



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
INFORMATIKOS FAKULTETAS

Leonardas Survila

**NEURONINIŲ TINKLŲ PANAUDOJIMO FINANSINIŲ
INSTRUMENTŲ PREKYBOS AUTOMATIZAVIME TYRIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

dr. Mantas Lukoševičius

KAUNAS, 2017

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
INFORMATIKOS FAKULTETAS

**NEURONINIŲ TINKLŲ PANAUDOJIMO FINANSINIŲ
INSTRUMENTŲ PREKYBOS AUTOMATIZAVIME TYRIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

Programų sistemų inžinerija (621E16001)

Vadovas

..... dr. Mantas Lukoševičius

2017 05 25

Recenzentas

..... doc. dr. Agnė Paulauskaitė-Tarasevičienė

2017 05 25

Projektą atliko

..... IFM-5/2 gr. stud. Leonardas Survila

2017 05 25

KAUNAS, 2017



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Informatikos Fakultetas

(Fakultetas)

Leonardas Survila

(Studento vardas, pavardė)

Programų sistemų inžinerija (621E16001)

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

Baigiamojo projekto „Neuroninių tinklų panaudojimo finansinių instrumentų prekybos automatizavime tyrimas“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 17 m. gegužės 25 d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Leonardo Survilos**, baigiamasis projektas tema „Neuroninių tinklų panaudojimo finansinių instrumentų prekybos automatizavime tyrimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

TURINYS

PAVEIKSLĖLIŲ SĄRAŠAS	7
LENTELIŲ SĄRAŠAS	9
1. ĮŽANGA	12
1.1. Dokumento paskirtis.....	12
1.2. Santrumpa.....	12
2. ANALITINĖ DALIS	13
2.1. Įvadas.....	13
2.2. Temos aktualumas ir tikslai.....	13
2.3. Taikymo sritis.....	13
2.3.1. Projekto tikslas ir adresatas	13
2.3.2. Informacija apie užsakovo organizaciją	14
2.3.3. Problemos sprendimas pasaulyje.....	14
2.3.4. Situacijos Lietuvoje įvertinimas	14
2.4. Produkto apibūdinimas.....	15
2.4.1. Programų sistemų funkcijos	15
2.4.2. Sistemos kontekstas	15
2.4.3. Vartotojo charakteristikos.....	15
2.4.4. Vartotojo problemos	15
2.4.5. Vartotojo tikslai	16
2.4.6. Bendri apribojimai	16
2.5. Egzistuojantys sprendimai.....	16
2.5.1. Collective2 LLC sprendimas	16
2.5.2. „TradingView“ sprendimas	17
2.6. Programų sistemų savybių kiekybinis ir/ arba kokybinis palyginimas	17
2.6.1. Sistemos loginiai komponentai.....	18
2.6.2. HTML5 naudojimas FrontEnd	18
2.6.3. Automatinis signalų teikimas	18
2.6.4. Neuroninių tinklų panaudojimo galimybė.....	18
2.6.5. Finansiniai indikatoriai grafikuose	19
2.6.6. Strategijos testavimas naudojant istorinius duomenis	19
2.6.7. Dalinimasis prekybinėmis idėjomis.....	19
2.6.8. Realus laiko rinkos duomenų pateikimas	19
2.7. Įgyvendinimo problemos.....	19
2.7.1. Vartotojo sąsajos problemos.....	20
2.7.2. Prisijungimo problemos.....	21
2.7.3. Veikimo aplinkos problemos.....	21

2.7.4. Duomenų saugojimas ir skaičiavimai	22
2.7.5. Architektūros pasirinkimas	23
3. PROJEKTINĖ DALIS	28
3.1. Sistemos paskirtis	28
3.1.1. Projekto kūrimo pagrindas	28
3.1.2. Sistemos tikslai	28
3.2. Užsakovai, pirkėjai ir kiti sistema suinteresuoti asmenys	28
3.3. Vartotojai	29
3.4. Įpareigojantys apribojimai	29
3.4.1. Apribojimai sprendimui	29
3.4.2. Diegimo aplinka	30
3.4.3. Bendradarbiaujančios sistemos	30
3.4.4. Komerciniai specializuoti programų paketai	30
3.4.5. Numatoma darbo vietos aplinka	30
3.5. Svarbūs faktai ir prielaidos	30
3.6. Funkciniai reikalavimai	31
3.6.1. Sistemos ribos	31
3.6.2. Panaudojimo atvejų sąrašas	31
3.6.3. Funkciniai reikalavimai	36
3.7. Nefunkciniai reikalavimai	41
3.7.1. Reikalavimai sistemos išvaizdai	41
3.7.2. Reikalavimai panaudojamumui	41
3.7.3. Reikalavimai vykdymo charakteristikoms	43
3.7.4. Reikalavimai veikimo sąlygoms	43
3.7.5. Reikalavimai sistemos priežiūrai	43
3.7.6. Reikalavimai saugumui	44
3.7.7. Kultūriniai-politiniai reikalavimai	44
3.7.8. Teisiniai reikalavimai	44
3.8. Architektūros pateikimas	44
3.9. Architektūros tikslai ir apribojimai	45
3.10. Sistemos statinis vaizdas	45
3.10.1. Apžvalga	45
3.10.2. Paketų detalizavimas	46
3.11. Sistemos dinaminis vaizdas	46
3.11.1. Sąveikos diagramos kiekvienam PA	48
3.11.2. Sekų diagramos kiekvienam panaudojimo atvejui	51
3.12. Išdėstymo (deployment) vaizdas	56

