирани поне до трета нормална форма (Фиг. 5.2).



Фигура 5.2: Физическа структура на базата данни

Това, което всеки един финансов времеви ред има, е интервал на който се извършват отчитанията на нивата. Тази информация се записва в таблица с три колони - служебен идентификатор, брой минути за интервала и символно название на интервала (Фиг. 5.3).

```
-- Table structure for table `time_periods`
--

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `time_periods` (
  `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT COMMENT 'Unique identifier.',
  `minutes` int(11) NOT NULL COMMENT 'Number of minutes.',
  `period` varchar(10) NOT NULL COMMENT 'Time period as symbols.',
  PRIMARY KEY (`id`)
) ENGINE=MyISAM  DEFAULT CHARSET=utf8 COMMENT='Time periods minutes to
symbols mapping.' AUTO_INCREMENT=10 ;

--
-- Dumping data for table `time_periods`
--

INSERT INTO `time_periods` (`id`, `minutes`, `period`) VALUES
(1, 1, 'M1'),
(2, 5, 'M5'),
(3, 15, 'M15'),
(4, 30, 'M30'),
(5, 60, 'H1'),
(6, 240, 'H4'),
(7, 1440, 'D1'),
(8, 10080, 'W1'),
(9, 43200, 'MN1');

-- --------------------------------------------------------

--
-- Table structure for table `training_options`
```

Фигура 5.3: Таблица с времевите интервали за редовете

Най-съществената таблица в базата данни е таблицата за описване на валутните двойки (Фиг. 5.4). Тя съдържа следните полета - служебен идентификатор, название на валутната двойка, външен ключ към времевия интервал, отместване, необходимо за нормализиране на информацията, множител за мащабиране, също необходим за нормализирането на информацията, описание на валутната двойка и маркер за време, в което е направен записът в таблицата.

```
  `happened` timestamp NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP COMMENT 'The moment in
  PRIMARY KEY (`id`),
  KEY `symbol` (`currency_pairs_id`,`number_of_neurons`)
) ENGINE=MyISAM  DEFAULT CHARSET=utf8 COMMENT='Artificial neural network kind.'

--
-- Table structure for table `currency_pairs`
--

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `currency_pairs` (
  `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT COMMENT 'Currency pairs unique identifier.
  `symbol` varchar(255) NOT NULL COMMENT 'MetaTrader 4 chart symbol.',
  `period_id` int(11) NOT NULL COMMENT 'Time period ID.',
  `offset` decimal(10,0) NOT NULL COMMENT 'Chart offset to map in ANN with 0.0-1.
  `scale` decimal(10,0) NOT NULL COMMENT 'Chart scaling to map in ANN with 0.0-1.
  `description` varchar(255) NOT NULL COMMENT 'Describe what kind of currency pai
  `happened` timestamp NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP COMMENT 'The moment in
  PRIMARY KEY (`id`)
) ENGINE=MyISAM  DEFAULT CHARSET=utf8 AUTO_INCREMENT=2 ;

--
-- Table structure for table `neurons_coordinates`
--

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `neurons_coordinates` (
  `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT COMMENT 'Unique identifier.',
  `ann_id` int(11) NOT NULL COMMENT 'Link to ANN table.',
  `coordinates` longtext NOT NULL COMMENT 'Neurons coordinates (x, y).',
  `happened` timestamp NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP COMMENT 'The moment in
```

Фигура 5.4: Таблица за представяне на валутните двойки

Топологията на всяка невронна мрежа се описва само един път в таблица за видовете мрежи (Фиг. 5.5). Тази таблица съдържа следните полета - служебен идентификатор, външен ключ към валутната двойка, за която се отнася мрежата, брой неврони, флагове за типа на невроните, стойности за връзките между невроните (според матрицата за съседство) и в кой момент от времето е направен записът в таблицата.

```
  KEY `ann_kind_id` (`ann_kind_id`,`fitness`)
) ENGINE=MyISAM  DEFAULT CHARSET=utf8 COMMENT='Artificial neural network.' AUTO_I

--
-- Table structure for table `ann_kind`
--

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `ann_kind` (
  `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT COMMENT 'Artificial neural network unique
  `currency_pairs_id` int(11) NOT NULL COMMENT 'MetaTrader 4 chart currency pair
  `number_of_neurons` int(10) unsigned NOT NULL COMMENT 'Number of neurons used f
  `flags` longtext NOT NULL COMMENT 'Neurons flags (bias, input, output).',
  `activities` longtext NOT NULL COMMENT 'Artificial neural network weights activ
  `happened` timestamp NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP COMMENT 'The moment in
  PRIMARY KEY (`id`),
  KEY `symbol` (`currency_pairs_id`,`number_of_neurons`)
) ENGINE=MyISAM  DEFAULT CHARSET=utf8 COMMENT='Artificial neural network kind.' A

--
-- Table structure for table `currency_pairs`
--

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `currency_pairs` (
  `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT COMMENT 'Currency pairs unique identifier.
  `symbol` varchar(255) NOT NULL COMMENT 'MetaTrader 4 chart symbol.',
  `period_id` int(11) NOT NULL COMMENT 'Time period ID.',
  `offset` decimal(10,0) NOT NULL COMMENT 'Chart offset to map in ANN with 0.0-1.
  `scale` decimal(10,0) NOT NULL COMMENT 'Chart scaling to map in ANN with 0.0-1.
  `description` varchar(255) NOT NULL COMMENT 'Describe what kind of currency pai
  `happened` timestamp NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP COMMENT 'The moment in
```

Фигура 5.5: Таблица за представяне на типовете мрежи

На всяка топология мрежа може да отговарят множество екземпляри от тип изкуствена невронна мрежа (Фиг. 5.6). Информацията в таблицата за екземплярите е организирана в следните колони - служебен идентификатор, външен ключ към типа мрежа за който се отнася екземплярът, жизнена стойност на екземпляра, тегла на връзките между невроните (по графа за съседство) и момент от времето, в който е направен записът в таблицата.

```
150         return amount;
151 end$$
152
153 DELIMITER ;
154
155 -- ----------------------------------------------------------------
156
157 --
158 -- Table structure for table `ann`
159 --
160
161 CREATE TABLE IF NOT EXISTS `ann` (
162   `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT COMMENT 'Artificial neural network unique
163   `ann_kind_id` int(11) NOT NULL COMMENT 'Artificial neural network kind foreign
164   `fitness` double unsigned NOT NULL COMMENT 'Artificial neural network weights f
165   `weights` longtext NOT NULL COMMENT 'Artificial neural network weights.',
166   `happened` timestamp NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP COMMENT 'The moment in
167   PRIMARY KEY (`id`),
168   KEY `ann_kind_id` (`ann_kind_id`,`fitness`)
169 ) ENGINE=MyISAM  DEFAULT CHARSET=utf8 COMMENT='Artificial neural network.' AUTO_I
170
171 --
172 -- Table structure for table `ann_kind`
173 --
174
175 CREATE TABLE IF NOT EXISTS `ann_kind` (
176   `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT COMMENT 'Artificial neural network unique
177   `currency_pairs_id` int(11) NOT NULL COMMENT 'MetaTrader 4 chart currency pair
178   `number_of_neurons` int(10) unsigned NOT NULL COMMENT 'Number of neurons used f
179   `flags` longtext NOT NULL COMMENT 'Neurons flags (bias, input, output) '
```

Фигура 5.6: Таблица за представяне на типовете мрежи

За всеки екземпляр на невронна мрежа, е важно да се знае при какви параметри протича обучението му (Фиг. 5.7). За тази цел е предназначена отделна таблица със следните колони - служебен идентификатор, външен ключ към екземпляра, размер на популацията (когато става въпрос за обучаващ генетичен алгоритъм), брой барове на входа и брой барове на изхода.

```
-- ----------------------------------------------------------------

--
-- Table structure for table `training_options`
--

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `training_options` (
  `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT COMMENT 'Training options unique identifi
  `ann_id` int(11) NOT NULL COMMENT 'Link to ANN table.',
  `de_population_size` int(10) unsigned NOT NULL COMMENT 'Differencial evolution
  `number_of_training_bars` int(10) unsigned NOT NULL COMMENT 'Number of traning
  `after_bars_prediction` int(10) NOT NULL COMMENT 'Prediction after number of ba
  PRIMARY KEY (`id`),
  UNIQUE KEY `ann_id` (`ann_id`)
) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=utf8 COMMENT='Artificial neural network training

--
-- Table structure for table `training_set`
--

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `training_set` (
  `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT COMMENT 'Unique identifier.',
  `currency_pairs_id` int(11) NOT NULL COMMENT 'Currency pair ID.',
  `number_of_examples` int(11) NOT NULL COMMENT 'Number of training examples.',
  `time` longtext NOT NULL COMMENT 'Time values of the time series.',
  `open` longtext NOT NULL COMMENT 'Open values of time series.',
  `low` longtext NOT NULL COMMENT 'Low values of time series.',
  `high` longtext NOT NULL COMMENT 'High values of time series.',
  `close` longtext NOT NULL COMMENT 'Close values of time series.',
```

Фигура 5.7: Таблица с опции за протичане на обучението

При нужда от визуално представяне на екземпляра за изкуствена невронна мрежа, е удачно да се съхранява информация за координатите на всеки неврон в равнината xOy (Фиг. 5.8). Тази таблица съдържа следните колони - служебен идентификатор, външен ключ към екземпляра, координати на невроните по реда на тяхното срещане в екземпляра и маркер за времето, в което е направен записът в таблицата.

```
196   `description` varchar(255) NOT NULL COMMENT 'Describe what kind of currency pai
197   `happened` timestamp NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP COMMENT 'The moment in
198   PRIMARY KEY (`id`)
199 ) ENGINE=MyISAM  DEFAULT CHARSET=utf8 AUTO_INCREMENT=2 ;
200
201 --
202 -- Table structure for table `neurons_coordinates`
203 --
204
205 CREATE TABLE IF NOT EXISTS `neurons_coordinates` (
206   `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT COMMENT 'Unique identifier.',
207   `ann_id` int(11) NOT NULL COMMENT 'Link to ANN table.',
208   `coordinates` longtext NOT NULL COMMENT 'Neurons coordinates (x, y).',
209   `happened` timestamp NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP COMMENT 'The moment in
210   PRIMARY KEY (`id`),
211   UNIQUE KEY `ann_id` (`ann_id`)
212 ) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=utf8 COMMENT='Backend neurons visualisation infor
213
214 --
215 -- Table structure for table `time_periods`
216 --
217
218 CREATE TABLE IF NOT EXISTS `time_periods` (
219   `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT COMMENT 'Unique identifier.',
220   `minutes` int(11) NOT NULL COMMENT 'Number of minutes.',
221   `period` varchar(10) NOT NULL COMMENT 'Time period as symbols.',
222   PRIMARY KEY (`id`)
223 ) ENGINE=MyISAM  DEFAULT CHARSET=utf8 COMMENT='Time periods minutes to
224 symbols mapping.' AUTO_INCREMENT=10 ;
225
```

Фигура 5.8: Таблица с опции за протичане на обучението

Последната, но изключително важна таблица, е таблицата за съхранение на обучаващите примери, съдържащи информацията за финансовия времеви ред (Фиг. 5.9). Тази таблица съдържа следните колони - служебен идентификатор, външен ключ към валутната двойка, брой измервания, последователност от времеви маркери, последователност от нива (отваряне, най-ниско, най-високо, затваряне), търгуван обем и времеви маркер за момента, в който е направен записът в таблицата.

```
254   UNIQUE KEY `ann_id` (`ann_id`)
255 ) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=utf8 COMMENT='Artificial neural network training
256
257 --
258 -- Table structure for table `training_set`
259 --
260
261 CREATE TABLE IF NOT EXISTS `training_set` (
262   `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT COMMENT 'Unique identifier.',
263   `currency_pairs_id` int(11) NOT NULL COMMENT 'Currency pair ID.',
264   `number_of_examples` int(11) NOT NULL COMMENT 'Number of training examples.',
265   `time` longtext NOT NULL COMMENT 'Time values of the time series.',
266   `open` longtext NOT NULL COMMENT 'Open values of time series.',
267   `low` longtext NOT NULL COMMENT 'Low values of time series.',
268   `high` longtext NOT NULL COMMENT 'High values of time series.',
269   `close` longtext NOT NULL COMMENT 'Close values of time series.',
270   `volume` longtext NOT NULL COMMENT 'Volume values of time series.',
271   `happened` timestamp NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP COMMENT 'The moment in
272   PRIMARY KEY (`id`)
273 ) ENGINE=MyISAM  DEFAULT CHARSET=utf8 COMMENT='Training set examples table.' AUTO
274
275 /*!40101 SET CHARACTER_SET_CLIENT=@OLD_CHARACTER_SET_CLIENT */;
276 /*!40101 SET CHARACTER_SET_RESULTS=@OLD_CHARACTER_SET_RESULTS */;
277 /*!40101 SET COLLATION_CONNECTION=@OLD_COLLATION_CONNECTION */;
278
```

Фигура 5.9: Таблица с опции за протичане на обучението

5.2 Алгоритмична обработка на суровите данни

За да се постигне добро разделяне, според трислойната архитектура на системата, от съществено значение е суровите данни да бъдат минимално обвързани с работната логика. Често срещана практика е смесването на работата със суровите данни и програмния код от работната логика. Такова смесване лесно се получава, ако в скриптовете от работната логика се изпълняват сложни SQL заявки. Подобен начин за конструиране на сървърното приложение прави системата трудна за поддържане и още по-трудна за реорганизиране, ако се наложи смяна на системата за управление на бази от данни или инструментите използвани в слоя на работната логика. Добро разделяне между двата слоя се получава, когато работната логика, под формата на SQL заявки, единствено вика съхранени функции и процедури (stored procedures) на системата за управление на бази от данни. От една страна синтаксисът на заявките в междинния слой става максимално опростен, от друга страна евентуална подмяна на базата данни би довела до единствена корекция в начина, по който се извикват съхранените функции и процедури. За да се удовлетвори стремежът за максимално разделяне между слоевете, към структурата на базата данни са добавени група съхранени функции и процедури.

```
17
18  CREATE DEFINER=`root`@`localhost` PROCEDURE `insertCurrencyPair`(
19                                  IN `symbol` VARCHAR(255), IN `period` INT(10))
20      MODIFIES SQL DATA
21      COMMENT 'Insert currency pair with currency symbol and minutes period.'
22  begin
23      declare period_id int;
24
25      select id   into period_id
26                  from time_periods
27                  where time_periods.minutes=period;
28
29      insert  into currency_pairs (symbol, period_id, description)
30              values (symbol, period_id, "");
31  end$$
32
33  CREATE DEFINER=`root`@`localhost` PROCEDURE `saveAnn`(IN `symbol` VARCHAR(255), I
34      MODIFIES SQL DATA
35      COMMENT 'Save ANN information in many tables.'
36  begin
37      declare currency_pairs_id int;
38      declare ann_kind_id int;
39
40      set currency_pairs_id = checkCurrencyPairsId(symbol,period);
41      if currency_pairs_id=0 then
42          call insertCurrencyPair(symbol, period);
43          set currency_pairs_id = checkCurrencyPairsId(symbol,period);
44      end if;
45
46      set ann_kind_id = checkAnnKindId(symbol, period, number_of_neurons, flags, ac
```

Фигура 5.10: Процедура за добавяне на валутна двойка

При добавянето на нова валутна двойка, като входни данни постъпват названието на валутната двойка и времевият интервал (в брой минути), който интервал трябва да бъде съпоставен на интервалите, изброени в таблицата с времеви интервали. Това налага използването на съхранена процедура, която да извърши обработката на входната информация (Фиг. 5.10).

```
CREATE DEFINER=`root`@`localhost` PROCEDURE `saveAnn`(
                                IN `symbol` VARCHAR(255), IN `period` INT(10),
                                IN `number_of_neurons` INT(10),
                                IN `flags` TEXT, IN `activities` TEXT,
                                IN `fitness` DOUBLE, IN `weights` TEXT)
    MODIFIES SQL DATA    COMMENT 'Save ANN information in many tables.'
begin
    declare currency_pairs_id int;
    declare ann_kind_id int;

    set currency_pairs_id = checkCurrencyPairsId(symbol,period);
    if currency_pairs_id=0 then
        call insertCurrencyPair(symbol, period);
        set currency_pairs_id = checkCurrencyPairsId(symbol,period);
    end if;

    set ann_kind_id = checkAnnKindId(symbol, period, number_of_neurons,
                                     flags, activities);
    if ann_kind_id=0 then
        insert into ann_kind (currency_pairs_id, number_of_neurons, flags,
                              activities) values (currency_pairs_id,
                              number_of_neurons, flags, activities);
        set ann_kind_id = checkAnnKindId(symbol, period, number_of_neurons,
                              flags, activities);
    end if;

    insert into ann (ann_kind_id, fitness, weights) values (ann_kind_id,
                              fitness, weights);
end$$
```