3.13. Duomenų vaizdas	57
3.13.1. Informacijos šaltiniai	58
3.13. Neuroninių tinklų biblioteka	59
3.14. Finansiniai indikatoriai.....	59
3.14.1. Slenkančio vidurkio indikatoriai.....	60
3.14.2. Osciliatoriai.....	60
3.14.3. Neuroninio tinklo mokymas	62
4. TYRIMO DALIS	64
4.1. Tyrimo tikslas.....	64
4.2. Tyrimo eiga	64
5. EKSPERIMENTINĖ DALIS.....	68
5.1. Tikslai.....	68
5.2. Aprašymas	68
5.3. Eiga.....	68
5.4. Rezultatai.....	68
6. IŠVADOS	71
7. LITERATŪROS SĄRAŠAS	72
8. TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNAS.....	74
9. PRIEDAI.....	75
9.1. Tyrimo rezultatai	75
9.2. Eksperimento rezultatai.....	77

PAVEIKSLĖLIŲ SĄRAŠAS

1 pav. Neuronų modelis	24
2 pav. Daugiasluoksnis, tiesioginio sklaidimo neuroninis tinklas	25
3 pav. Neuronų aktyvavimo funkcija.....	26
4 pav. Panaudojimo atvejų diagrama	31
5 pav. Sistemos išskaidymas į paketus aukščiausiam lygį	46
6 pav. Sistemos būsenų diagrama	47
7 pav. Sistemos veiklos diagrama	47
8 pav. Panaudos atvejo „Rodyti išsaugotų neuroninių tinklų sąrašą“ sąveikos diagrama	48
9 pav. Panaudos atvejo „Inicijuoti neuroninio tinklo permokymą“ sąveikos diagrama	48
10 pav. Panaudos atvejo „Ištrinti neuroninį tinklą“ sąveikos diagrama	48
11 pav. Panaudos atvejo „Inicijuoti neuroninio tinklo modeliavimą“ sąveikos diagrama	48
12 pav. Panaudos atvejo „Pasirinkti finansinio instrumento laiko atkarpą“ sąveikos diagrama	49
13 pav. Panaudos atvejo „Pasirinkti finansinio instrumento diskretizacijos žingsnį laiko atkarpoje“ sąveikos diagrama	49
14 pav. Panaudos atvejo „Pridėti finansinio instrumento indikatorius iš pateikto sąrašo“ sąveikos diagrama.....	49
15 pav. Panaudos atvejo „Ištrinti finansinio instrumento indikatorius iš pridėtų indikatorių sąrašo“ sąveikos diagrama	49
16 pav. Panaudos atvejo „Pridėti neuroninio tinklo veiksmą finansinio instrumento duomenų taške“ sąveikos diagrama	50
17 pav. Panaudos atvejo „Ištrinti neuroninio tinklo veiksmą finansinio instrumento duomenų taške“ sąveikos diagrama	50
18 pav. Panaudos atvejo „Inicijuoti neuroninio tinklo testavimą naujoje finansinio instrumento duomenų atkarpoje“ sąveikos diagrama	50
19 pav. Panaudos atvejo „Rodyti išsaugotų neuroninių tinklų sąrašą“ sekų diagrama.....	51
20 pav. Panaudos atvejo „Inicijuoti neuroninio tinklo permokymą“ sekų diagrama.....	51
21 pav. Panaudos atvejo „Ištrinti neuroninį tinklą“ sekų diagrama	52
22 pav. Panaudos atvejo „Inicijuoti neuroninio tinklo modeliavimą“ sekų diagrama.....	52
23 pav. Panaudos atvejo „Pasirinkti finansinio instrumento laiko atkarpą“ sekų diagrama.....	53
24 pav. Panaudos atvejo „Pasirinkti finansinio instrumento diskretizacijos žingsnį laiko atkarpoje“ sekų diagrama	53

25 pav. Panaudos atvejo „Pridėti finansinio instrumento indikatorių iš pateikto sąrašo“ sekų diagrama.....	54
26 pav. Panaudos atvejo „Ištrinti finansinio instrumento indikatorių iš pridėtų indikatorių sąrašo“ sekų diagrama	54
27 pav. Panaudos atvejo „Pridėti neuroninio tinklo veiksmą finansinio instrumento duomenų taške“ sekų diagrama	55
28 pav. Panaudos atvejo „Ištrinti neuroninio tinklo veiksmą finansinio instrumento duomenų taške“ sekų diagrama	55
29 pav. Panaudos atvejo „Inicijuoti neuroninio tinklo testavimą naujoje finansinio instrumento duomenų atkarpoje“ sekų diagrama	56
30 pav. Sistemos išdėstymo vaizdas	57
31 pav. DB modelis vartotojų registracijai	57
32 pav. Informacijos surinkimo ir pateikimo schema.....	58
33 pav. Slenkančio vidurkio indikatorius EMA(close,20).....	60
34 pav. Stochastics (15,5,5) indikatorius	61
35 pav. RSI (14) indikatorius	61
36 pav. Pirkimo/pardavimo taškų sužymėjimas neuroninio tinklo mokymui	62
37 pav. Sistemos pelningumas naudojant skirtingus indikatorius	65
38 pav. Sistemos pelningumas pakeitus neuroninio tinklo parametrus	65
39 pav. Sistemos pelningumas pakeitus keičiant neuroninio tinklo įvesties taškų skaičių.....	66
40 pav. Sistemos pelningumo pokytis keičiant RSI indikatoriaus periodo parametrus.....	69
41 pav. Sistemos pelningumas atsitiktai pasirinktame laiko intervale.....	70
42 pav. Sistemos pelno suma atsitiktai pasirinktame laiko intervale.....	70

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė Programų sistemų savybių kiekybinis ir/ arba kokybinis palyginimas	17
2 lentelė PA1: Rodyti išsaugotų neuroninių tinklų sąrašą	31
3 lentelė PA2: Inicijuoti neuroninio tinklo permokymą	32
4 lentelė PA3: Ištrinti neuroninį tinklą.....	32
5 lentelė PA4: Inicijuoti neuroninio tinklo modeliavimą.....	32
6 lentelė PA5: Pasirinkti finansinio instrumento laiko atkarpą.....	33
7 lentelė PA6: Pasirinkti finansinio instrumento diskretizacijos žingsnį laiko atkarpoje.....	33
8 lentelė PA7: Pridėti finansinio instrumento indikatorių iš pateikto sąrašo	34
9 lentelė PA8: Ištrinti finansinio instrumento indikatorių iš pridėtų indikatorių sąrašo	34
10 lentelė PA9: Pridėti neuroninio tinklo veiksmą finansinio instrumento duomenų taške.....	35
11 lentelė PA10: Ištrinti neuroninio tinklo veiksmą finansinio instrumento duomenų taške.....	35
12 lentelė PA11: Inicijuoti neuroninio tinklo testavimą naujoje finansinio instrumento duomenų atkarpoje.....	35
13 lentelė Reikalavimas 1: Sistema turi leisti vartotojui matyti išsaugotų neuroninių tinklų sąrašą ...	36
14 lentelė Reikalavimas 2: Sistema turi leisti vartotojui inicijuoti neuroninio tinklo permokymą	36
15 lentelė Reikalavimas 3: Sistema turi leisti vartotojui ištrinti neuroninį tinklą.....	37
16 lentelė Reikalavimas 4: Sistema turi leisti vartotojui inicijuoti neuroninio tinklo modeliavimą....	37
17 lentelė Reikalavimas 5: Sistema turi leisti vartotojui pasirinkti finansinio instrumento laiko atkarpą.....	37
18 lentelė Reikalavimas 6: Sistema turi leisti vartotojui pasirinkti finansinio instrumento diskretizacijos žingsnį laiko atkarpoje	38
19 lentelė Reikalavimas 7: Sistema turi leisti vartotojui pridėti finansinio instrumento indikatorių iš pateikto sąrašo.....	38
20 lentelė Reikalavimas 8: Sistema turi leisti vartotojui ištrinti finansinio instrumento indikatorių iš pridėtų indikatorių sąrašo.....	39
21 lentelė Reikalavimas 9: Sistema turi leisti vartotojui pridėti neuroninio tinklo veiksmą finansinio instrumento duomenų taške	39
22 lentelė Reikalavimas 10: Sistema turi leisti vartotojui ištrinti neuroninio tinklo veiksmą finansinio instrumento duomenų taške	40
23 lentelė Reikalavimas 11: Sistema turi leisti vartotojui inicijuoti neuroninio tinklo testavimą naujoje finansinio instrumento duomenų atkarpoje.....	40
24 lentelė Reikalavimas 12: Sistema turi būti paprasta naudotis.....	41