Фигура 5.11: Процедура за запис на екземпляр от изкуствена невронна мрежа

При записването на екземпляр от изкуствена невронна мрежа, към базата данни постъпва информация за валутната двойка, периода на времевия ред, броя и типовете на невроните, матрици на съседство за връзките и жизнена оценка на екземпляра (Фиг. 5.11). Преди екземплярът да бъде добавен в таблицата с екземплярите се проверява дали валутната дойка е налична и се определя нейният идентификатор. Ако валутната двойка не е налична, то тя се създава. Следва проверка за съществуването на типа мрежа. Ако не съществува, то тя се създава. Последната инструкция е самото добавяне на екземпляра към таблицата с екземплярите. При така подбраната стратегия за работа максимално се спазват правилата за съблюдаване на референциалния интегритет.

```
62
63  CREATE DEFINER=`root`@`localhost` PROCEDURE `saveTrainingSet`(
64                                IN `symbol` VARCHAR(255), IN `period` INT,
65                                IN `number_of_examples` INT, IN `time` TEXT,
66                                IN `open` TEXT, IN `low` TEXT, IN `high` TEXT,
67                                IN `close` TEXT, IN `volume` TEXT)
68      MODIFIES SQL DATA    COMMENT 'Save training set values.'
69  begin
70      declare currency_pairs_id int;
71      declare id int;
72
73      set currency_pairs_id = checkCurrencyPairsId(symbol,period);
74      if currency_pairs_id=0 then
75          call insertCurrencyPair(symbol, period);
76          set currency_pairs_id = checkCurrencyPairsId(symbol,period);
77      end if;
78      -- Delete previous record, because information will be old.
79      select training_set.id into id from training_set, currency_pairs,
80             time_periods where training_set.currency_pairs_id=currency_pairs.id
81             and currency_pairs.period_id=time_periods.id and
82             currency_pairs.symbol=symbol and time_periods.minutes=period;
83      delete from training_set where training_set.id = id;
84      -- Insert new data for the same record.
85      insert into training_set (training_set.currency_pairs_id,
86              training_set.number_of_examples, training_set.time,
87              training_set.open, training_set.low, training_set.high,
88              training_set.close, training_set.volume) values (currency_pairs_id,
89              number_of_examples, time, open, low, high, close, volume);
90  end$$
91
```

Фигура 5.12: Процедура за запис на тренировъчни примери

При записа на тренировъчни примери, на входа на базата данни се подават серия параметри за стойностите на времевия ред (Фиг. 5.12). По аналогичен начин се извършва проверка за съществуване на валутната двойка. Следва изтриване на предишни тренировъчни примери, ако такива бъдат открити. Финалната стъпка е добавянето на постъпилата информация.

```
-- Functions
--

CREATE DEFINER=`root`@`localhost` FUNCTION `checkAnnKindId`(
                        `symbol` VARCHAR(255), `period` INT(10),
                        `number_of_neurons` INT(10), `flags` TEXT,
                        `activities` TEXT) RETURNS int(11)
    READS SQL DATA
    COMMENT 'Check for ANN kind id. Return 0 if it was not found.'
begin
    declare id int;

    select ann_kind.id into id from ann_kind, currency_pairs, time_periods
                        where ann_kind.currency_pairs_id=currency_pairs.id
                        and currency_pairs.period_id=time_periods.id
                        and currency_pairs.symbol=symbol
                        and time_periods.minutes=period
                        and ann_kind.number_of_neurons=number_of_neurons
                        and ann_kind.flags=flags
                        and ann_kind.activities=activities;

    if id is null then
        set id = 0;
    end if;

    return id;
end$$

CREATE DEFINER=`root`@`localhost` FUNCTION `checkCurrencyPairsId`(`symbol` VARCHA
```

Фигура 5.13: Функция за определяне на типа мрежа

Помощна функция определя служебния идентификатор на типа мрежа по описанието на екземпляр (Фиг. 5.13). Ако не бъде открит такъв тип служебно се връща нулева стойност.

```
        set id = 0;
    end if;

    return id;
end$$

CREATE DEFINER=`root`@`localhost` FUNCTION `checkCurrencyPairsId`(
                        `symbol` VARCHAR(255), `period` INT(10))
                        RETURNS int(11)
    READS SQL DATA
    COMMENT 'Check for currency pair id. Return 0 if it was not found.'
begin

    declare id int;

    select currency_pairs.id into id from currency_pairs, time_periods
            where currency_pairs.period_id=time_periods.id
            and currency_pairs.symbol=symbol
            and time_periods.minutes=period;

    if id is null then
        set id = 0;
    end if;

    return id;
end$$

CREATE DEFINER=`root`@`localhost` FUNCTION `listAnns`(`id` INT) RETURNS text CHAR
    READS SQL DATA
    COMMENT 'List ids of all ANN from particular type.'
```

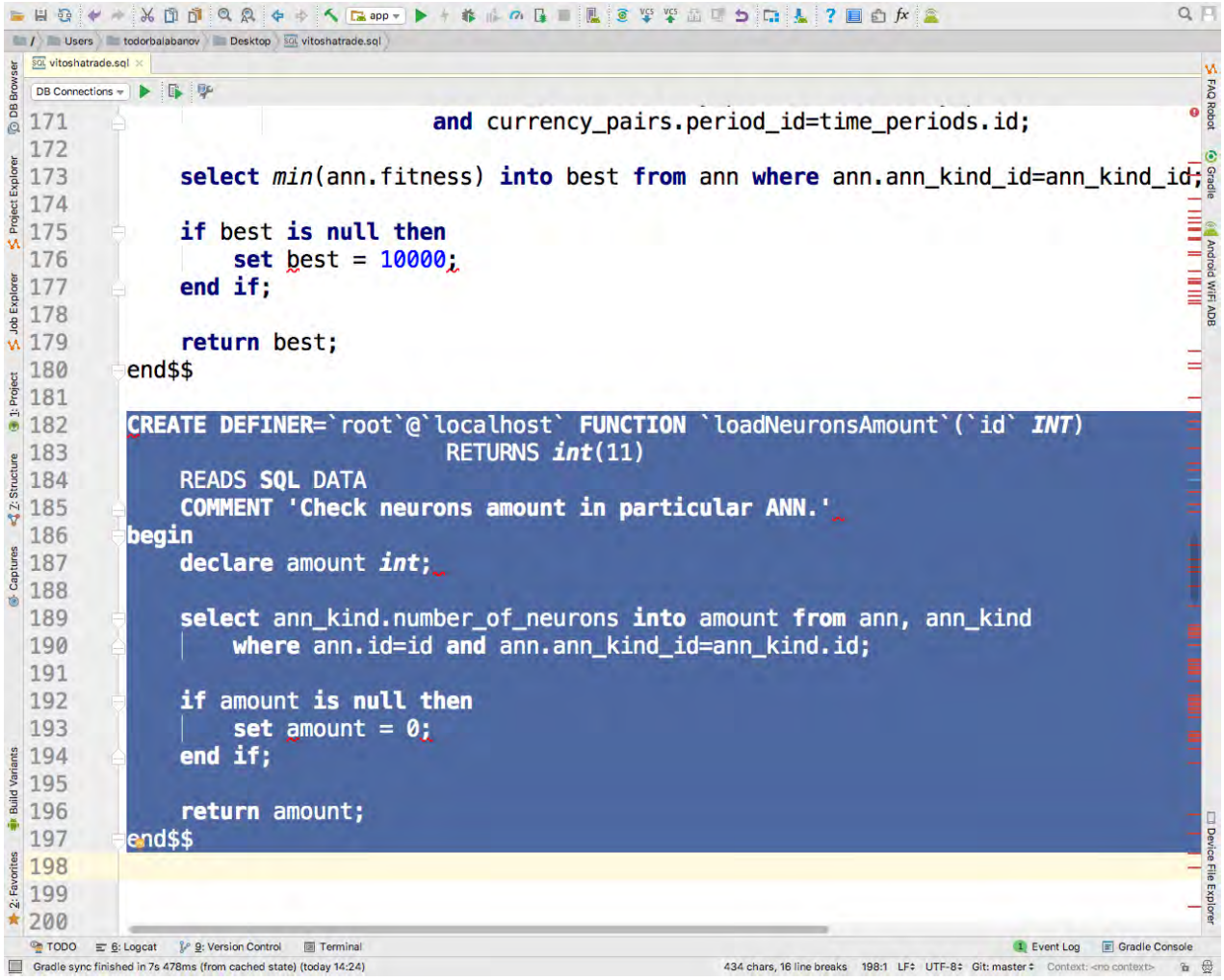
Фигура 5.14: Функция за определяне на типа валутна двойка

По аналогичен начин, помощна функция служи за определяне на служебния идентификатор за валутна двойка, чрез зададено символно име и период (Фиг. 5.14). Ако валутната двойка не бъде открита се връща служебна нула.

```
CREATE DEFINER=`root`@`localhost` FUNCTION `loadBestFitness`(
                `symbol` VARCHAR(255), `period` INT,
                `number_of_neurons` INT, `flags` TEXT, `activities` TEXT)
                RETURNS double
    READS SQL DATA
    COMMENT 'Load best fitness for particular ANN kind.'
begin
    declare best double;
    declare ann_kind_id int;

    select ann_kind.id into ann_kind_id from ann_kind, currency_pairs,
          time_periods where currency_pairs.symbol=symbol
                    and time_periods.minutes=period
                    and ann_kind.number_of_neurons=number_of_neurons
                    and ann_kind.flags=flags
                    and ann_kind.activities=activities
                    and ann_kind.currency_pairs_id=currency_pairs.id
                    and currency_pairs.period_id=time_periods.id;

    select min(ann.fitness) into best from ann where ann.ann_kind_id=ann_kind_id

    if best is null then
        set best = 10000;
    end if;

    return best;
end$$

CREATE DEFINER=`root`@`localhost` FUNCTION `loadNeuronsAmount`(`id` INT) RETURNS
```

Фигура 5.15: Функция за определяне на най-добрата жизненост

По зададено описание на изкуствена невронна мрежа, клиентските мобилни устройства запитват сървъра, на определени интервали от време, колко е стойността на най-жизнената мрежа. Това запитване е съществено, тъй като по него се взема решение дали мобилното устройство да докладва резултатите си на сървъра. Обработката се извършва на две стъпки - първо се намират всички мрежи с идентична топология, а след това се определя най-добрата жизненост (Фиг. 5.15).



Фигура 5.16: Функция за определяне на броя неврони за определен еземпляр мрежа

Помощна функция определя и броя неврони по зададен идентификатор на екземпляр мрежа (Фиг. 5.16).

5.3 Сървър скриптове

Директният достъп до базата данни (TCP свързване) често е нежелателен, тъй като създава определени опасности за сигурността на данните. Поради тази причина е прието да се използва междинен слой, който да осъществява комуникацията с базата данни. За нуждите на настоящото помагало това са група PHP скриптове.

```
<?php
/**
 * Host name.
 */
define("HOSTNAME", "localhost");

/**
 * Database username.
 */
define("USERNAME", "root");

/**
 * Database user password.
 */
define("PASSWORD", "");

/**
 * Database name.
 */
define("DBNAME", "veldsoft_vitoshatrade");

/**
 * Database link global variable.
 */
$GLOBALS[ 'link' ] = null;

/**
 * Open global database link.
 *
 * @author Todor Balabanov
```

Фигура 5.17: Глобални променливи за достъп до базата данни

В специално отделен за целта файл (db.php) се задават следните глобални променливи за достъп до базата данни - хост на който е разположен MySQL сървърът, потребител в MySQL, парола на потребителя, название на базата данни и връзка (Фиг. 5.17).

```
52   * Database link global variable.
53   */
54  $GLOBALS[ 'link' ] = null;
55
56  /**
57   * Open global database link.
58   *
59   * @author Todor Balabanov
60   *
61   * @email tdb@tbsoft-bg.com
62   *
63   * @date 27 Apr 2009
64   */
65  function open_db() {
66      $GLOBALS[ 'link' ] = mysql_connect(HOSTNAME, USERNAME, PASSWORD);
67      mysql_select_db( DBNAME );
68  }
69
70  /**
71   * Database query.
72   *
73   * @param $qrystr SQL query string.
74   *
75   * @return Array with SQL query result.
76   *
77   * @author Todor Balabanov
78   *
79   * @email tdb@tbsoft-bg.com
80   *
81   * @date 27 Apr 2009
82   */
```

Фигура 5.18: Отваряне на връзка към базата данни

Две помощни функции служат за отваряне и затваряне на връзка към базата данни (Фиг. 5.18, 5.19).

```
                $j++;
            }
        } else {
            $resstrs = false;
        }
    }

    return( $resstrs );
}

/**
 * Close global database link.
 *
 * @author Todor Balabanov
 *
 * @email tdb@tbsoft-bg.com
 *
 * @date 27 Apr 2009
 */
function close_db() {
    if ( $GLOBALS['link'] ) {
        mysql_close( $GLOBALS['link'] );
    }
}
?>
```

Фигура 5.19: Затваряне на връзката към базата данни

Допълнителна помощна функция изпълнява заявките към базата данни и връща резултата от изпълнението под формата на двумерен масив (Фиг. 5.20).

```
*/
function query_db( $qrystr ) {
    $resstrs = false;

    if($qrystr[strlen($qrystr)-1] == ',') {
        $qrystr[strlen($qrystr)-1] = " ";
    }

    if ( !$GLOBALS['link'] ) {
        $resstrs = false;
    } else {
        $result = mysql_query($qrystr, $GLOBALS['link']);

        $j = 0;
        if ($result!=1 && $result!=false) {
            while ($row = mysql_fetch_row($result)) {
                for ($i=0; $i<mysql_num_fields($result); $i++) {
                    $resstrs[ $j ][ $i ] = $row[ $i ];
                }

                $j++;
            }
        } else {
            $resstrs = false;
        }
    }

    return( $resstrs );
}
```

Фигура 5.20: Изпълнение на заявки към базата данни

На този етап в разработката клиентското приложение изпраща своите данни под формата на POST заявка, а сървърът отговаря с JSON съобщение. Макар и спестяващ допълнителна работа около съставянето на JSON съобщения от страна на клиента, този подход не е за препоръчване и е желателно клиентите също да изпращат информацията в JSON формат, така че да се спазват конвенциите на RESTful приложенията.

5.3.1 Зареждане на мрежа по идентификатор

Всеки екземпляр на изкуствена невронна мрежа има служебен идентификатор, който представлява и първичен ключ в съответната таблица. За да бъде заредена мрежата, се извиква PHP скрипт изпълняващ тази задача.

```
29
30  <?php
31  /*
32   * Include database functions.
33   */
34  include "../common/db.php";
35
36  header("access-control-allow-origin: *");
37
38  /*
39   * Response output variable.
40   */
41  $response = '';
42
43  /*
44   * Check input parameters.
45   */
46  if ( !isset($_POST['annid']) ) {
47      $annid = -1;
48  } else {
49      $annid = intval($_POST['annid']);
50  }
51
52  /*
53   * Open database.
54   */
55  open_db();
56
57  /*
58   * Prepare SQL query.
59   */
```

Фигура 5.21: Проверка на входните данни

Преди същинското зареждане на мрежата се включва модулът за работа с базата данни и се извършва проверка на входните параметри. В случая единственият параметър е цяло число което е идентификатор на екземпляра (Фиг. 5.21).

```
if ( !isset($_POST['annid']) ) {
    $annid = -1;
} else {
    $annid = intval($_POST['annid']);
}

/*
 * Open database.
 */
open_db();

/*
 * Prepare SQL query.
 */
$sql = 'select currency_pairs.symbol, time_periods.minutes, ann.fitness,
                ann_kind.number_of_neurons, ann_kind.flags, ann.weights,
                ann_kind.activities from ann, ann_kind, currency_pairs,
                time_periods where ann_kind.currency_pairs_id=currency_pairs.id
                and currency_pairs.period_id=time_periods.id
                and ann.id=' . $annid . ' and ann.ann_kind_id=ann_kind.id;';

/*
 * Run SQL query.
 */
$result = query_db( $sql );

/*
 * Check SQL query result.
 */
$response .= "{";
if ($result != false) {
```

Фигура 5.22: Заявка за извличане на екземпляр по идентификатор

Следва отваряне на връзка към базата данни, съставяне на заявка (добрата практика изисква извикване на съхранена функция) и изпълнение на заявката (Фиг. 5.22).

```
/*
 * Check SQL query result.
 */
$response .= "{";
if ($result != false) {
    $response .= "\n";

    /*
     * Response with artificial neural networks structure.
     */
    $response .= '"size":"1",';
    $response .= "\n";

    /*
     * MetaTrader 4 symbol.
     */
    $response .= '"symbol":"' . trim($result[0][0],"\r\n") . '",';
    $response .= "\n";

    /*
     * MetaTrader 4 period.
     */
    $response .= '"period":"' . trim($result[0][1],"\r\n") . '",';
    $response .= "\n";

    /*
     * Artificial neural network weights fitness.
     */
    $response .= '"fitness":"' . trim($result[0][2],"\r\n") . '",';
    $response .= "\n";
```