25 lentelė Reikalavimas 13: Sistemoje turi būti galimybė taisyti padarytas klaidas	41
26 lentelė Reikalavimas 14: Sistemos naudotojo sąsaja turi būti anglų kalba.....	42
27 lentelė Reikalavimas 15: Turi būti galimybė pasižiūrėti raktinės informacijos paaiškinimus	42
28 lentelė Reikalavimas 16: Kur įmanoma, naudoti iškrentančius sąrašus	43
29 lentelė Architektūros specifikacijos vaizdai ir modeliavimai	44
30 lentelė Neuroninio tinklo mokymo matrica naudojant Stochastics (15,5,5) indikatorius reikšmes	62
31 lentelė Finansinių indikatorių tipai	66
32 lentelė Darbo su sistema rezultatai.....	75
33 lentelė Darbo su sistema rezultatai padidinus neuroninio tinklo paslėptų neuronų skaičių.....	76
34 lentelė Darbo su sistema rezultatai padidinus įvesties taškų skaičių	76
35 lentelė Momentinio indikatorius RSI parametrų pokyčio įtaka pelningumui	77
36 lentelė RSI(14) spėjimų tikslumas atsitiktinai pasirinktame intervale.....	79

Survila, Leonardas. Research on Application of Neural Networks for Financial Instruments Trading Automation. Software engineering Master's degree thesis / supervisor dr. Mantas Lukoševičius; Kaunas University of Technology.

Research area and field: Software engineering.

Key words: Neural networks, trading, financial instruments.

Kaunas, 2017. 81p.

SUMMARY

The main goal of this work is to create a platform and to perform a research into problem if it's possible to automatically trade financial instruments using neural networks. Automatic trading of financial instruments using neural networks is a cutting-edge field of research in financial markets, eliminating human factor out of decision making while freeing up human resources and better control over risk taking procedures. Traditional trading is time consuming, impedes too much stress and is prone to human errors. Having new computational processing and modeling capabilities it can be automated.

To effectively control an investment portfolio one must judge an investment weight in it, make an on-time decision to maximize the profits. Created system allows to experiment and research neural network capabilities in automating it. After performing the research, we found what are the key factors of profitability of such system, what were the optimal values for training the neural network.

Performing the experiment revealed that using RSI financial indicator to test the performance of the system on randomly selected time-period – maximal performance was achieved using default period value for this financial indicator, therefore results were not greatly improved. Experiment proved, that while assessing financial indicator performance we must make sure that we do it on data which was not involved in training the neural network.

From analysis of results we can draw a conclusion, that better results could be achieved by implementing wider variety of financial indicators and the automation of the testing process itself to find a better suited candidate for neural network training.

1. ĮŽANGA

1.1. Dokumento paskirtis

Šio dokumento paskirtis yra parengti magistro studijų metu kurtos programinės įrangos – „neuroninių tinklų panaudojimo finansinių instrumentų prekybos automatizavime sistema“ (toliau, – PĮ) analizę, naudotas technologijas ir tyrimą. Išanalizuoti sukurto įrankio trūkumus, bei pateikti iškilusių problemų sprendimo būdus.

Dokumentas sudarytas iš analitinės, projektinės, tyrimo ir eksperimentinės dalies, kuriose aprašomas analizės, projektavimo ir tyrimo procesas, atlikto tyrimo nauda, išryškėję trūkumai, bei pateikiami galimi PĮ patobulinimai ateityje, siekiant gauti geresnę PĮ kokybę ir našumą.

1.2. Santrumpa

Šis darbas skirtas išsiaiškinti ar galima pelningai prekiauti finansiniais instrumentais naudojantis neuroniniais tinklais. Automatinė prekyba finansiniais instrumentais, naudojantis neuroniniais tinklais yra novatoriška finansų kryptis, siekianti išvengti žmogiškojo faktoriaus priimant sprendimus. Nuo finansinių instrumentų prekybos atsiradimo pradžios investuotojai ieško būdo tai padaryti kuo efektyviau. Tradicinė prekyba finansiniais instrumentais yra daug laiko užimantis procesas. Pasitelkus šiuolaikines skaitmeninės informacijos apdorojimo ir modeliavimo technologijas šį procesą galima automatizuoti.

Norint efektyviai valdyti investicinį portfelį reikia įvertinti investicijos svorį jame, ir laiku priėmus sprendimą gauti didžiausią grąžą iš investicijos. Šiuo darbu norima ištirti, kokios galimybės ir sunkumai iškyla automatizuojant šį procesą.

2. ANALITINĖ DALIS

2.1. Įvadas

Finansinių instrumentų prekybos analizė yra procesas įvertinantis investicijos svorį investuotojo portfelyje, skirtas priimti sprendimą ir gauti didžiausią grąžą iš investicijos. Formuojant vertybinių popierių portfelį svarbu nustatyti ryšius tarp atskirų akcijų grąžų [1]. Naudojant finansinių instrumentų techninę analizę galima modeliuoti investuotojo veiksmus tam tikro instrumento istorijoje ir skirtingai operuojant tam tikro laiko atkarpoje gauti skirtingą investicijų grąžą [2].

Tai dar pakankamai nauja finansų sritis, bet Kauno technologijos universiteto (KTU) Ekonomikos ir verslo fakulteto (EVF) studentai jau gali pasirengti CFA (angl. Chartered Financial Analyst) sertifikato egzaminams bakalauro studijų metu [6].

Nuo pat finansinių instrumentų prekybos atsiradimo investuotojai ieško būdo tai padaryti kuo efektyviau. Pasitelkus šiuolaikines skaitmeninės informacijos apdorojimo ir modeliavimo technologijas galima šį procesą automatizuoti.

2.2. Temos aktualumas ir tikslai

Šio projekto tikslas yra sukurti finansinių instrumentų prekybos modeliavimo ir neuroninių tinklų mokymo įrankį bei įvertinti jo taikymo efektyvumą.

Pagrindinis faktorius turintis įtakos investicijų grąžai yra žmogiškasis faktorius. Modeliuojant investuotojo veiksmus istorijoje galima sukurti scenarijus, kuriais vadovaujantis galima išmokyti neuroninį tinklą, kurio rezultatai bus psichologiškai nepriklausomi ir atspindės tik loginę proceso dalį. Išmokytas neuroninis tinklas yra kaip juodoji dėžė, kurioje sukaupta investuotojo veiksmų logika ir kuri gavusi prieš tai nematytus duomenis įvertins finansinio instrumento būseną tam tikrame laiko taške ir priims nepriklausomą sprendimą (pirkti ar parduoti).

Kuriant tokį įrankį patogiu panaudoti naujausias HTML5 saityno technologijas, suteikiant priėjimą iš bet kurios pasaulio vietos naudojant bet kokią operacinę sistemą su HTML5 palaikančia naršykle [3].

2.3. Taikymo sritis

2.3.1. Projekto tikslas ir adresatas

Pagrindinis faktorius turintis įtakos investicijų grąžai yra žmogiškasis faktorius. Modeliuojant investuotojo veiksmus istorijoje galima sukurti scenarijus, kuriais vadovaujantis galima mokyti

„neuroninį tinklą“, kurio rezultatai bus psichologiškai nepriklausomi ir atspindės tik loginę proceso dalį. Išmokytas neuroninis tinklas yra kaip juodoji dėžė, kurioje sukaupia investuotojo veiksmų logika ir kuri gavusi prieš tai nematytus duomenis įvertins finansinio instrumento būseną tam tikrame laiko taške ir priims nepriklausomą sprendimą (pirkti ar parduoti).

Apibendrinant galima išskirti du esminius darbo tikslus:

- Sukurti metodiką, kaip būtų galima kiekybiškai įvertinti prekybos neuroniniais tinklais pelningumą;
- Sukurti įrankį, įgyvendinantį automatinę prekybą finansiniais instrumentais.

Projektas skirtas prekybos investicijų portfelio valdytojo darbui palengvinti sukuriant metodiką ir įrankį. Juo galės naudotis finansinių instrumentų prekybos analitikai bei pavieniai investuotojai.

2.3.2. Informacija apie užsakovo organizaciją

UAB „Protologas“ yra užsienio kapitalo įmonės „Protolog Systems Limited“, įsikūrusios Kipre, filialas Lietuvoje. Matas Daulenskis yra šio filialo vadovas, praktikos vadovas ir programos užsakovas. Filialą koordinuoja „Protolog Systems Limited“ savininkas.

Įmonės veikla susijusi su programinės įrangos kūrimu, bei sistemų palaikymu. Įmonė nuolat ieško inovatyvių veiklų ir šiuo metu iškilo poreikis pasiūlyti rinkai įrankį prekybai finansinėse rinkose. Naują platformą valdanti kompanija galėtų pasiūlyti savo klientams paslaugas už abonentinį mokestį kurti, išbandyti, realizuoti bei dalintis savo prekybinėmis strategijomis. Nuolat investuojant į platformos tobulinimą, galima būtų tikėtis dalyvių skaičiaus augimo, bei dalyvių rezultatų gerinimo.

2.3.3. Problemos sprendimas pasaulyje

Yra keletas komercinių realizacijų kurios įgyvendina artimą šiai temai idėją ir taiko saityno technologijas kaip įrankį šiam tikslui pasiekti.