Фигура 5.23: Проверка за наличност на екземпляра

Възможни са два изхода от изпълнението на заявката, спрямо това дали такъв екземпляр присъства в базата данни или не присъства. Ако екземплярът бъде открит започва изграждането на JSON съобщение с отговор към клиента. Отговорът съдържа единица, за намерен екземпляр, названието на валутната двойка, интервала на времевия ред, жизнената стойност на екземпляра, брой и типове на невроните, матрица на връзките и матрица на теглата (Фиг. 5.23-5.26).

```
/*
 * Artificial neural network weights fitness.
 */
$response .= '"fitness":"' . trim($result[0][2],"\r\n") . '",';
$response .= "\n";

/*
 * Artificial neural network number of neurons.
 */
$response .= '"numberOfNeurons":"' . trim($result[0][3],"\r\n") . '",';
$response .= "\n";

/*
 * Artificial neural network neurons flags.
 */
$response .= '"flags": [';
$values = explode(" ", trim($result[0][4],"\r\n"));
foreach($values as $value) {
    $response .= '"'.$value.'",';
}
$response = trim($response,",");
$response .=  '],';
$response .= "\n";

/*
 * Artificial neural network weights.
 */
$response .= '"weights": [';
$response .= "\n";
$lines = explode("\r\n", trim($result[0][5],"\r\n"));
```

Фигура 5.24: Информация за невроните

```
118     $response .=  '],';
119     $response .= "\n";
120
121     /*
122      * Artificial neural network weights.
123      */
124     $response .= '"weights": [';
125     $response .= "\n";
126     $lines = explode("\r\n", trim($result[0][5],"\r\n"));
127     foreach($lines as $line) {
128         $response .= '[';
129         $values = explode(" ", $line);
130         foreach($values as $value) {
131             $response .= '"'.$value.'",';
132         }
133         $response = trim($response,",");
134         $response .=  '],';
135         $response .= "\n";
136     }
137     $response = trim($response,"\n,");
138     $response .= "\n";
139     $response .=  '],';
140     $response .= "\n";
141
142     /*
143      * Artificial neural network weights activities.
144      */
145     $response .= '"activities": [';
146     $response .= "\n";
147     $lines = explode("\r\n", trim($result[0][6],"\r\n"));
148     foreach($lines as $line) {
```

Фигура 5.25: Информация за връзките

```
    $response = trim($response,"\n,");
    $response .= "\n";
    $response .=  '],';
    $response .= "\n";

    /*
     * Artificial neural network weights activities.
     */
    $response .= '"activities": [';
    $response .= "\n";
    $lines = explode("\r\n", trim($result[0][6],"\r\n"));
    foreach($lines as $line) {
        $response .= '[';
        $values = explode(" ", $line);
        foreach($values as $value) {
            $response .= '"'.$value.'",';
        }
        $response = trim($response,",");
        $response .=  '],';
        $response .= "\n";
    }
    $response = trim($response,"\n,");
    $response .= "\n";
    $response .=  ']';
    $response .= "\n";
} else {
    /*
     * Response with -1 flag that artificial neural networks can not be loaded.
     */
    $response .= '"size":"0"';
```

Фигура 5.26: Информация за теглата

В ситуацията, когато екземплярът не е открит се връща нулев флаг. И при двата случая (открит или не) JSON съобщението се завършва, базата данни се затваря и информацията се изпраща към клиента (Фиг. 5.27).

```
            $response = trim($response,",");
            $response .=  '],';
            $response .= "\n";
        }
        $response = trim($response,"\n,");
        $response .= "\n";
        $response .=  ']';
        $response .= "\n";
    } else {
        /*
         * Response with 0 flag that artificial neural networks can not be loaded.
         */
        $response .= '"size":"0"';
        $response .= "\n";
    }
    $response .= "}";

    /*
     * Close database.
     */
    close_db();

    /*
     * Output response.
     */
    echo( $response );
    flush();
    ?>
```

Фигура 5.27: Приключване на процедурата по изпращане на отговор

5.3.2 Зареждане на случайно избрана мрежа

Когато изчисленията се извършват на принципа за дарената изчислителна мощност, логично е изборът на мрежата, която ще бъде допълнително тренирана да е на случаен принцип. За тази цел, скриптът от страна на сървъра избира мрежата по случаен начин.

```
36   * Response output variable.
37   */
38  $response = '';
39
40  /*
41   * Open database.
42   */
43  open_db();
44
45  /*
46   * Prepare SQL query.
47   */
48  $sql = 'select  currency_pairs.symbol,
49                  time_periods.minutes,
50                  ann.fitness,
51                  ann_kind.number_of_neurons,
52                  ann_kind.flags,
53                  ann.weights,
54                  ann_kind.activities
55          from
56                  ann, ann_kind, currency_pairs, time_periods
57          where
58                  ann_kind.currency_pairs_id=currency_pairs.id and
59                  currency_pairs.period_id=time_periods.id and
60                  ann.ann_kind_id=ann_kind.id
61          order by
62                  rand()
63          limit   1;';
64
65  /*
66   * Run SQL query
```

Фигура 5.28: Заявка за зареждане на случайна мрежа

Единствената разлика от зареждането на мрежа по идентификатори и случайно избрана мрежа е в SQL заявката, която се изпълнява от MySQL (Фиг. 5.28).

5.3.3 Зареждане на най-добрата жизненост от глобалната популация

Един от основните критерии, по които клиентските приложения вземат решение дали да докладват откритите от тях резултати, е стойността на най-добрата жизненост в глобалната популация (популацията, която се съхранява на сървъра). Скриптът, отговарящ за тази проверка, също включва модула за работа с базата данни и извършва серия проверки на входните параметри.

```
*/
if ( !isset($_POST['symbol']) ) {
    $symbol = "";
} else {
    $symbol = trim($_POST['symbol'],"\r\n");
}

if ( !isset($_POST['period']) ) {
    $period = 0;
} else {
    $period = intval($_POST['period']);
}

if ( !isset($_POST['number_of_neurons']) ) {
    $number_of_neurons = 0;
} else {
    $number_of_neurons = intval($_POST['number_of_neurons']);
}

if ( !isset($_POST['flags']) ) {
    $flags = "";
} else {
    $flags = trim($_POST['flags'],"\r\n");
}

if ( !isset($_POST['activities']) ) {
    $activities = "";
} else {
    $activities = trim($_POST['activities'],"\r\n");
}
```

Фигура 5.29: Входни параметри за конкретна топология на невронна мрежа

Проверяват се названието на валутната двойка, периодът на времевия ред, броят и типовете на невроните, както и връзките между тях (Фиг. 5.29).

```
$tok = strtok($flags, " \r\n");
$buffer = "";
for ($i=0; $i<$number_of_neurons; $i++) {
    if ($tok != false) {
        $buffer .= (intval($tok) . " ");
    } else {
        $buffer .= "0" . " ";
    }
    $tok = strtok(" \r\n");
}
$buffer = trim($buffer, " \r\n");
$flags = $buffer;
$tok = strtok($activities, " \r\n");
$buffer = "";
for ($j=0; $j<$number_of_neurons; $j++) {
    for ($i=0; $i<$number_of_neurons; $i++) {
        if ($tok != false) {
            $buffer .= (floatval($tok) . " ");
        } else {
            $buffer .= "0" . " ";
        }

        $tok = strtok(" \r\n");
    }
    $buffer = trim($buffer, " \r\n");
    $buffer .= "\n";
}
$buffer = trim($buffer, " \r\n");
$activities = $buffer;
```

Фигура 5.30: Флагове на невроните и връзките между тях

Тъй като типовете на невроните са представени като масив, а връзките между самите неврони в матрица на съседство, то проверката им изисква малко по-сложна обработка в цикли (Фиг. 5.30).

```
101 /*
102  * Response output variable.
103  */
104 $response = '{';
105 $response .= "\n";
106 /*
107  * Open database.
108  */
109 open_db();
110 /*
111  * Prepare SQL query to find ANN kind id.
112  */
113 $sql = "select loadBestFitness('" . $symbol . "', " . $period . ", " .
114 $number_of_neurons . ", '" . $flags . "', '" . $activities . "');";
115 $result = query_db( $sql );
116 /*
117  * Close database.
118  */
119 close_db();
120 /*
121  * Response with best fitness or very high unreal value.
122  */
123 $response .= '"fitness":"' . trim($result[0][0],"\r\n") . '"';
124 $response .= "\n";
125 $response .= "}";
126 /*
127  * Output response.
128  */
129 echo( $response );
130 flush();
131 ?>
```

Фигура 5.31: Заявка за най-добра жизненост

Следва отваряне на връзката към базата данни, изпълнение на съхранената функция за откриване на най-добра жизненост, затваряне на базата данни и изпращане до клиента на JSON пакетиран отговор (Фиг. 5.31).

5.3.4 Зареждане на брой неврони по идентификатор

При работата с екземпляри на изкуствените невронни мрежи, съществено е запитването за броя неврони в мрежата.

```
*/
include "../common/db.php";

header("access-control-allow-origin: *");

/*
 * Check input parameters.
 */
if ( !isset($_POST['annid']) ) {
    $annid = -1;
} else {
    $annid = intval($_POST['annid']);
}

/*
 * Response output variable.
 */
$response = '{';
$response .= "\n";

/*
 * Open database.
 */
open_db();

/*
 * Prepare SQL query to find ANN kind id.
 */
$sql = 'select loadNeuronsAmount(' . $annid . ');';

/*
```

Фигура 5.32: Определяне на броя неврони по идентификатор на мрежа

Процедурата отново включва модула за работа с базата данни, проверка на входния параметър за идентификатор на екземпляр, отваряне на връзка към базата данни и стартиране на съхранена функция (Фиг. 5.32).

```
 * open database.
 */
open_db();

/*
 * Prepare SQL query to find ANN kind id.
 */
$sql = 'select loadNeuronsAmount(' . $annid . ');';

/*
 * Run SQL query.
 */
$result = query_db( $sql );


$response .= '"neuronsAmount":"' . trim($result[0][0],"\r\n") . '"';
$response .= "\n";
$response .= "}";

/*
 * Close database.
 */
close_db();

/*
 * Output response.
 */
echo( $response );
flush();
?>
```

Фигура 5.33: Отговор към клиента

Резултатът от съхранената функция се опакова в JSON съобщение и се изпраща на клиента (Фиг. 5.33).

5.3.5 Зареждане на тренировъчно множество по информация за валутна двойка

За обучението на всяка изкуствена невронна мрежа се използва тренировъчно множество, което е различно, според названието на валутната двойка и времевия интервал на реда.

```
 */
include "../common/db.php";

header("access-control-allow-origin: *");

/*
 * Response output variable.
 */
$response = '{';
$response .= "\n";

/*
 * Check input parameters.
 */
if ( !isset($_POST['symbol']) ) {
    $symbol = "";
} else {
    $symbol = trim($_POST['symbol'],"\r\n");
}

if ( !isset($_POST['period']) ) {
    $period = 0;
} else {
    $period = intval($_POST['period']);
}

/*
 * Open database.
 */
open_db();
```

Фигура 5.34: Проверка на входните параметри

Зареждането започва по класическия начин с включване на модула за работа с базата данни, проверка на входната информация и отваряне на връзка към базата данни (Фиг. 5.34).

```
60   * Open database.
61   */
62  open_db();
63
64  /*
65   * Prepare SQL query.
66   */
67  $sql = "select training_set.number_of_examples, training_set.time,
68              training_set.open, training_set.low, training_set.high,
69              training_set.close, training_set.volume from training_set,
70              currency_pairs, time_periods
71        where training_set.currency_pairs_id=currency_pairs.id and
72              currency_pairs.period_id=time_periods.id and
73              currency_pairs.symbol='" . $symbol . "' and
74              time_periods.minutes=" . $period . ";";
75
76  /*
77   * Run SQL query.
78   */
79  $result = query_db( $sql );
80
81  /*
82   * Close database.
83   */
84  close_db();
85
86  /*
87   * Check SQL query result.
88   */
89  if ($result != false) {
90      /*
```

Фигура 5.35: Заявка за тренировъчно множество

Следва заявка, извличане на резултата и затваряне на връзката към базата данни (Фиг. 5.35). Макар и да не е направено, добрият стил за разделяне на слоевете предполага вместо заявка да се извика съхранена функция.

```
 */
if ($result != false) {
    /*
     * Response with number of training examples.
     */
    $response .= '"numberOfExamples":"' . trim($result[0][0],"\r\n") . '",';
    $response .= "\n";

    /*
     * Time values of training examples.
     */
    $response .= '"time": [';
    $values = explode(" ", trim($result[0][1],"\r\n"));
    foreach($values as $value) {
        $response .= '"'.$value.'",';
    }
    $response = trim($response,",");
    $response .=  ],';
    $response .= "\n";

    /*
     * Open values of training examples.
     */
    $response .= '"open": [';
    $values = explode(" ", trim($result[0][2],"\r\n"));
    foreach($values as $value) {
        $response .= '"'.$value.'",';
    }
    $response = trim($response,",");
    $response .=  ],';
    $response .= "\n";
```

Фигура 5.36: Брой примери, времеви маркери и нива на отваряне

```
115     }
116     $response = trim($response,",");
117     $response .=  ],';
118     $response .= "\n";
119
120     /*
121      * Low values of training examples.
122      */
123     $response .= '"low": [';
124     $values = explode(" ", trim($result[0][3],"\r\n"));
125     foreach($values as $value) {
126         $response .= '"'.$value.'",';
127     }
128     $response = trim($response,",");
129     $response .=  ],';
130     $response .= "\n";
131
132     /*
133      * High values of training examples.
134      */
135     $response .= '"high": [';
136     $values = explode(" ", trim($result[0][4],"\r\n"));
137     foreach($values as $value) {
138         $response .= '"'.$value.'",';
139     }
140     $response = trim($response,",");
141     $response .=  ],';
142     $response .= "\n";
143
144     /*
```

Фигура 5.37: Най-ниска и най-висока постигната стойност

```
    }
    $response = trim($response,",");
    $response .=  ],';
    $response .= "\n";

    /*
     * Close values of training examples.
     */
    $response .= '"close": [';
    $values = explode(" ", trim($result[0][5],"\r\n"));
    foreach($values as $value) {
        $response .= '"'.$value.'",';
    }
    $response = trim($response,",");
    $response .=  ],';
    $response .= "\n";

    /*
     * Volume values of training examples.
     */
    $response .= '"volume": [';
    $values = explode(" ", trim($result[0][6],"\r\n"));
    foreach($values as $value) {
        $response .= '"'.$value.'",';
    }
    $response = trim($response,",");
    $response .=  ]';
    $response .= "\n";
} else {
    /*
     * Response with zero available training examples.
```

Фигура 5.38: Нива на затваряне и търгуван обем

Ако е намерено тренировъчно множество за посочената валутна двойка и времеви интервал, то стойностите от времевия ред се пакетират и изпращат на клиента (Фиг. 5.36-5.38).

```
    $response .= "\n";

    /*
     * Volume values of training examples.
     */
    $response .= '"volume": [';
    $values = explode(" ", trim($result[0][6],"\r\n"));
    foreach($values as $value) {
        $response .= '"'.$value.'",';
    }
    $response = trim($response,",");
    $response .=  ']';
    $response .= "\n";
} else {
    /*
     * Response with zero available training examples.
     */
    $response .= '"numberOfExamples":"0"';
    $response .= "\n";
}

$response .= "}";

/*
 * Output response.
 */
echo( $response );
flush();
?>
```

Фигура 5.39: Изпращане на отговор до клиента

Ако тренировъчно множество не бъде открито, се изпраща съобщение с нулев размер за данните. Без значение дали е открито множество или не, JSON съобщението се изпраща до клиента (Фиг. 5.39).