2.3.4. Situacijos Lietuvoje įvertinimas

Lietuvoje nerasta įmonių kuriančių ir eksploatuojančių panašius sprendimus. Galbūt bankų ar fondų valdytojai ir turi panašių sistemų, bet duomenų apie tai nėra. Finansų rinka Lietuvoje dar pakankamai jauna, bet tokių sistemų poreikis yra didelis.

2.4. Produkto apibūdinimas

2.4.1. Programų sistemų funkcijos

Kuriama programinė įranga privalo atlikti vieną pagrindinę funkciją, kuri yra automatinė prekyba pasirinktu finansiniu instrumentu naudojantis išmokytais neuroniniais tinklų scenarijais.

Ši funkcija apima keletą smulkesnių užduočių, tokių kaip:

- Finansinių instrumentų analizė;
- Neuroninių tinklų išmokymas;
- Prekybos scenarijų sudarymas;
- Pelningumo rezultatų apžvalga;
- Prekybos signalų generavimas.

2.4.2. Sistemos kontekstas

Numatoma, kad produktas funkcionuos fiziškai atskirtoje sistemoje, sumažinant veiklos sutrikimų galimybę bei efektyviai panaudojant skaičiavimo resursus kritiniuose uždaviniuose.

Tam, kad galima būtų automatiškai valdyti investicinį portfelį, turi būti atlikta nemažai veiksmų - neuroninių tinklų išmokymas, rezultatų analizė ir scenarijų sudarymas. Tik po to sistema galės generuoti prekybos signalus.

2.4.3. Vartotojo charakteristikos

Būsimo produkto vartotojai bus investicijų portfelio valdytojai, nagrinėjamos probleminės srities atstovai ir pavieniai investuotojai. Svarbiausiomis vartotojo charakteristikomis galima įvardinti:

- analitinį mąstymą;
- prekybos finansiniais instrumentais patirtį;
- gerus darbo kompiuteriu įgūdžius.

2.4.4. Vartotojo problemos

Svarbiausia vartotojų problema, kurią turi padėti spręsti kuriamas produktas yra žmogiškojo faktoriaus prekybos finansiniais instrumentais pašalinimas - modeliuojant investuotojo veiksmus istorijoje galima sukurti scenarijus, kuriais vadovaujantis galima išmokyti neuroninį tinklą, kurio rezultatai bus psichologiškai nepriklausomi ir atspindės tik loginę proceso dalį. Išmokytas neuroninis

tinklas yra kaip juodoji dėžė, kurioje sukaupia investuotojo veiksmų logika ir kuri gavusi prieš tai nematytus duomenis įvertins finansinio instrumento būseną tam tikrame laiko taške ir priims nepriklausomą sprendimą (pirkti ar parduoti).

2.4.5. Vartotojo tikslai

Pirminis vartotojo tikslas naudojant šią programinę įrangą yra sumažinti savo lėšų ir laiko sąnaudas skiriamas investicinio portfelio valdymui. Sistema vykdys prekybą automatiškai, o vartotojas jam patogiu metu galės koordinuoti sistemos veiklą kurdamas naujus prekybos scenarijus.

2.4.6. Bendri apribojimai

Projektuojama sistema turi būti nepriklausoma nuo operacinės sistemos, jos kūrimui turėtų pakakti atviro kodo programinės įrangos paketų. Kadangi sistema bus prieinama tik žiniatinklyje, pravartu pasitelkti naujausias kūrimo technologijas kaip HTML5 bei interaktyvumo funkcionalumui javascript programinę kalbą. [11] Naudojant javascript programavimo kalbą FrontEnd ir BackEnd programavimui galima pagreitinti sistemos kūrimą ir išvengti programinių paketų nesuderinamumo.

2.5. Egzistuojantys sprendimai

2.5.1. Collective2 LLC sprendimas

Tai automatinės prekybos signalų teikimo servisas, kuriame, pagal autorių nurodytą informaciją, dalyvauja 18000 signalų teikėjų naudojančių 55000 prekybos strategijas. [1]

„Collective2 LLC“ yra JAV registruota ir atitinkanti finansinės prekybos reguliavimą (National Futures Association (NFA) and registered with the Commodity Futures Trading Commission (CFTC)) įmonė. Tai 14 metų veikianti kompanija, specializuojanti automatinėje prekyboje įvairiais finansiniais instrumentais – „Forex“, akcijų rinka, žaliavų ateities sandoriais ir pasirinkimo sandoriais. Jų sukurta programinė prieiga (API) leidžia registruotiems vartotojams gauti prekybos signalus bei testuoti savo sukurtas prekybos strategijas. Ji yra viena iš didžiausių kompanijų automatinės prekybos signalų rinkoje.

Pagrindinis šios kompanijos teikiamų paslaugų ir šio projekto idėjos skirtumas yra signalų teikėjų strategijos. Šio projekto strategijos yra atskirtos nuo žmogiškosios įtakos, o „collective2 LLC“ kompanijos strategijos priklauso nuo signalų teikėjų duomenų įvedimo.

Prekybos strategijų naudojimas „Collective2 LLC“ platformoje yra šis:

- Pasirenkamas signalų teikėjas pagal jo istorinius rezultatus;
- Nurodomas jūsuprekybos tiekėjas, kurio aplinkoje vyks prekyba;
- Nustatoma maksimali prekybinės apimties reikšmė, kuri tiesiogiai veiks investavimo riziką;
- Prekybos finansiniu instrumentu laiko nustatymas;
- Prekybos rezultatų ir atidarytų pozicijų apžvalga.

Už naudojimąsi paslaugomis yra imamas fiksuotas mokestis, bet yra galimybė tam tikrą laiką naudotis sistema „smėlio dėžės“ efektu, kurios metu prekyba bus tik imituojama.

2.5.2. „TradingView“ sprendimas

Tai prekybos finansiniais instrumentais ir signalų platforma, kurioje, anot autorių dalyvauja apie 300000 prekyautojų, kurie atlikę analizę teikia „prekybinę idėją“. Vadovaujantis tam tikrų prekyautojų idėjomis galima priimti sprendimą investuoti pasirinktu laiku. [5]

Patogi ir intuityvi platforma yra skirta pradedantiems ir profesionalams, turinti didelę techninės analizės įrankių bei grafikų braižybos elementų pasirinkimą. Realaus laiko informacijos teikimas bei bendravimo komponentai leidžia akimirksniu keistis idėjomis visiems platformos vartotojams iš bet kurios pasaulio vietos, turint tik kompiuterį su HTML5 naršykle ir interneto ryšiu.

Šios platformos naudojimosi esminiai punktai yra šie:

- Prekybinės idėjos sukūrimas naudojantis platformos įrankiais;
- Kitų investuotojų idėjų peržiūra analizuojamo finansinio instrumento kontekste;
- Dalinimasis savo idėjomis ir veikla investavimo bendruomenėje.

2.6. Programų sistemų savybių kiekybinis ir/ arba kokybinis palyginimas

Aprašyti egzistuojantys sprendimai ir aprašomos sistemos palyginimas pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė Programų sistemų savybių kiekybinis ir/ arba kokybinis palyginimas

Funkcionalumas	Collective2 LLC	TradingView	Aprašoma sistema
HTML5 sąsaja	✓	✓	✓
Automatinis signalų teikimas	✓	X	✓
Neuroninių tinklų panaudojimo galimybė	✓	X	✓
Finansiniai indikatoriai grafikuose	✓	✓	✓
Strategijos testavimas ant istorinių duomenų	✓	X	✓
Dalinimasis prekybinėmis idėjomis	X	✓	✓

Funkcionalumas	Collective2 LLC	TradingView	Aprašoma sistema
Realaus laiko rinkos duomenų pateikimas	X	✓	✓

Iš lentelės matome, kad aprašoma sistema savyje turės visų kitų sistemų funkcionalumą. Tam tikri moduliai gali būti diegiami jau po produkto paleidimo, kai sistemoje dalyvaus didesnis nei tam tikras kiekis vartotojų, kad sumažinti sistemos kūrimo kaštus.

2.6.1. Sistemos loginiai komponentai

Programos funkcionalumas dalinamas į 2 loginius komponentus:

- FrontEnd - naršyklės programinis kodas;
- Backend - neuroninių tinklų bei duomenų servisas;

Abi dalys nepriklausomos ir susietos per PĮ API:

- Neuroninių tinklų užklausa;
- Automatinis signalų teikimas;
- Vartotojo duomenų ir scenarijų saugojimas;

2.6.2. HTML5 naudojimas FrontEnd

Sistema turi pasižymėti naujausių saityno technologijų pritaikymu, dinaminio atvaizdavimo elementų naudojime bei vaizdinės ar garsinės medžiagos pateikimu. Tam tikslui geriausiai tinka HTML5 saityno protokolas. [3]

2.6.3. Automatinis signalų teikimas

Naudojantis sistema turi būti sukurta programinė prieiga (API), kuri leis prisijungusiam vartotojui realiu laiku gauti visų išsaugotų scenarijų sprendimą investuojamo finansinio instrumento atžvilgiu - duotuoju laiku pirkti ar parduoti.

2.6.4. Neuroninių tinklų panaudojimo galimybė

Neuroniniai tinklai turi būti prieinami sistemai per prieigos servisą, turėti pakankamai resursų vienu metu palaikyti daugelio vartotojų informacijos apdorojimą. Tam tikslui pravartu naudotis

dedikuotu serveriu - atskirta nuo sistemos aparatine priemone. Tokį serverį galima nuomotis iš trečių šalių tiekėjų.