5.3.6 Зареждане на брой екземпляри по идентификатор или информация за валутна двойка

За подбирането на подмножество от глобалната популация е нужно да се знае колко екземпляра присъстват в базата данни по зададен идентификатор на екземпляр или название на валутна двойка с период.

```
 */
include "../common/db.php";

header("access-control-allow-origin: *");

/*
 * Check input parameters.
 */
if ( !isset($_POST['annid']) ) {
    $annid = -1;
} else {
    $annid = intval($_POST['annid']);
}

if ( !isset($_POST['symbol']) ) {
    $symbol = "";
} else {
    $symbol = trim($_POST['symbol'],"\r\n");
}

if ( !isset($_POST['period']) ) {
    $period = 0;
} else {
    $period = intval($_POST['period']);
}

/*
 * Open database.
 */
open_db();
```

Фигура 5.40: Проверка на входните аргументи

Проверката отново започва с включване на модула за работа с базата данни, проверка на входните аргументи и отваряне на връзка към базата данни (Фиг. 5.40).

```
60   * Open database.
61   */
62  open_db();
63
64  /*
65   * Prepare SQL query by ANN id.
66   */
67  $sql = 'select id from ann where ann.ann_kind_id=(select ann_kind_id from ann
68          where id=' . $annid . ') order by fitness asc;';
69
70  /*
71   * Run SQL query.
72   */
73  $result = query_db( $sql );
74
75  /*
76   * Count number of artificial neural networks available.
77   */
78  $count = 0;
79
80  /*
81   * Response output variable.
82   */
83  $response = '';
84
85  /*
86   * Check SQL query result.
87   */
88  if ($result != false) {
89      /*
90
```

Фигура 5.41: Еземпляри от типа на подадения идентификатор

Първо се изброяват екземплярит,е които са от типа на подадения идентификатор (Фиг. 5.41).

```
80   /*
81    * Response output variable.
82    */
83   $response = '';
84
85   /*
86    * Check SQL query result.
87    */
88   if ($result != false) {
89       /*
90        * Response with all artificial neural networks identifiers available.
91        */
92       $response .= '"identifiers": [';
93
94       for ($i=0; $i<count($result); $i++) {
95           $response .= '"' . trim($result[$i][0],"\r\n") . '",';
96           $count++;
97       }
98
99       $response = trim($response,"\n,");
100      $response .= "]";
101      $response .= "\n";
102  }
103
104  /*
105   * Prepare SQL query by ANN symbol and period.
106   */
107  $sql = 'select id, ann_kind_id from ann where ann.ann_kind_id=(
108          select ann_kind_id from ann_kind, currency_pairs, time_periods
109          where currency_pairs_id=currency_pairs.id and period_id=time_periods.id
110          and symbol='  $symbol  ' and period='  $period  ')
```

Фигура 5.42: Пакетиране на получените стойности в JSON съобщение

Получените стойности се пакетират в JSON съобщение (Фиг. 5.42).

```
    $response .= "\n";
}

/*
 * Prepare SQL query by ANN symbol and period.
 */
$sql = 'select id, ann_kind_id from ann where ann.ann_kind_id=(
        select ann_kind_id from ann_kind, currency_pairs, time_periods
        where currency_pairs_id=currency_pairs.id and period_id=time_periods.id
        and symbol=' . $symbol . ' and period=' . $period . ')
        order by fitness asc;';

/*
 * Run SQL query.
 */
$result = query_db( $sql );

/*
 * Check SQL query result if there is no list by ANN id.
 */
if ($count==0 && $result!=false) {
    /*
     * Artificial neural networks should be from the same kind.
     */
    $ann_kind_id = $result[0][1];

    /*
     * Response with all artificial neural networks identifiers available.
     */
    $response .= '"identifiers": ["';
```

Фигура 5.43: Проверка за екземпляри по название на валутна двойка и период

Следва проверка за екземпляри по название на валутна двойка и период. Този списък се използва само, ако първоначално не е открито подмножество (Фиг. 5.43).

```
/*
 * Check SQL query result if there is no list by ANN id.
 */
if ($count==0 && $result!=false) {
    /*
     * Artificial neural networks should be from the same kind.
     */
    $ann_kind_id = $result[0][1];

    /*
     * Response with all artificial neural networks identifiers available.
     */
    $response .= '"identifiers": ["';

    for ($i=0; $i<count($result); $i++) {
        if ($result[$i][1] == $ann_kind_id) {
            $response .= '"' . trim($result[$i][0],"\r\n") . '",';
            $count++;
        }
    }

    $response = trim($response,"\n,");
    $response .= "]";
    $response .= "\n";
}

/*
 * Response with number of artificial neural networks available.
 */
$response = '"size":"' . $count . '".' . "\n" . $response;
```

Фигура 5.44: Пакетиране на получените стойности в JSON съобщение

Пакетирането в JSON съобщение е аналогично на предходното (Фиг. 5.44).

```
    }

    $response = trim($response,"\n,");
    $response .= "]";
    $response .= "\n";
}

/*
 * Response with number of artificial neural networks available.
 */
$response = '"size":"' . $count . '",' . "\n" . $response;
$response = "{\n" . trim($response,"\n,") . "\n}";

/*
 * Close database.
 */
close_db();

/*
 * Output response.
 */
echo( trim($response,"\r\n") );
flush();
?>
```

Фигура 5.45: Изпращане на резултата

Скриптът завършва със затваряне на връзката към базата данни, оформяне и изпращане на резултата до клиента (Фиг. 5.45).

5.3.7 Зареждане на брой тренировъчни примери по информация за валутна двойка

За определянето на броя тренировъчни примери се подхожда по аналогичен начин с включване на модула за работа с базата данни, проверка на входните аргументи и отваряне на връзка към базата данни (Фиг. 5.46).

```
 */
include "../common/db.php";

header("access-control-allow-origin: *");

/*
 * Response output variable.
 */
$response = '{';
$response .= "\n";

/*
 * Check input parameters.
 */
if ( !isset($_POST['symbol']) ) {
    $symbol = "";
} else {
    $symbol = trim($_POST['symbol'],"\r\n");
}

if ( !isset($_POST['period']) ) {
    $period = 0;
} else {
    $period = intval($_POST['period']);
}

/*
 * Open database.
 */
open_db();
```

Фигура 5.46: Брой тренировъчни примери по валутна информация

Изпълнението на заявката може да открие подходящо тренировъчно множество или да не открие такова (Фиг. 5.47).

```
/*
 * Prepare SQL query.
 */
$sql = "select number_of_examples from training_set, currency_pairs,
        time_periods where training_set.currency_pairs_id=currency_pairs.id and
        currency_pairs.period_id=time_periods.id and currency_pairs.symbol='" .
        $symbol . "' and time_periods.minutes=" . $period . ";";

/*
 * Run SQL query.
 */
$result = query_db( $sql );

/*
 * Check SQL query result.
 */
if ($result != false) {
    /*
     * Response with number of training examples.
     */
    $response .= '"numberOfExamples":"' . trim($result[0][0],"\r\n") . '"';
    $response .= "\n";
} else {
    /*
     * Response with zero available training examples.
     */
    $response .= '"numberOfExamples":"0"';
    $response .= "\n";
}
```

Фигура 5.47: Заявка за брой тренировъчни примери

Скриптът приключва със затваряне на връзката към базата данни, пакетиране и изпращане на отговора до клиента (Фиг. 5.48).

```
     * Response with number of training examples.
     */
    $response .= '"numberOfExamples":"' . trim($result[0][0],"\r\n") . '"';
    $response .= "\n";
} else {
    /*
     * Response with zero available training examples.
     */
    $response .= '"numberOfExamples":"0"';
    $response .= "\n";
}

$response .= "}";

/*
 * Close database.
 */
close_db();

/*
 * Output response.
 */
echo( $response );
flush();
?>
```

Фигура 5.48: Изпращане на отговор до клиента

5.3.8 Съхраняване на екземпляр изкуствена невронна мрежа

Съхраняването на екземпляр от изкуствената невронна мрежа не връща резултат за изпълнението на операцията и поради тази причина не се използва JSON. След включването на модула за работа с базата от данни се изисква по-сложна проверка на входните аргументи, тъй като те са повече на брой и по-сложни (Фиг. 5.49-5.53).

```
include "../common/db.php";

header("access-control-allow-origin: *");

/*
 * Check input parameters.
 */
if ( !isset($_POST['symbol']) ) {
    $symbol = "";
} else {
    $symbol = trim($_POST['symbol'],"\r\n");
}

if ( !isset($_POST['period']) ) {
    $period = 0;
} else {
    $period = intval($_POST['period']);
}

if ( !isset($_POST['fitness']) ) {
    $fitness = PHP_INT_MAX;
} else {
    $fitness = floatval($_POST['fitness']);
}

if ( !isset($_POST['number_of_neurons']) ) {
    $number_of_neurons = 0;
} else {
    $number_of_neurons = intval($_POST['number_of_neurons']);
}
```

Фигура 5.49: Проверка на входните аргументи за валутна двойка, период, жизненост и брой неврони

```
60      $number_of_neurons = 0;
61  } else {
62      $number_of_neurons = intval($_POST['number_of_neurons']);
63  }
64
65  if ( !isset($_POST['flags']) ) {
66      $flags = "";
67  } else {
68      $flags = trim($_POST['flags'],"\r\n");
69  }
70
71  if ( !isset($_POST['weights']) ) {
72      $weights = "";
73  } else {
74      $weights = trim($_POST['weights'],"\r\n");
75  }
76
77  if ( !isset($_POST['activities']) ) {
78      $activities = "";
79  } else {
80      $activities = trim($_POST['activities'],"\r\n");
81  }
82
83  /*
84   * Validate flags array.
85   */
86  $tok = strtok($flags, " \r\n");
87  $buffer = "";
88  for ($i=0; $i<$number_of_neurons; $i++) {
89      if ($tok != false) {
90
```

Фигура 5.50: Проверка на входните аргументи за флагове на невроните, връзки и тегла между невроните

```
78          $activities = "";
79      } else {
80          $activities = trim($_POST['activities'],"\r\n");
81      }
82
83      /*
84       * Validate flags array.
85       */
86      $tok = strtok($flags, " \r\n");
87      $buffer = "";
88      for ($i=0; $i<$number_of_neurons; $i++) {
89          if ($tok != false) {
90              $buffer .= (intval($tok) . " ");
91          } else {
92              $buffer .= "0" . " ";
93          }
94          $tok = strtok(" \r\n");
95      }
96      $buffer = trim($buffer, " \r\n");
97      $flags = $buffer;
98
99      /*
100      * Validate weights matrix.
101      */
102     //TODO Be very careful with matrix transpose (C++ vs PHP).
103     $tok = strtok($weights, " \r\n");
104     $buffer = "";
105     for ($j=0; $j<$number_of_neurons; $j++) {
106         for ($i=0; $i<$number_of_neurons; $i++) {
107             if ($tok != false) {
108                 $buffer .= (floatval($tok) . " ");
```

Фигура 5.51: Проверка за типа на всеки неврон

```
96   $buffer = trim($buffer, " \r\n");
97   $flags = $buffer;
98
99   /*
100   * Validate weights matrix.
101   */
102  //TODO Be very careful with matrix transpose (C++ vs PHP).
103  $tok = strtok($weights, " \r\n");
104  $buffer = "";
105  for ($j=0; $j<$number_of_neurons; $j++) {
106      for ($i=0; $i<$number_of_neurons; $i++) {
107          if ($tok != false) {
108              $buffer .= (floatval($tok) . " ");
109          } else {
110              $buffer .= "0" . " ";
111          }
112
113          $tok = strtok(" \r\n");
114      }
115
116      $buffer = trim($buffer, " \r\n");
117      $buffer .= "\r\n";
118  }
119  $buffer = trim($buffer, " \r\n");
120  $weights = $buffer;
121
122  /*
123   * Validate activities matrix.
124   */
125  $tok = strtok($activities, " \r\n");
126  $buffer = "";
```

Фигура 5.52: Проверка за стойността на всяко тегло

```
    $buffer = trim($buffer, " \r\n");
    $buffer .= "\r\n";
}
$buffer = trim($buffer, " \r\n");
$weights = $buffer;

/*
 * Validate activities matrix.
 */
$tok = strtok($activities, " \r\n");
$buffer = "";
//TODO Be very careful with matrix transpose (C++ vs PHP).
for ($j=0; $j<$number_of_neurons; $j++) {
    for ($i=0; $i<$number_of_neurons; $i++) {
        if ($tok != false) {
            $buffer .= (floatval($tok) . " ");
        } else {
            $buffer .= "0" . " ";
        }

        $tok = strtok(" \r\n");
    }

    $buffer = trim($buffer, " \r\n");
    $buffer .= "\r\n";
}
$buffer = trim($buffer, " \r\n");
$activities = $buffer;

/*
```

Фигура 5.53: Проверка за стойността на всяка връзка

При този скрипт проверките са значително по-сложни, тъй като освен наличност на аргументите се следи за числените стойности, които пристигат от клиентското приложение.

```
    $buffer .= "\r\n";
}
$buffer = trim($buffer, " \r\n");
$activities = $buffer;

/*
 * Open database.
 */
open_db();

/*
 * SQL query for ANN save.
 */
$sql = "call saveAnn('" . $symbol . "', " . $period . ", " . $number_of_neurons .
       ", '" . $flags . "', '" . $activities . "', " . $fitness . ", '" .
       $weights . "')";

$result = query_db( $sql );

/*
 * Close database.
 */
close_db();
?>
```

Фигура 5.54: Съхраняване на екземпляр изкуствена невронна мрежа

Същината на скрипта представлява отваряне на връзка към базата данни, изпълнение на съхранена процедура и затваряне на връзката към базата данни (Фиг. 5.54).

5.3.9 Съхраняване на екземпляр изкуствена невронна мрежа след дообучение

Когато определена изкуствена невронна мрежа е преминала допълнителен цикъл на обучение и бъде изпратена до отдалечения сървър, разумно е информацията да се съхранява само, ако води до подобряване на жизнеността.

```
$buffer = trim($buffer, " \r\n");
$activities = $buffer;

/*
 * Open database.
 */
open_db();

/*
 * Load best known fitness.
 */
$sql = "select loadBestFitness('" . $symbol . "', " . $period . ", " .
$number_of_neurons . ", '" . $flags . "', '" . $activities . "');";
$result = query_db( $sql );

/*
 * Store the information only if the fitness is better.
 */
if($result[0][0] > $fitness) {
    /*
     * SQL query for ANN save.
     */
    $sql = "call saveAnn('" . $symbol . "', " . $period . ", " . $number_of_neuro

    $result = query_db( $sql );
}

/*
 * Close database.
 */
```

Фигура 5.55: Проверка на жизнеността преди съхраняване на информацията

Разликата между общата процедура за съхраняване на изкуствена невронна мрежа и съхраняването след допълнително обучение е в проверката на най-добрата постигната жизнена стойност (Фиг. 5.55).

5.3.10 Съхраняване на тренировъчно множество

По аналогичен начин, при съхраняването на тренировъчни примери не се връща JSON съобщение и кодът по проверката на входните данни превъзхожда кода за самото съхраняване. Първоначално се проверява наличието на аргументите (Фиг. 5.56,5.57).

```
include "../common/db.php";

header("access-control-allow-origin: *");

/*
 * Check input parameters.
 */
if ( !isset($_POST['symbol']) ) {
    $symbol = "";
} else {
    $symbol = trim($_POST['symbol'],"\r\n");
}

if ( !isset($_POST['period']) ) {
    $period = 0;
} else {
    $period = intval($_POST['period']);
}

if ( !isset($_POST['number_of_examples']) ) {
    $number_of_examples = 0;
} else {
    $number_of_examples = intval($_POST['number_of_examples']);
}

if ( !isset($_POST['time']) ) {
    $time = "";
} else {
    $time = trim($_POST['time'],"\r\n");
}
```

Фигура 5.56: Проверка на агументите за валутна двойка, период, брой примери и времеви маркери

```
if ( !isset($_POST['open']) ) {
    $open = "";
} else {
    $open = trim($_POST['open'],"\r\n");
}

if ( !isset($_POST['low']) ) {
    $low = "";
} else {
    $low = trim($_POST['low'],"\r\n");
}

if ( !isset($_POST['high']) ) {
    $high = "";
} else {
    $high = trim($_POST['high'],"\r\n");
}

if ( !isset($_POST['close']) ) {
    $close = "";
} else {
    $close = trim($_POST['close'],"\r\n");
}

if ( !isset($_POST['volume']) ) {
    $volume = "";
} else {
    $volume = trim($_POST['volume'],"\r\n");
}
```

Фигура 5.57: Проверка на агументите за отваряне, най-ниска стойност, най-висока стойност, затваряне и изтъргуван обем

Всеки от масивите преминава допълнителна проверка за стойностите, които съдържа (Фиг. 5.58-5.60).

```
 */
$tok = strtok($time, " \r\n");
$buffer = "";
for ($i=0; $i<$number_of_examples; $i++) {
    if ($tok != false) {
        $buffer .= (intval($tok) . " ");
    } else {
        $buffer .= "0" . " ";
    }
    $tok = strtok(" \r\n");
}
$buffer = trim($buffer, " \r\n");
$time = $buffer;

/*
 * Validate open array.
 */
$tok = strtok($open, " \r\n");
$buffer = "";
for ($i=0; $i<$number_of_examples; $i++) {
    if ($tok != false) {
        $buffer .= (floatval($tok) . " ");
    } else {
        $buffer .= "0" . " ";
    }
    $tok = strtok(" \r\n");
}
$buffer = trim($buffer, " \r\n");
$open = $buffer;

/*
```

Фигура 5.58: Проверка на стойностите за времеви маркери и нива на отваряне

```
130  */
131 $tok = strtok($low, " \r\n");
132 $buffer = "";
133 for ($i=0; $i<$number_of_examples; $i++) {
134     if ($tok != false) {
135         $buffer .= (floatval($tok) . " ");
136     } else {
137         $buffer .= "0" . " ";
138     }
139     $tok = strtok(" \r\n");
140 }
141 $buffer = trim($buffer, " \r\n");
142 $low = $buffer;
143
144 /*
145  * Validate high array.
146  */
147 $tok = strtok($high, " \r\n");
148 $buffer = "";
149 for ($i=0; $i<$number_of_examples; $i++) {
150     if ($tok != false) {
151         $buffer .= (floatval($tok) . " ");
152     } else {
153         $buffer .= "0" . " ";
154     }
155     $tok = strtok(" \r\n");
156 }
157 $buffer = trim($buffer, " \r\n");
158 $high = $buffer;
159
160 /*
```

Фигура 5.59: Проверка на стойностите за най-ниско и най-високо постигнато ниво

```
 */
$tok = strtok($close, " \r\n");
$buffer = "";
for ($i=0; $i<$number_of_examples; $i++) {
    if ($tok != false) {
        $buffer .= (floatval($tok) . " ");
    } else {
        $buffer .= "0" . " ";
    }
    $tok = strtok(" \r\n");
}
$buffer = trim($buffer, " \r\n");
$close = $buffer;

/*
 * Validate volume array.
 */
$tok = strtok($volume, " \r\n");
$buffer = "";
for ($i=0; $i<$number_of_examples; $i++) {
    if ($tok != false) {
        $buffer .= (floatval($tok) . " ");
    } else {
        $buffer .= "0" . " ";
    }
    $tok = strtok(" \r\n");
}
$buffer = trim($buffer, " \r\n");
$volume = $buffer;
```

Фигура 5.60: Проверка на стойностите за затваряне и изтъргуван обем

Същинската част на скрипта отваря връзка към базата данни, изпълнява съхранена процедура и затваря връзката към базата данни (Фиг. 5.61).

```
        $buffer .= "0" . " ";
    }
    $tok = strtok(" \r\n");
}
$buffer = trim($buffer, " \r\n");
$volume = $buffer;

/*
 * Open database.
 */
open_db();

/*
 * Run SQL query to replace previous record or insert new one.
 */
$sql = "call saveTrainingSet('" . $symbol . "', $period, $number_of_examples,
       '" . $time . "', '" . $open . "', '" . $low . "', '" . $high . "',
       '" . $close . "', '" . $volume . "');";
query_db( $sql );

/*
 * Close database.
 */
close_db();
?>
```

Фигура 5.61: Съхраняване на тренировъчно множество

Глава 6

Комуникация клиент-сървър

Комуникацията между Android клиента и PHP базирания сървър се извършва през HTTP с размяна на JSON пакетирани съобщения.

6.1 Hypertext Transfer Protocol

При всяко създаване на инстанция за тапета е нужно да се извърши свързване към отдалечения сървър и да бъде заявен пакет за работа. Ако връзката не е възможна се използват данните, записани в локалната база данни.

```
322
323         /*
324          * Return minimum and maximum values of the activation function output.
325          */
326         return new double[]{check[0], check[check.length - 1]};
327     }
328
329     /**
330      * {@inheritDoc}
331      */
332     @Override
333     public void onCreate() {
334         super.onCreate();
335
336         initialize();
337     }
338
339     /**
340      * {@inheritDoc}
341      */
342     @Override
343     public Engine onCreateEngine() { return new WallpaperEngine(); }
346
347     /**
348      * Wallpaper engine class.
349      *
350      * @author Todor Balabanov
351      */
352     private class WallpaperEngine extends Engine {
353
```

Фигура 6.1: Инициализация на вътрешните променливи

Инициализацията на вътрешните променливи се осъществява в събитието onCreate (Фиг. 6.1).

```
VitoshaTradeWallpaperService initialize()
148
149     /**
150      * Training rule object.
151      */
152     private static ResilientPropagation train = null;
153
154     /**
155      * Initialize common class members.
156      */
157     private void initialize() {
158         /*
159          * Load ANN structure and time series data from the remote server.
160          */
161         HttpHelper helper = new HttpHelper(PreferenceManager
162                 .getDefaultSharedPreferences(
163                         context: VitoshaTradeWallpaperService.this).
164                         getString( s: "server_url",  s1: "localhost"));
165
166         if(helper.load() == false) {
167             // TODO Use local data if the remote server is not available.
168         }
169
170         Map<NeuronType, Integer> counters = new HashMap<~>();
171         counters.put(NeuronType.REGULAR,  v: 0);
172         counters.put(NeuronType.BIAS,  v: 0);
173         counters.put(NeuronType.INPUT,  v: 0);
174         counters.put(NeuronType.OUTPUT,  v: 0);
175
176         for (int type : InputData.NEURONS) {
177             counters.put(NeuronType.valueOf(type),
```

Фигура 6.2: Зареждане на данните с помощта на HTTP комуникация

Инициализирането на вътрешните променливи през HTTP се поема от допълнително създаден помощен обект, който е от клас отговорен за комуникацията (Фиг. 6.2).

```
1   package eu.veldsoft.vitdiscomp;
2
3   import ...
20
21  /**
22   * It is used for HTTP communication with the remote server.
23   *
24   * @author Todor Balabanov
25   */
26  class HttpHelper {
27     /**
28      * Load random ANN remote server script name.
29      */
30     private final String LOAD_RANDOM_ANN_SCRIPT = "json_load_random_ann.php";
31
32     /**
33      * Loading training set for particular ticker and time period.
34      */
35     private final String LOAD_TRAINING_SET_SCRIPT = "json_load_training_set.php";
36
37     /**
38      * Report retrained ANN remote server script name.
39      */
40     private final String SAVE_RETRAINED_ANN_SCRIPT = "save_retrained_ann.php";
41
42     /**
43      * Number of ANN found as response of the request.
44      */
45     private static final String JSON_SIZE_KEY = "size";
46
```

Фигура 6.3: HTTP комуникационен файл

Комуникацията по HTTP с отдалечения сървър и синтактичната обработка на JSON съобщенията са изнесени в помощен клас HttpHelper (Фиг. 6.3). Съществуват различни възможности за задаване на имената, които се ползват за отдалечените скриптове, но един от най-елементарните е чрез именувани константи. Имената на сървърните скриптове подлежат на промяна, но се разчита, че тя ще е значително по-рядко от смяната на URL адреса. Точно поради тази причина параметризирането на информацията е по различен начин.

```
101
102     /**...*/
105     private static final String JSON_HIGH_KEY = "high";
106
107     /**...*/
110     private static final String JSON_CLOSE_KEY = "close";
111
112     /**...*/
115     private static final String JSON_VOLUME_KEY = "volume";
116
117     /**
118      * Remote server URl address.
119      */
120     private final String url;
121
122     /**
123      * Constructor with all parameters needed.
124      *
125      * @param url Remote server URL address.
126      */
127     public HttpHelper(String url) {
128         this.url = url;
129     }
130
131     /*
132      * Load remote data into input data structure.
133      *
134      * @return True if the loading was successful, false otherwise.
135      */
136     public boolean load() {
```

Фигура 6.4: Констркутор на спомагателния клас

Тъй като URL адресът на отдалечения сървър е възможно да търпи многократни промени, е разумно тази информация да постъпва в конструктора на класа (Фиг. 6.4).

```
130
131  /*
132   * Load remote data into input data structure.
133   *
134   * @return True if the loading was successful, false otherwise.
135   */
136  public boolean load() {
137      String symbol = InputData.SYMBOL;
138      int period = InputData.PERIOD;
139      int[] flags = InputData.NEURONS;
140      double[][] weights = InputData.WEIGHTS;
141      double[][] activities = InputData.ACTIVITIES;
142      long[] time = InputData.TIME;
143      double[] open = InputData.OPEN;
144      double[] low = InputData.LOW;
145      double[] high = InputData.HIGH;
146      double[] close = InputData.HIGH;
147      double[] volume = InputData.VOLUME;
148
149      HttpClient client = new DefaultHttpClient();
150      client.getParams().setParameter( s: "http.protocol.content-charset", o: "UTF-8")
151
152      /*
153       * Load randomly selected ANN.
154       */
155      HttpPost post = new HttpPost( uri: "http://" + url + "/" + LOAD_RANDOM_ANN_SCRIP
156
157      try {
158          HttpResponse response = client.execute(post);
159
```

Фигура 6.5: Функция за зареждане на случайно избрана от сървъра мрежа

За зараждане на случайно избрана мрежа се извиква определеният за целта скрипт на отдалеченото сървър. Това се извършва в спомагателна функция load, която зарежда информацията в публично достъпната глобална структура за представяне на работните данни (Фиг. 6.5).

```
210            return false;
211        } catch (JSONException exception) {
212            return false;
213        } catch (Exception exception) {
214            return false;
215        }
216
217        /*
218         * Load training set for the selected ANN.
219         */
220        post = new HttpPost(uri: "http://" + url + "/" + LOAD_TRAINING_SET_SCRIPT);
221        List<NameValuePair> pairs = new ArrayList<NameValuePair>();
222        pairs.add(new BasicNameValuePair(name: "symbol", symbol));
223        pairs.add(new BasicNameValuePair(name: "period", value: "" + period));
224        try {
225            post.setEntity(new UrlEncodedFormEntity(pairs));
226        } catch (UnsupportedEncodingException e) {
227            return false;
228        }
229
230        try {
231            HttpResponse response = client.execute(post);
232
233            JSONObject result = new JSONObject(EntityUtils.toString(response.getEnti
234
235            int size = result.getInt(JSON_NUMBER_OF_EXAMPLES_KEY);
236
237            /*
238             * If there is no ANN training set on the server side nothing can be loa
239             */
```

Фигура 6.6: Зареждане на тренировъчно множество

След като бъде заредена случайно избрана мрежа, се зарежда и подходящо за мрежата тренировъчно множество (Фиг. 6.6). За съпоставка на наличните времеви редове се използва названието на символната двойка и периодът на реда.

```
306 }
307
308 /**
309  * Store calculated ANN weights on the remote web server.
310  *
311  * @return True if the saving was successful, false otherwise.
312  */
313 public boolean store() {
314     HttpClient client = new DefaultHttpClient();
315     client.getParams().setParameter( s: "http.protocol.content-charset", o: "UTF-8"
316
317     /*
318      * Store retrained ANN.
319      */
320     HttpPost post = new HttpPost( uri: "http://" + url + "/" + SAVE_RETRAINED_ANN_SC
321     List<NameValuePair> pairs = new ArrayList<NameValuePair>();
322
323     pairs.add(new BasicNameValuePair( name: "symbol", InputData.SYMBOL));
324     pairs.add(new BasicNameValuePair( name: "period",  value: "" + InputData.PERIOD))
325     pairs.add(new BasicNameValuePair( name: "fitness",  value: "" + InputData.FITNESS
326     pairs.add(new BasicNameValuePair( name: "number_of_neurons",  value: "" + InputDa
327
328     String flags = "";
329     for (int i=0; i<InputData.NEURONS.length; i++) {
330         flags += InputData.NEURONS[i] + " ";
331     }
332     pairs.add(new BasicNameValuePair( name: "flags",  value: "" + flags.trim()));
333
334     //TODO Matrix transpose is possible.
335     String weights = "";
```

Фигура 6.7: Функция за запазване на допълнително обучавана мрежа

При процеса за съхраняване на допълнително обучената мрежа се използва втора помощна функция save, която има за цел да изпрати по HTTP заявка информацията налична в глобалната структура с данните от обучението (Фиг. 6.7).

```
323     pairs.add(new BasicNameValuePair( name: "symbol", InputData.SYMBOL));
324     pairs.add(new BasicNameValuePair( name: "period",  value: "" + InputData.PERIO
325     pairs.add(new BasicNameValuePair( name: "fitness",  value: "" + InputData.FITN
326     pairs.add(new BasicNameValuePair( name: "number_of_neurons",  value: "" + Inpu
327
328     String flags = "";
329     for (int i=0; i<InputData.NEURONS.length; i++) {
330         flags += InputData.NEURONS[i] + " ";
331     }
332     pairs.add(new BasicNameValuePair( name: "flags",  value: "" + flags.trim()));
333
334     //TODO Matrix transpose is possible.
335     String weights = "";
336     for (int j=0; j<InputData.NEURONS.length; j++) {
337         for (int i = 0; i < InputData.NEURONS.length; i++) {
338             weights += InputData.WEIGHTS[i][j] + " ";
339         }
340         weights = weights.trim() + "\r\n";
341     }
342     pairs.add(new BasicNameValuePair( name: "weights",  value: "" + weights.trim()
343
344     //TODO Matrix transpose is possible.
345     String activites = "";
346     for (int j=0; j<InputData.NEURONS.length; j++) {
347         for (int i = 0; i < InputData.NEURONS.length; i++) {
348             activites += InputData.ACTIVITIES[i][j] + " ";
349         }
350         activites = activites.trim() + "\r\n";
351     }
352     pairs.add(new BasicNameValuePair( name: "activites",  value: "" + activites.tr
```

Фигура 6.8: Подготвяне на POST заявка

Данните от глобалната структура се оформят като HTTP заявка от тип POST като това е свързано с трансформирането им от бинарни стойности в текстови (Фиг. 6.8).

```
344        //TODO Matrix transpose is possible.
345        String activites = "";
346        for (int j=0; j<InputData.NEURONS.length; j++) {
347            for (int i = 0; i < InputData.NEURONS.length; i++) {
348                activites += InputData.ACTIVITIES[i][j] + " ";
349            }
350            activites = activites.trim() + "\r\n";
351        }
352        pairs.add(new BasicNameValuePair( name: "activites",  value: "" + activites.tr
353
354        try {
355            post.setEntity(new UrlEncodedFormEntity(pairs));
356            client.execute(post);
357        } catch (UnsupportedEncodingException exception) {
358            return false;
359        } catch (ClientProtocolException exception) {
360            return false;
361        } catch (IOException exception) {
362            return false;
363        }
364
365        return true;
366    }
367 }
368
```

Фигура 6.9: Изпълнение на POST заявката

Изпращането на информацията приключва с изпълнение на HTTP заявката (Фиг. 6.9).

6.2 JavaScript Object Notation

Веднъж получена по HTTP, информацията пакетирана с JSON, подлежи на синтактичен анализ и трансформиране от поток байтове във вътрешната структура за представяне на пакет за пресмятане.

```
39   */
40   private final String SAVE_RETRAINED_ANN_SCRIPT = "save_retrained_ann.php";
41
42   /**...*/
45   private static final String JSON_SIZE_KEY = "size";
46
47   /**...*/
50   private static final String JSON_SYMBOL_KEY = "symbol";
51
52   /**...*/
55   private static final String JSON_PERIOD_KEY = "period";
56
57   /**...*/
60   private static final String JSON_FITNESS_KEY = "fitness";
61
62   /**...*/
65   private static final String JSON_FLAGS_KEY = "flags";
66
67   /**...*/
70   private static final String JSON_WEIGHTS_KEY = "weights";
71
72   /**...*/
75   private static final String JSON_ACTIVITIES_KEY = "activities";
76
77   /**...*/
80   private final String JSON_NUMBER_OF_NEURONS_KEY = "numberOfNeurons";
81
82   /**...*/
85   private static final String JSON_NUMBER_OF_EXAMPLES_KEY = "numberOfExamples";
86
```

Фигура 6.10: Ключови стойности за описване на мрежата

Една от основните роли на JSON е в изграждането на комуникационни протоколи, която в настоящата разработка се състои в информация организирана йерархично на принципа „ключ-стойност“. Тъй като комуникационните протоколи подлежат на промяна, е удачно ключовите стойности да се представят под формата на преименувани константи (Фиг. 6.10,6.11).

```
77   /**...*/
80   private final String JSON_NUMBER_OF_NEURONS_KEY = "numberOfNeurons";
81
82   /**...*/
85   private static final String JSON_NUMBER_OF_EXAMPLES_KEY = "numberOfExamples";
86
87   /**...*/
90   private static final String JSON_TIME_KEY = "time";
91
92   /**...*/
95   private static final String JSON_OPEN_KEY = "open";
96
97   /**...*/
100  private static final String JSON_LOW_KEY = "low";
101
102  /**...*/
105  private static final String JSON_HIGH_KEY = "high";
106
107  /**...*/
110  private static final String JSON_CLOSE_KEY = "close";
111
112  /**...*/
115  private static final String JSON_VOLUME_KEY = "volume";
116
117  /**
118   * Remote server URl address.
119   */
120  private final String url;
121
122  /**
```

Фигура 6.11: Ключови стойности за описване на тренировъчното множество

При зареждането на изкуствена невронна мрежа и времеви ред за обучението й от отдалечения сървър, информацията се получава с две отделни HTTP заявки. Това налага два отделни фрагмента да обработят JSON съобщенията.

```
JSONObject result = new JSONObject(EntityUtils.toString(response.getEntity(),

int size = result.getInt(JSON_SIZE_KEY);

/*
 * If there is no ANN on the server side nothing can be loaded.
 */
if (size <= 0) {
    return false;
}

/*
 * Extract JSON from HTTP response.
 */
symbol = result.getString(JSON_SYMBOL_KEY);

period = result.getInt(JSON_PERIOD_KEY);

double fitness = result.getDouble(JSON_FITNESS_KEY);

int numberOfNeurons = result.getInt(JSON_NUMBER_OF_NEURONS_KEY);

flags = new int[numberOfNeurons];
JSONArray array1 = result.getJSONArray(JSON_FLAGS_KEY);
for (int i = 0; i < array1.length(); i++) {
    flags[i] = array1.getInt(i);
}

//TODO Matrix transpose is possible.
```

Фигура 6.12: Стойности за времевия ред и невроните

При първия фрагмент се получава информация за вида на времевия ред, периода на времевия ред, броя неврони в мрежата и техния тип (Фиг. 6.12), стойности на теглата и стойности за силата на връзките между невроните (Фиг. 6.13).

```
187
188         //TODO Matrix transpose is possible.
189         weights = new double[numberOfNeurons][numberOfNeurons];
190         JSONArray array2 = result.getJSONArray(JSON_WEIGHTS_KEY);
191         for (int j = 0; j < array2.length(); j++) {
192             JSONArray array3 = array2.getJSONArray(j);
193             for (int i = 0; i < array3.length(); i++) {
194                 weights[i][j] = array3.getDouble(i);
195             }
196         }
197
198         //TODO Matrix transpose is possible.
199         activities = new double[numberOfNeurons][numberOfNeurons];
200         JSONArray array4 = result.getJSONArray(JSON_ACTIVITIES_KEY);
201         for (int j = 0; j < array4.length(); j++) {
202             JSONArray array5 = array4.getJSONArray(j);
203             for (int i = 0; i < array5.length(); i++) {
204                 activities[i][j] = array5.getDouble(i);
205             }
206         }
207     } catch (ClientProtocolException exception) {
208         return false;
209     } catch (IOException exception) {
210         return false;
211     } catch (JSONException exception) {
212         return false;
213     } catch (Exception exception) {
214         return false;
215     }
216
```

Фигура 6.13: Стойности за теглата и силата на връзките

При втория фрагмент се получава информация за времевия ред, което включва времеви масив, масив отваря, масив най-ниска (Фиг. 6.14), масив най-висока, масив затваря и масив за търгуван обем (Фиг. 6.15).

```
HttpResponse response = client.execute(post);

JSONObject result = new JSONObject(EntityUtils.toString(response.getEntity(),

int size = result.getInt(JSON_NUMBER_OF_EXAMPLES_KEY);

/*
 * If there is no ANN training set on the server side nothing can be loaded.
 */
if (size <= 0) {
    return false;
}

time = new long[size];
JSONArray array1 = result.getJSONArray(JSON_TIME_KEY);
for (int i = 0; i < array1.length(); i++) {
    time[i] = array1.getLong(i);
}

open = new double[size];
JSONArray array2 = result.getJSONArray(JSON_OPEN_KEY);
for (int i = 0; i < array2.length(); i++) {
    open[i] = array2.getDouble(i);
}

low = new double[size];
JSONArray array3 = result.getJSONArray(JSON_LOW_KEY);
for (int i = 0; i < array3.length(); i++) {
    low[i] = array3.getDouble(i);
}
```

Фигура 6.14: Стойности за време, отваряне и най-ниска постигната стойност

```
260         }
261
262         high = new double[size];
263         JSONArray array4 = result.getJSONArray(JSON_HIGH_KEY);
264         for (int i = 0; i < array4.length(); i++) {
265             high[i] = array4.getDouble(i);
266         }
267
268         close = new double[size];
269         JSONArray array5 = result.getJSONArray(JSON_CLOSE_KEY);
270         for (int i = 0; i < array5.length(); i++) {
271             close[i] = array5.getDouble(i);
272         }
273
274         volume = new double[size];
275         JSONArray array6 = result.getJSONArray(JSON_VOLUME_KEY);
276         for (int i = 0; i < array6.length(); i++) {
277             volume[i] = array6.getDouble(i);
278         }
279     } catch (ClientProtocolException exception) {
280         return false;
281     } catch (IOException exception) {
282         return false;
283     } catch (JSONException exception) {
284         return false;
285     } catch (Exception exception) {
286         return false;
287     }
288
289     /*
```

Фигура 6.15: Стойности за най-висока постигната стойност, затваряне и изтъргуван обем

При успешно получаване на информацията от отдалечения сървър, данните се записват в глобалната структура за пресмятане (Фиг. 6.16).

```
287   }
288
289   /*
290    * Load data in the global data structure.
291    */
292   InputData.SYMBOL = symbol;
293   InputData.PERIOD = period;
294   InputData.NEURONS = flags;
295   InputData.WEIGHTS = weights;
296   InputData.ACTIVITIES = activities;
297   InputData.TIME = time;
298   InputData.OPEN = open;
299   InputData.LOW = low;
300   InputData.HIGH = high;
301   InputData.CLOSE = close;
302   InputData.VOLUME = volume;
303   InputData.RATES = new double[][]{InputData.OPEN, InputData.LOW, InputData.HIGH,
304
305   return true;
306
307
308   *
309    Store calculated ANN weights on the remote web server.
310
311    @return True if the saving was successful, false otherwise.
312   /
313   olic boolean store() {
314    HttpClient client = new DefaultHttpClient();
315    client.getParams().setParameter( s: "http.protocol.content-charset",  o: "UTF-8");
316
```

Фигура 6.16: Записване на данните в глобалната структура

Глава 7

Обучение на мрежата

Обучението при класическите многослойни изкуствени невронни мрежи е свързано с оптимизация на теглата, които характеризират връзките между отделните неврони. По своята същност задачата за обучение представлява числена оптимизация в многомерно пространство на реалните числа. През последните няколко десетилетия са разработени множество точни числени методи и множество евристични методи. В настоящата разработка акцентът пада на два метода (единият точен числен, а другият евристичен). Като точен числен метод софтуерната библиотека Encog предлага широко използвания метод с обратно разпространение на грешката (както и някои негови модификации). От групата на евристичните методи се използват генетични алгоритми с модификация на мутацията, според метода за еволюция на разликите. За реализацията на генетичния алгоритъм се използва софтуерната библиотека Genetic Algorithms - Apache Commons.

7.1 Обратно разпространение на грешката

При обратното разпространение на грешката, в работен режим, сигналите пътуват от входа на мрежата към нейния изход. Тренировъчните примери се прилагат в случайно определен ред, така че мрежата да не заучи схемата на подаване, а да развие своите обобщаващи способности. Общата допусната грешка се изчислява на изхода на мрежата и след това се връща по обратния път, от изход към вход, за да бъде изчислена грешката с която всеки неврон допринася. След определянето на индивидуалната грешка за всеки неврон се извършва числена корекция (според градиента) на теглата, които свързват невроните. Този обратен ход на пресмятане дава името на метода и също така го поставя в групата на точните числени методи, които разчитат на градиента за да извършат корекция в теглата. Същественото за обучението с обратно разпространение на грешката е, че активационната функция на неврона трябва да бъде диференцируема. Библиотеката Encog предлага група методи за оптимизация на теглата в мрежата.

```
427                 handler.postDelayed(trainer, delay);
428             }
429         }
430
431         /**
432          * Single neural network training cycle.
433          */
434         private void train() {
435             if (network == null) {
436                 return;
437             }
438             if (examples == null) {
439                 return;
440             }
441
442             train = new ResilientPropagation(network, examples);
443             train.iteration();
444             train.finishTraining();
445         }
446
447         /**
448          * Background drawing procedure.
449          *
450          * @param canvas Canvas object for background.
451          */
452 @       private void drawBackground(Canvas canvas) {
453             // TODO Images should be loaded from an image server.
454             /*
455              * Change picture according the day in the year.
456              */
```

Фигура 7.1: Единична стъпка за обучение на мрежата

Библиотеката Encog позволява няколко възможности за обучение с точни числени методи и в настоящото помагало е избран методът Resilient Propagation, който представлява еластично обратно разпространение на грешката (Фиг. 7.1). Еластичното разпространение на грешката е модификация на основния метод, в която модификация степента за научаване (learning rate) се определя динамично и не е само една стойност за цялата мрежа. При класическия подход с обратно разпространение на грешката степента за научаване е само една стойност, обикновено емпирично нагласена между 0.0 и 1.0. Най-често се използва 0.35, което е компромис между бързината за научаване и достигането на оптимална стойност за теглата (фината стъпка за нагласяне на теглата в крайната фаза от обучението).

```
427            handler.removeCallbacks(trainer);
428            if (visible == true) {
429                handler.postDelayed(trainer, delay);
430            }
431        }
432
433        /**
434         * Single neural network training cycle.
435         */
436        private void train() {
437            if (network == null) {
438                return;
439            }
440            if (examples == null) {
441                return;
442            }
443
444            train = new Backpropagation(network, examples);
445            train.iteration();
446            train.finishTraining();
447        }
448
449        /**
450         * Background drawing procedure.
451         *
452         * @param canvas Canvas object for background.
453         */
454 @      private void drawBackground(Canvas canvas) {
```

Фигура 7.2: Класическо обратно разпространение на грешката

Фактът, че библиотеката Encog е написана по каноните на обектно-ориентираното програмиране, позволява само с подмяната на един ред (Фиг. 7.2) от еластично обучение да преминем към класическо обратно разпространение на грешката.

```
427            handler.removeCallbacks(trainer);
428            if (visible == true) {
429                handler.postDelayed(trainer, delay);
430            }
431        }
432
433        /**
434         * Single neural network training cycle.
435         */
436        private void train() {
437            if (network == null) {
438                return;
439            }
440            if (examples == null) {
441                return;
442            }
443
444            train = new QuickPropagation(network, examples);
445            train.iteration();
446            train.finishTraining();
447        }
448
449        /**
450         * Background drawing procedure.
451         *
452         * @param canvas Canvas object for background.
453         */
454 @      private void drawBackground(Canvas canvas) {
455            // TODO Images should be loaded from an image server.
```

Фигура 7.3: Бързо разпространение на грешката

С абсолютно същата лекота, библиотеката позволява да се премине към бързо разпространение на грешката (Фиг. 7.3). Тази модификация на алгоритъма за обратно разпространение на грешката въвежда подобрение, чрез използването на метода Нютон-Равсън за допълнително определяне на втората производна, така че допълнителната информация от втората производна да подобри начина, по който се коригират теглата в мрежата. Благодарение на тази модификация, по наклоните на функцията за грешка се правят по-големи стъпки, а при доближаване на екстремалната точка стъпката се намалява.

```
427            handler.removeCallbacks(trainer);
428            if (visible == true) {
429                handler.postDelayed(trainer, delay);
430            }
431        }
432
433        /**
434         * Single neural network training cycle.
435         */
436        private void train() {
437            if (network == null) {
438                return;
439            }
440            if (examples == null) {
441                return;
442            }
443
444            train = new ScaledConjugateGradient(network, examples);
445            train.iteration();
446            train.finishTraining();
447        }
448
449        /**
450         * Background drawing procedure.
451         *
452         * @param canvas Canvas object for background.
453         */
454 @      private void drawBackground(Canvas canvas) {
455            // TODO Images should be loaded from an image server.
```

Фигура 7.4: Мащабирано съединение на градиента

При мащабираното съединение на градиента (Фиг. 7.4) също се използва информацията от втората производна. По този начин се намира по-добър път към оптималната точка в сравнение с методите, които използват само първа производна. Цената на такова подобрение е нуждата от използването на повече изчислителни ресурси. Разликата при този метод е, че корекцията на теглата не винаги са в посоката посочена от първата производна.

```
427            handler.removeCallbacks(trainer);
428            if (visible == true) {
429                handler.postDelayed(trainer, delay);
430            }
431        }
432
433        /**
434         * Single neural network training cycle.
435         */
436        private void train() {
437            if (network == null) {
438                return;
439            }
440            if (examples == null) {
441                return;
442            }
443
444            train = new ManhattanPropagation(network, examples, theLearnRate: 0.5);
445            train.iteration();
446            train.finishTraining();
447        }
448
449        /**
450         * Background drawing procedure.
451         *
452         * @param canvas Canvas object for background.
453         */
454 @      private void drawBackground(Canvas canvas) {
455            // TODO Images should be loaded from an image server.
```

Фигура 7.5: Корекция на теглата по Манхатън правило

Опростен вариант на еластичното обучение е корекцията на теглата по правилото на Манхатън (Фиг. 7.5). При тази модификация на обратното разпространение на грешката се използва само посоката на първата производна като за корекция на теглата се прилага единична, предварително дефинирана стойност (theLearningRate). При този метод ползата идва от това, че понякога първата производна се пресмята до твърде голяма или твърде малка стойност. Когато корекцията е с фиксирана стойност и се използва само посоката на производната се избягва негативният ефект на големи/малки стойности за корекция. Недостатък на този алгоритъм е, че единичната стойност за корекция трябва да бъде адаптивно нагласяна. Обикновено се започва с по-голяма стойност и се намалява, по аналогия с метода за симулирано закаляване.

7.2 Генетични алгоритми

Въпреки че библиотеката Encog има възможности за обучение на изкуствени невронни мрежи с генетични алгоритми (класът MLMethodGeneticAlgorithm) в настоящото помагало е предпочетена библиотеката Genetic Algorithms - Apache Commons, тъй като тя дава много повече свобода за реализация на операциите в генетичния алгоритъм и разширения в посока на метода за еволюция на разликите.

```
449                 return;
450             }
451
452             train = new ResilientPropagation(network, examples);
453
454             /*
455              * Switch between backpropagation and genetic algorithm.
456              */
457             if (PRNG.nextBoolean() == true) {
458                 train.iteration();
459                 train.finishTraining();
460             } else {
461                 int populationSize = 4 + PRNG.nextInt( bound: 33);
462                 double elitismRate = PRNG.nextInt( bound: 100) / 1000D;
463                 double crossoverRate = PRNG.nextInt( bound: 900) / 1000D;
464                 double mutationRate = PRNG.nextInt( bound: 10) / 1000D;
465                 int tournamentArity = PRNG.nextBoolean() ? 1 : 2;
466                 long optimizationTimeout = 1;
467
468                 /*
469                  * Obtain ANN weights.
470                  */
471                 List<Double> weights = new ArrayList<Double>();
472                 for (int l = 1; l < network.getLayerCount(); l++) {
473                     for (int m = 0; m < network.getLayerNeuronCount( l: l - 1); m++) {
474                         for (int n = 0; n < network.getLayerNeuronCount(l); n++) {
475                             weights.add(network.getWeight(l, m, n));
476                         }
477                     }
478                 }
```

Фигура 7.6: Превключване между обратно разпространение на грешката и генетичен алгоритъм

С добавянето на генетичен алгоритъм се получава хибридна система за обучение на изкуствени невронни мрежи (Фиг. 7.6). На случаен принцип, в половината от случаите се извършва обучение с точен числен метод, а в другата половина с евристичен метод.

```
458                 train.iteration();
459                 train.finishTraining();
460             } else {
461                 int populationSize = 4 + PRNG.nextInt( bound: 33);
462                 double elitismRate = PRNG.nextInt( bound: 100) / 1000D;
463                 double crossoverRate = PRNG.nextInt( bound: 900) / 1000D;
464                 double mutationRate = PRNG.nextInt( bound: 10) / 1000D;
465                 int tournamentArity = PRNG.nextBoolean() ? 1 : 2;
466                 long optimizationTimeout = 1;
467
468                 /*
469                  * Obtain ANN weights.
470                  */
471                 List<Double> weights = new ArrayList<Double>();
472                 for (int l = 1; l < network.getLayerCount(); l++) {
473                     for (int m = 0; m < network.getLayerNeuronCount( l: l - 1); m++) {
474                         for (int n = 0; n < network.getLayerNeuronCount(l); n++) {
475                             weights.add(network.getWeight(l, m, n));
476                         }
477                     }
478                 }
479
480                 /*
481                  * Generate population.
482                  */
483                 List<Chromosome> list = new LinkedList<Chromosome>();
484                 for (int i = 0; i < populationSize; i++) {
485                     list.add(new WeightsChromosome(weights, copy: true, network, trai
486                 }
487                 Population initial = new ElitisticListPopulation(list,
```

Фигура 7.7: Параметри на генетичния алгоритъм

Генетичният алгоритъм се настройва с група параметри (размер на популацията, процент на елита в популацията, честота за кръстосване, честота за мутация, численост за турнамента при селекция и максимален брой секунди за извършване на оптимизация), които в случая са статично зададени, но е разумно да бъдат управлявани от конфигурационен файл или от екран за настройки (Фиг. 7.7).

```
452        train = new ResilientPropagation(network, examples);
453
454        /*
455         * Switch between backpropagation and genetic algorithm.
456         */
457        if (PRNG.nextBoolean() == true) {
458            train.iteration();
459            train.finishTraining();
460        } else {
461            int populationSize = 4 + PRNG.nextInt( bound: 33);
462            double elitismRate = PRNG.nextInt( bound: 100) / 1000D;
463            double crossoverRate = PRNG.nextInt( bound: 900) / 1000D;
464            double mutationRate = PRNG.nextInt( bound: 10) / 1000D;
465            int tournamentArity = PRNG.nextBoolean() ? 1 : 2;
466            long optimizationTimeout = 1;
467
468            /*
469             * Obtain ANN weights.
470             */
471            List<Double> weights = new ArrayList<Double>();
472            for (int l = 1; l < network.getLayerCount(); l++) {
473                for (int m = 0; m < network.getLayerNeuronCount( l: l - 1); m++) {
474                    for (int n = 0; n < network.getLayerNeuronCount(l); n++) {
475                        weights.add(network.getWeight(l, m, n));
476                    }
477                }
478            }
479
480            /*
481             * Generate population.
```

Фигура 7.8: Извличане на теглата от мрежата

Теглата на мрежата се подреждат във вектор от реални стойности (Фиг. 7.8).

```
468     /*
469      * Obtain ANN weights.
470      */
471     List<Double> weights = new ArrayList<Double>();
472     for (int l = 1; l < network.getLayerCount(); l++) {
473         for (int m = 0; m < network.getLayerNeuronCount( l: l - 1); m++) {
474             for (int n = 0; n < network.getLayerNeuronCount(l); n++) {
475                 weights.add(network.getWeight(l, m, n));
476             }
477         }
478     }
479
480     /*
481      * Generate population.
482      */
483     List<Chromosome> list = new LinkedList<Chromosome>();
484     for (int i = 0; i < populationSize; i++) {
485         list.add(new WeightsChromosome(weights, copy: true, network, train));
486     }
487     Population initial = new ElitisticListPopulation(list,
488             populationLimit: 2 * list.size(), elitismRate);
489
490     /*
491      * Initialize genetic algorithm.
492      */
493     GeneticAlgorithm algorithm = new GeneticAlgorithm(
494             new UniformCrossover<WeightsChromosome>( ratio: 0.5),
495             crossoverRate, new UniformBinaryMutation(),
496             mutationRate, new TournamentSelection(tournamentArity));
497
```

Фигура 7.9: Начална популация

От извлечените тегла се формира начална популация за стартиране на оптимизацията (Фиг. 7.9).

```
485                 list.add(new WeightsChromosome(weights, copy: true, network, train
486             }
487             Population initial = new ElitisticListPopulation(list,
488                     populationLimit: 2 * list.size(), elitismRate);
489
490             /*
491              * Initialize genetic algorithm.
492              */
493             GeneticAlgorithm algorithm = new GeneticAlgorithm(
494                     new UniformCrossover<WeightsChromosome>( ratio: 0.5),
495                     crossoverRate, new UniformBinaryMutation(),
496                     mutationRate, new TournamentSelection(tournamentArity));
497
498             /*
499              * Run optimization.
500              */
501             Population optimized = algorithm.evolve(initial,
502                     new FixedElapsedTime(optimizationTimeout));
503
504             /*
505              * Obtain result.
506              */
507             weights = ((WeightsChromosome)
508                     optimized.getFittestChromosome()).
509                     getRepresentation();
510
511             /*
512              * Replace ANN weights.
513              */
514             weights = new ArrayList<Double>();
```

Фигура 7.10: Изпълнение на генетичния алгоритъм

Следва изпълнение на генетичния алгоритъм (Фиг. 7.10). За кръстосване се прилага равномерно случайно кръстосване. За мутация се прилага равномерна бинарна мутация върху всички гени на хромозомата. Най-добрият индивид от оптимизираната популация се зарежда обратно в мрежата (Фиг. 7.11).

```
 * Run optimization.
 */
Population optimized = algorithm.evolve(initial,
        new FixedElapsedTime(optimizationTimeout));

/*
 * Obtain result.
 */
weights = ((WeightsChromosome)
        optimized.getFittestChromosome()).
        getRepresentation();

/*
 * Replace ANN weights.
 */
for (int l = 1, k = 0; l < network.getLayerCount(); l++) {
    for (int m = 0; m < network.getLayerNeuronCount(l - 1); m++) {
        for (int n = 0; n < network.getLayerNeuronCount(l); n++, k++)
            weights.add(network.getWeight(l, m, n));
            network.setWeight(l, m, n, weights.get(k));
        }
    }
}
}
}

/**
 * Background drawing procedure.
 *
 * @param canvas Canvas object for background.
```

Фигура 7.11: Обновяване на теглата в мрежата

7.2.1 Кодиране на хромозомите

Тъй като теглата на мрежата са множество от реални числа, то те идеално могат да бъдат представени в хромозома съдържаща списък от стойности (Фиг. 7.12). Тъй като за оценката на жизнеността е нужно теглата да бъдат зареждани в мрежата и над мрежата да се изпълнява правият пас от обучението с обратно разпространение на грешката, то хромозомата съдържа референции към обекта за мрежа и обекта за обучение.

```java
import java.util.List;

/**
 * Chromosome with double values of the weights from the artificial neural
 * network.
 *
 * @author Todor Balabanov
 */
class WeightsChromosome extends AbstractListChromosome<Double> {

  /**
   * Reference to external neural network object.
   */
  private BasicNetwork network = null;

  /**
   * Reference to external training strategy object.
   */
  private Train train = null;

  /**
   * Constructor used to initialize the chromosome with array of values.
   *
   * @param representation Values as array.
   * @param network        Neural network reference.
   * @param train          Neural network training strategy.
   * @throws InvalidRepresentationException Rise an exception if the values
   * are not valid.
   */
```

Фигура 7.12: Кодиране на теглата в хромозомите

За гъвкавост при създаването на обектите хромозоми са предефинирани трите наследени конструктора (Фиг. 7.13, Фиг. 7.14, Фиг. 7.15).

```
25      */
26     private Train train = null;
27
28     /**
29      * Constructor used to initialize the chromosome with array of values.
30      *
31      * @param representation Values as array.
32      * @param network        Neural network reference.
33      * @param train          Neural network training strategy.
34      * @throws InvalidRepresentationException Rise an exception if the values
35      * are not valid.
36      */
37     public WeightsChromosome(Double[] representation,
38                              BasicNetwork network, Train train)
39             throws InvalidRepresentationException {
40         super(representation);
41         this.network = network;
42         this.train = train;
43
44         if (network == null) {
45             throw new RuntimeException("Neural network should be provided for the fi
46         }
47
48         if (train == null) {
49             throw new RuntimeException("Training object should be provided for the f
50         }
51     }
52
53     /**
54      * Constructor used to initialize the chromosome with list of values.
```

Фигура 7.13: Конструиране по зададен масив

```
51      }
52
53      /**
54       * Constructor used to initialize the chromosome with list of values.
55       *
56       * @param representation Values as list.
57       * @param network        Neural network reference.
58       * @param train          Neural network training strategy.
59       * @throws InvalidRepresentationException Rise an exception if the values
60       * are not valid.
61       */
62      public WeightsChromosome(List<Double> representation,
63                               BasicNetwork network, Train train)
64              throws InvalidRepresentationException {
65          super(representation);
66          this.network = network;
67          this.train = train;
68
69          if (network == null) {
70              throw new RuntimeException("Neural network should be provided for the fi
71          }
72
73          if (train == null) {
74              throw new RuntimeException("Training object should be provided for the f
75          }
76      }
77
78      /**
79       * Constructor used to initialize the chromosome with list of values.
80       *
```

Фигура 7.14: Конструиране по зададен списък

```
79      * Constructor used to initialize the chromosome with list of values.
80      *
81      * @param representation Values as list.
82      * @param copy           Deep copy flag.
83      * @param network        Neural network reference.
84      * @param train          Neural network training strategy.
85      */
86     public WeightsChromosome(List<Double> representation, boolean copy,
87                              BasicNetwork network, Train train) {
88         super(representation, copy);
89         this.network = network;
90         this.train = train;
91
92         if (network == null) {
93             throw new RuntimeException("Neural network should be provided for the fi
94         }
95
96         if (train == null) {
97             throw new RuntimeException("Training object should be provided for the f
98         }
99     }
100
101    /**
102     * {@inheritDoc}
103     */
104    @Override
105    public double fitness() {
106        if (network == null) {
107            throw new RuntimeException("Neural network should be provided for the fi
108        }
```

Фигура 7.15: Конструиране по зададен списък с възможност за дълбоко копиране

Определянето на жизнеността започва със зареждане на дробните стойности като тегла в изкуствената невронна мрежа (Фиг. 7.16).

```
99      }
100
101     /**
102      * {@inheritDoc}
103      */
104     @Override
105     public double fitness() {
106         if (network == null) {
107             throw new RuntimeException("Neural network should be provided for the fi
108         }
109
110         if (train == null) {
111             throw new RuntimeException("Training object should be provided for the f
112         }
113
114         /*
115          * Load weights from the internal representation into the network
116          * structure.
117          */
118         List<Double> values = getRepresentation();
119         for (int layer = 0, index = 0; layer < network.getLayerCount() - 1; layer++
120             for (int from = 0; from < network.getLayerNeuronCount(layer); from++) {
121                 for (int to = 0; to < network.getLayerNeuronCount(layer + 1); to++,
122                     network.setWeight(layer, from, to, values.get(index));
123                 }
124             }
125         }
126
127         /*
128          * Iterate over the training set in order to calculate network error.
```

Фигура 7.16: Зареждане на стойностите като тегла в мрежата

Изпълнява се правият пас и общата грешка допусната от мрежата се връща като жизнена стойност (Фиг. 7.17).

```
115         * Load weights from the internal representation into the network
116         * structure.
117         */
118        List<Double> values = getRepresentation();
119        for (int layer = 0, index = 0; layer < network.getLayerCount() - 1; layer++
120           for (int from = 0; from < network.getLayerNeuronCount(layer); from++) {
121              for (int to = 0; to < network.getLayerNeuronCount( l: layer + 1); to++,
122                 network.setWeight(layer, from, to, values.get(index));
123              }
124           }
125        }
126
127        /*
128         * Iterate over the training set in order to calculate network error.
129         */
130        train.iteration();
131
132        /*
133         * Total ANN error is used as fitness value.
134         */
135        return train.getError();
136     }
137
138     /**
139      * {@inheritDoc}
140      */
141     @Override
142     protected void checkValidity(List<Double> values)
143             throws InvalidRepresentationException {
144        /*
```

Фигура 7.17: Изпълнение на правия пас

Валидността на хромозомата зависи единствено от това да има достатъчно дробни числа, така че да се съпостави стойност за всяко тегло в мрежата (Фиг. 7.18).

```
133         * Total ANN error is used as fitness value.
134         */
135        return train.getError();
136    }
137
138    /**
139     * {@inheritDoc}
140     */
141    @Override
142    protected void checkValidity(List<Double> values)
143            throws InvalidRepresentationException {
144        /*
145         * Length of the values should match the number of weights in the neural
146         * network structure.
147         */
148        int counter = 0;
149        for (int layer = 0; layer < network.getLayerCount() - 1; layer++) {
150            for (int from = 0; from < network.getLayerNeuronCount(layer); from++) {
151                for (int to = 0; to < network.getLayerNeuronCount(layer + 1); to++)
152                    counter++;
153                }
154            }
155        }
156
157        if (values == null || counter != values.size()) {
158            // TODO Report the size problem.
159        }
160    }
161
162    /**
```

Фигура 7.18: Условие за валидност на хромозомата

Конструирането на нова хромозома с фиксирана дължина се извършва чрез извикването на един от конструкторите и използването на дълбоко копиране за стойностите (Фиг. 7.19).

```
152                 counter++;
153             }
154         }
155     }
156
157     if (values == null || counter != values.size()) {
158         // TODO Report the size problem.
159     }
160 }
161
162 /**
163  * {@inheritDoc}
164  */
165 @Override
166 public AbstractListChromosome<Double> newFixedLengthChromosome(
167         List<Double> values) {
168     return new WeightsChromosome(values, copy: true, network, train);
169 }
170
171 /**
172  * Chromosome representation getter.
173  *
174  * @return List with chromosome values.
175  */
176 public List<Double> getRepresentation() {
177     return getRepresentation();
178 }
179 }
180
```

Фигура 7.19: Конструиране на нова хромозома с фиксирана дължина

За нуждите на пресмятанията извън класа е създадена функция за извеждане на стойностите (Фиг. 7.20).

```
152                 counter++;
153             }
154         }
155     }
156
157     if (values == null || counter != values.size()) {
158         // TODO Report the size problem.
159     }
160 }
161
162 /**
163  * {@inheritDoc}
164  */
165 @Override
166 public AbstractListChromosome<Double> newFixedLengthChromosome(
167         List<Double> values) {
168     return new WeightsChromosome(values, copy: true, network, train);
169 }
170
171 /**
172  * Chromosome representation getter.
173  *
174  * @return List with chromosome values.
175  */
176 public List<Double> getRepresentation() {
177     return getRepresentation();
178 }
179 }
180
```

Фигура 7.20: Функция за извеждане на стойностите извън хромозомата

7.2.2 Случайна равномерна мутация

Тъй като библиотеката Genetic Algorithms - Apache Commons не предлага подходяща бинарна мутация за вектор от реални числа, то за нуждите на разработката е предложен клас изпълняващ операцията по мутация (Фиг. 7.21).

```
8   import org.apache.commons.math3.random.RandomGenerator;
9
10  import java.util.ArrayList;
11  import java.util.List;
12
13  /**
14   * Uniform random bits mutation applied over vector of double values.
15   *
16   * @author Todor Balabanov
17   */
18  class UniformBinaryMutation implements MutationPolicy {
19
20      /**
21       * Pseudo random number generator.
22       */
23      private static final RandomGenerator PRNG =
24              GeneticAlgorithm.getRandomGenerator();
25
26      /**
27       * {@inheritDoc}
28       */
29      @Override
30      public Chromosome mutate(Chromosome original)
31              throws MathIllegalArgumentException {
32          if (original instanceof WeightsChromosome == false) {
33              throw new MathIllegalArgumentException(
34                      LocalizedFormats.INVALID_BINARY_CHROMOSOME);
35          }
36
37          /*
```

Фигура 7.21: Клас извършващ мутацията

Предложената операция за мутация е удачно да се прилага само върху използваното кодиране в хромозомите. Поради тази причина функцията за мутация извършва нужната проверка на входните данни (Фиг. 7.22).

```java
/**
 * {@inheritDoc}
 */
@Override
public Chromosome mutate(Chromosome original)
        throws MathIllegalArgumentException {
    if (original instanceof WeightsChromosome == false) {
        throw new MathIllegalArgumentException(
                LocalizedFormats.INVALID_BINARY_CHROMOSOME);
    }

    /*
     * Deep copy of list values.
     */
    List<Double> representation = new ArrayList<Double>(
            ((WeightsChromosome) original).getRepresentation());

    /*
     * Mutate a single bit in each chromosome value.
     */
    for (int i = 0; i < representation.size(); i++) {
        double value = representation.get(i);
        if (PRNG.nextBoolean() == true) {
            value -= Double.MIN_VALUE;
        } else {
            value += Double.MIN_VALUE;
        }
        representation.set(i, value);
    }
```

Фигура 7.22: Контрол на входните данни

За разлика от класическата мутация в генетичните алгоритми, тук е направена модификация, наподобяваща метода за еволюция на разликите. Всеки ген в хромозомата бива променен с малка дробна стойност (Фиг. 7.23).

```
35          }
36
37          /*
38           * Deep copy of list values.
39           */
40          List<Double> representation = new ArrayList<Double>(
41                  ((WeightsChromosome) original).getRepresentation());
42
43          /*
44           * Mutate a single bit in each chromosome value.
45           */
46          for (int i = 0; i < representation.size(); i++) {
47              double value = representation.get(i);
48              if (PRNG.nextBoolean() == true) {
49                  value -= Double.MIN_VALUE;
50              } else {
51                  value += Double.MIN_VALUE;
52              }
53              representation.set(i, value);
54          }
55
56          /*
57           * Construct new chromosome after mutation.
58           */
59          return ((WeightsChromosome) original).
60                  newFixedLengthChromosome(representation);
61      }
62  }
63
```

Фигура 7.23: Случайна промяна на всички стойности в хромозомата

Мутацията приключва със създаване и връщане на мутирал екземпляр.

Заключение

Основна цел на настоящото учебно помагало е представянето на възможностите, които съвременните Android мобилни устройства могат да предложат за извършване на научни изчисления в разпределена среда. Без да претендира за изчерпателност изложеният материал има за цел да провокира творческото мислене у читателя и да го вдъхнови за създаването на собствени авторски проекти с разгледаните технологии и засегнатите научни области.

Авторите са благодарни на своите читатели за отделеното време и внимание като горещо насърчават подаването на обратна връзка и споделянето на интересни мисли, идеи или предложения, на посочените за връзка контакти.

Библиография

[1] Distributed Computing Info
`http://www.distributedcomputing.info/`

[2] Paul Shuch, H. *Searching for Extraterrestrial Intelligence.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011.

[3] Bohn, A., Guting, T., Mansmann, T. *MoneyBee: A new product to predict stock market developments using artificial intelligence and increased calculation capacitiy* German. et al. Wirtschaftsinf, vol. 45/3, 325–333, 2003.

[4] VitoshaTrade Project
`https://github.com/VelbazhdSoftwareLLC/VitoshaTrade`

[5] Activation Function - Wikipedia
`https://en.wikipedia.org/wiki/Activation_function`

Списък на фигурите

1.1 Сравнение между последователни пресмятания и паралелни пресмятания . . . 3
1.2 Сравнение между конкуретни пресмятания и паралелни пресмятания . . . 4

2.1 Трислойна изкуствена невронна мрежа . . . 7
2.2 Трите основни операции в генетичните алгоритми . . . 9
2.3 Отношението евро/долар в рамките на един час . . . 10
2.4 Продуктовата линия TradingSolutions използваща изкуствени невронни мрежи и генетични алгоритми за прогнозиране на Forex финансови инструменти . . . 11
2.5 Системата MoneyBee за финансово прогнозиране в разпределена среда . . . 12

3.1 Уеб базирана трислойна софтуерна архитектура . . . 15
3.2 Подходи за софтуерна разработка . . . 16
3.3 Публикуване на проект в GitHub . . . 17

4.1 Определяне на приложението като активен тапет . . . 19
4.2 Модул от тип “услуга” . . . 20
4.3 Флагове за достъп до ресурса активен тапет . . . 21
4.4 Регистрация на услугата за прослушване на съобщения от операционната система. . . . 22
4.5 Референция към описателния файл на активния тапет . . . 23
4.6 Прозорец за установяване на активния тапет . . . 24
4.7 XML описателен файл на тапета . . . 25
4.8 Графични файлове, съдържащи фотографии на планината Витоша до град София, България 26
4.9 Висуално представяне на информация от изчисленията . . . 27
4.10 Първоначален набор от настройки . . . 28
4.11 Визуален компонент за включване и изключване на тапета . . . 29
4.12 Визуален компонент за посочване на сървър URL . . . 30
4.13 Визуален компонент за регулиране на натоварването . . . 31
4.14 Стойности за натоварване на системата . . . 32
4.15 Позициониране на областите за визуално представяне . . . 33
4.16 Стойности за позициониране на областите за визуално представяне . . . 34
4.17 Размер на областите за визуално представяне . . . 35
4.18 Стойности за размер на областите за визуално представяне . . . 36
4.19 Събитие за създаване на прозореца . . . 37
4.20 Събитие за пауза на прозореца . . . 38
4.21 Наследяване на WallpaperService . . . 39
4.22 Спомагателни константи . . . 40
4.23 Константи за цветовете . . . 41
4.24 Променливи отразяващи състоянието на активния тапет . . . 42
4.25 Променливи отговарящи за изкуствената невронна мрежа . . . 43
4.26 Променливи отговарящи за изкуствената невронна мрежа . . . 44
4.27 Определяне на броя и типовете неврони . . . 45
4.28 Структура на трислойна изкуствена невронна мрежа . . . 46
4.29 Избор на стойности за прогнозиране . . . 47
4.30 Определяне на границите във времевия ред . . . 48

4.31 Диапазон на активационната функция в изходния слой . . . 49
4.32 Тренировъчни примери . . . 50
4.33 Входни данни към изкуствената невронна мрежа за получаване на прогноза . . . 51
4.34 Изследване на група от стойности за определяне на диапазона . . . 52
4.35 Активационни функции [5] . . . 53
4.36 Собствена реализация на наследения Engine клас и създаване на обект . . . 54
4.37 Вътрешни променливи за двигателя на услугата . . . 55
4.38 Единичен цикъл във фонов режим . . . 56
4.39 Изчисляване на прогноза . . . 57
4.40 Тренировъчен цикъл на изкуствената невронна мрежа . . . 58
4.41 Основна процедура по изрисуване на информацията от тренировъчния процес . . . 59
4.42 Разбиване на задачата за визуално представяне . . . 60
4.43 Изрисуване на фона . . . 61
4.44 Изрисуване на областите за служебна информация . . . 62
4.45 Изрисуване на информацията за валутната двойка . . . 63
4.46 Позиция и размери за визуално представяне на прогнозата . . . 64
4.47 Обхват на данните по ширина и височина . . . 65
4.48 Цикли за визуално представяне на стълбовете от времевия реди и прогнозата . . . 66
4.49 Топология на изкуствената невронна мрежа, която се визуализира . . . 67
4.50 Мащабиране на входната и изходната информация . . . 68
4.51 Стойности на теглата между слоевете . . . 69
4.52 Мащабиране на стойностите в скрития слой . . . 70
4.53 Нормализиране на стойностите за теглата . . . 71
4.54 Изрисуване на топологията . . . 72
4.55 Конструктор на двигателя за услугата . . . 73
4.56 Промяна във видимостта на активния тапет . . . 74
4.57 Спиране на пресмятанията при разрушаване на повърхността за изрисуване . . . 75
4.58 Размер на зоните за изрисуване . . . 76
4.59 Координати и размери на областите за визуално представяне - горе-ляво . . . 77
4.60 Координати и размери на областите за визуално представяне - горе-център . . . 78
4.61 Координати и размери на областите за визуално представяне - горе-дясно . . . 79
4.62 Координати и размери на областите за визуално представяне - център-ляво . . . 80
4.63 Координати и размери на областите за визуално представяне - център-център . . . 81
4.64 Координати и размери на областите за визуално представяне - център-дясно . . . 82
4.65 Координати и размери на областите за визуално представяне - долу-ляво . . . 83
4.66 Координати и размери на областите за визуално представяне - долу-център . . . 84
4.67 Координати и размери на областите за визуално представяне - долу-дясно . . . 85
4.68 Натоварване на системата за фонови пресмятания . . . 86
4.69 Константи за интервалите на времевия ред (0 до 15) . . . 87
4.70 Константи за интервалите на времевия ред (30 до 43200) . . . 88
4.71 Описание на времеви интервал . . . 89
4.72 Определяне на константа за интервал по брой минути . . . 90
4.73 Определяне на константа за интервал по текстово описание . . . 91
4.74 Конструктор на изброения тип за интервал . . . 92
4.75 Структура на локалната таблица за котировките . . . 93
4.76 Структура на локалната таблица за изкуствените невронни мрежи . . . 94
4.77 Име и версията на базата данни . . . 95
4.78 Код за създаване на таблицата за котировки . . . 96
4.79 Код за създаване на таблицата за изкуствените невронни мрежи . . . 97
4.80 Код за изтриване на таблиците . . . 98
4.81 Конструктор и виртуални методи на спомагателния клас за базата данни . . . 99
4.82 Изброен тип за вида на невроните . . . 100
4.83 Целочислена константа за типа на неврона, която може да се ползва и като битово поле . . . 101
4.84 Определяне на изброимата константа по числена стойност . . . 102

4.85 Методи за достъп до вътрешните стойности на константите . . . 103

5.1 Публично хранилище за кода на сървър приложението . . . 105
5.2 Физическа структура на базата данни . . . 106
5.3 Таблица с времевите интервали за редовете . . . 107
5.4 Таблица за представяне на валутните двойки . . . 108
5.5 Таблица за представяне на типовете мрежи . . . 109
5.6 Таблица за представяне на типовете мрежи . . . 110
5.7 Таблица с опции за протичане на обучението . . . 111
5.8 Таблица с опции за протичане на обучението . . . 112
5.9 Таблица с опции за протичане на обучението . . . 113
5.10 Процедура за добавяне на валутна двойка . . . 114
5.11 Процедура за запис на екземпляр от изкуствена невронна мрежа . . . 115
5.12 Процедура за запис на тренировъчни примери . . . 116
5.13 Функция за определяне на типа мрежа . . . 117
5.14 Функция за определяне на типа валутна двойка . . . 118
5.15 Функция за определяне на най-добрата жизненост . . . 119
5.16 Функция за определяне на броя неврони за определен еземпляр мрежа . . . 120
5.17 Глобални променливи за достъп до базата данни . . . 121
5.18 Отваряне на връзка към базата данни . . . 122
5.19 Затваряне на връзката към базата данни . . . 123
5.20 Изпълнение на заявки към базата данни . . . 124
5.21 Проверка на входните данни . . . 125
5.22 Заявка за извличане на екземпляр по идентификатор . . . 126
5.23 Проверка за наличност на екземпляра . . . 127
5.24 Информация за невроните . . . 128
5.25 Информация за връзките . . . 129
5.26 Информация за теглата . . . 130
5.27 Приключване на процедурата по изпращане на отговор . . . 131
5.28 Заявка за зареждане на случайна мрежа . . . 132
5.29 Входни параметри за конкретна топология на невронна мрежа . . . 133
5.30 Флагове на невроните и връзките между тях . . . 134
5.31 Заявка за най-добра жизненост . . . 135
5.32 Определяне на броя неврони по идентификатор на мрежа . . . 136
5.33 Отговор към клиента . . . 137
5.34 Проверка на входните параметри . . . 138
5.35 Заявка за тренировъчно множество . . . 139
5.36 Брой примери, времеви маркери и нива на отваряне . . . 140
5.37 Най-ниска и най-висока постигната стойност . . . 141
5.38 Нива на затваряне и търгуван обем . . . 142
5.39 Изпращане на отговор до клиента . . . 143
5.40 Проверка на входните аргументи . . . 144
5.41 Еземпляри от типа на подадения идентификатор . . . 145
5.42 Пакетиране на получените стойности в JSON съобщение . . . 146
5.43 Проверка за екземпляри по название на валутна двойка и период . . . 147
5.44 Пакетиране на получените стойности в JSON съобщение . . . 148
5.45 Изпращане на резултата . . . 149
5.46 Брой тренировъчни примери по валутна информация . . . 150
5.47 Заявка за брой тренировъчни примери . . . 151
5.48 Изпращане на отговор до клиента . . . 152
5.49 Проверка на входните аргументи за валутна двойка, период, жизненост и брой неврони . . . 153
5.50 Проверка на входните аргументи за флагове на невроните, връзки и тегла между невроните 154
5.51 Проверка за типа на всеки неврон . . . 155
5.52 Проверка за стойността на всяко тегло . . . 156

5.53 Проверка за стойността на всяка връзка . . . 157
5.54 Съхраняване на екземпляр изкуствена невронна мрежа . . . 158
5.55 Проверка на жизнеността преди съхраняване на информацията . . . 159
5.56 Проверка на агументите за валутна двойка, период, брой примери и времеви маркери . . . 160
5.57 Проверка на агументите за отваряне, най-ниска стойност, най-висока стойност, затваряне и изтъргуван обем . . . 161
5.58 Проверка на стойностите за времеви маркери и нива на отваряне . . . 162
5.59 Проверка на стойностите за най-ниско и най-високо постигнато ниво . . . 163
5.60 Проверка на стойностите за затваряне и изтъргуван обем . . . 164
5.61 Съхраняване на тренировъчно множество . . . 165

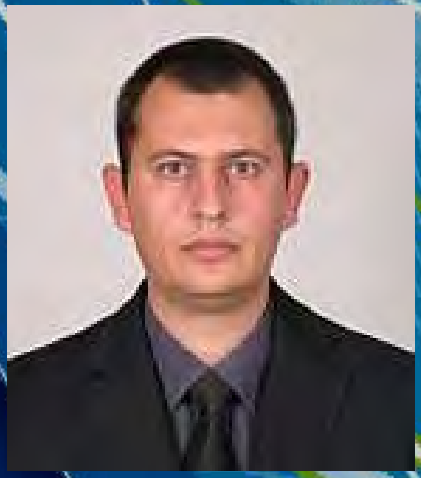
6.1 Инициализация на вътрешните променливи . . . 167
6.2 Зареждане на данните с помощта на HTTP комуникация . . . 168
6.3 HTTP комуникационен файл . . . 169
6.4 Констркутор на спомагателния клас . . . 170
6.5 Функция за зареждане на случайно избрана от сървъра мрежа . . . 171
6.6 Зареждане на тренировъчно множество . . . 172
6.7 Функция за запазване на допълнително обучавана мрежа . . . 173
6.8 Подготвяне на POST заявка . . . 174
6.9 Изпълнение на POST заявката . . . 175
6.10 Ключови стойности за описване на мрежата . . . 176
6.11 Ключови стойности за описване на тренировъчното множество . . . 177
6.12 Стойности за времевия ред и невроните . . . 178
6.13 Стойности за теглата и силата на връзките . . . 179
6.14 Стойности за време, отваряне и най-ниска постигната стойност . . . 180
6.15 Стойности за най-висока постигната стойност, затваряне и изтъргуван обем . . . 181
6.16 Записване на данните в глобалната структура . . . 182

7.1 Единична стъпка за обучение на мрежата . . . 184
7.2 Класическо обратно разпространение на грешката . . . 185
7.3 Бързо разпространение на грешката . . . 186
7.4 Мащабирано съединение на градиента . . . 187
7.5 Корекция на теглата по Манхатън правило . . . 188
7.6 Превключване между обратно разпространение на грешката и генетичен алгоритъм . . . 189
7.7 Параметри на генетичния алгоритъм . . . 190
7.8 Извличане на теглата от мрежата . . . 191
7.9 Начална популация . . . 192
7.10 Изпълнение на генетичния алгоритъм . . . 193
7.11 Обновяване на теглата в мрежата . . . 194
7.12 Кодиране на теглата в хромозомите . . . 195
7.13 Конструиране по зададен масив . . . 196
7.14 Конструиране по зададен списък . . . 197
7.15 Конструиране по зададен списък с възможност за дълбоко копиране . . . 198
7.16 Зареждане на стойностите като тегла в мрежата . . . 199
7.17 Изпълнение на правия пас . . . 200
7.18 Условие за валидност на хромозомата . . . 201
7.19 Конструиране на нова хромозома с фиксирана дължина . . . 202
7.20 Функция за извеждане на стойностите извън хромозомата . . . 203
7.21 Клас извършващ мутацията . . . 204
7.22 Контрол на входните данни . . . 205
7.23 Случайна промяна на всички стойности в хромозомата . . . 206

Азбучен указател

дарени изчислителни ресурси, 5, 11, 15
екстраполация, 10
евристични алгоритми, 6
евристики, 6
финансови времеви редове, 9
генетични алгоритми, 6, 8, 13
глобална оптимизационна евристика, 8
грид изчисленията, 4
хранилища за програмен код, 16
изчисления в разпределена среда, 1, 5, 11, 15, 18, 104, 207
изкуствени невронни мрежи, 6, 7, 10, 13, 26, 56–58, 60, 67
конкурентни пресмятания, 4
кръстосване в генетичен алгоритъм, 8
мобилна среда за разпределени изчисления, 5
мобилни устройства, 1
мутация в генетичен алгоритъм, 8
обратно разпространение на грешката, 7, 58
паралелни пресмятания, 4
последователното програмиране, 3
развойни средства, 13
селекция в генетичен алгоритъм, 8
системи за подпомагане вземането на решения, 10
софтуерни лицензи, 16
супер компютърни изчисления, 4, 6
времеви редове, 6, 9, 10
жизнена функция, 8

Настоящото учебно помагало съдържа серия от примери по дисциплините „Java за напреднали“, която се изучава в магистърската програма „Софтуерни технологии в Интернет“ на "Нов български университет" и „Мобилни приложения“, която се изучава в бакалавърската програма „Компютърни науки“ на "Университета по библиотекознание и информационни технологии". Насочено е към аудитория със сериозни познания в областта на програмирането.



Помагалото е съставено от практически примери, обхващащи цялостния цикъл за разработка на клиент-сървър базирани системи, подходящи за реализацията на изчисления в разпределена среда. Структурата на учебното помагало позволява отделни части от него да послужат при разработването на курсови задачи и/или дипломни работи.

Свободният достъп до помагалото дава възможност то да бъде използвано в учебния процес на курсове с подобно съдържание и на други учебни заведения. Изложеният материал дава възможност за допълване на съществуващите магистърски програми, примерно в областта на изкуствения интелект.

Посочените в библиографията литературни източници са предимно със справочен характер, но дават възможност на заинтересуваните читатели да разширят познанията си в засегнатите области.

eISSN 2367-8666