2.6.5. Finansiniai indikatoriai grafikuose

Sistema turi ne tik atvaizduoti finansinio instrumento istorinius duomenis, bet ir suteikti vartotojui galimybę naudotis finansiniais indikatoriais - pagalbinais grafiniais elementais techninei analizei atlikti. Pagrindiniai finansiniai indikatoriai yra standartiniai tokių sistemų komponentai, jų sąrašą pravartu su laiku didinti suteikiant kokybiškesnę prieigą vartotojui.

2.6.6. Strategijos testavimas naudojant istorinius duomenis

Vartotojui išsaugojus strategiją sistema turi suteikti galimybę atlikti testavimą naudojant pasirinkto finansinio instrumento istorinius duomenis.

Pagrindiniai reikalavimai funkcionalumui yra šie:

- Galimybė išsaugoti ir keisti pasirinktą strategiją;
- Gauti rezultatus patogiose vartotojui ataskaitose;
- Kombinuoti įvairias strategijas didžiausiai pelno tikimybei taikant rizikos valdymo parametrus.

2.6.7. Dalinimasis prekybinėmis idėjomis

Siekiant suburti didelę vartotojų bendruomenę pravartu numatyti jų bendravimo sistemos viduje būdą. Suteikti galimybę keistis idėjomis bei strategijomis.

Tam tikslui pasiekti reikalingas papildomas funkcionalumas duomenų bazėje ir programinės įrangos servisuose (API).

2.6.8. Realus laiko rinkos duomenų pateikimas

Sistema turi teikti realaus laiko rinkos duomenis ir juos atvaizduoti. Vizualizacijos priemonės turi užtikrinti skirtingus rinkos duomenų atvaizdavimo būdus - skirtingus grafikų tipus, laiko atkarpų diskretizaciją. Esant sistemos ryšio sutrikimams vizualiai pranešti vartotojui apie problemą.

2.7. Įgyvendinimo problemos

Įgyvendinant šią sistemą tenka susidurti su keletu projektavimo ir įgyvendinimo problemų.

2.7.1. Vartotojo sąsajos problemos

Naršyklės kaip vartotojo sąsajos naudojimas leidžia dirbti su sistema per įvairius šiuo metu prieinamus įrenginius - asmeninius kompiuterius, delninius kompiuterius, planšetes ir mobiliuosius įrenginius. Kiekvienas įrenginys turi savo ekrano rezoliuciją, kuri turi būti numatyta programinės aplinkos. [14]

2.7.1.1. Įvedimo problema

Naudojant naršyklę pagrindinis dėmesys turi būti skirtas pelės ar sensorinio ekrano įvesties palaikymu. Mobilieji įrenginiai emuliuoja pelės funkcionalumą, bet tuo pačiu išplečia pelės kaip įvedimo įrenginio galimybes - gestų naudojimas. [14]

Naršyklė turi atpažinti įrenginį ir stengtis naudotis kuo didesniu įrenginio teikiamu funkcionalumu.

2.7.1.2. Lokalizacija

Tai maksimalus teksto priartinimas prie vietos kalbos, panaudojant visą komplektą specialių priemonių (vietiniai matavimo vienetai, datos rašymas ir pan.). [15]

Programoje svarbu numatyti įvairių kalbų palaikymą ir paprastą jų išplėtimą. Tam tikslui patogiu naudoti UTF8 kodavimą, kuris leis atvaizduoti visų kalbų simbolius.

Norint, kad kiltų kuo mažiau problemų su skirtingų kalbų raidžių saugojimu, interpretavimu, reikia laikytis šių 4 punktų:

- Failai (bylos), kuriuos naudojate programoje, turi būti saugomi UTF8 koduotėje;
- Susijungimas su duomenų baze turi būti UTF8 koduotėje;
- Duomenų bazės, duomenų lentelės ir duomenų stulpelio tipai turi būti UTF8 koduotėje;
- Failai (bylos), siunčiami klientui (pvz.:HTML, XML) turi turėti UTF8 antraštes.

2.7.1.3. Failų (bylų) saugojimas naudojant UTF8 koduotę

Tai dažnai pasitaikanti problema dirbant įvairiose operacinėse aplinkose. Pavyzdžiui, Windows XP Notepad programa. Išsaugojant bylas su simboliais, kurių nėra standartinėje ASCII lentelėje, tekstą koduoja. Interpretatoriai skaito tokį tekstą kaip duomenis, todėl tie simboliai yra atvaizduojami rezultatuose, kas sukelia papildomų problemų apdorojant informaciją. Saugant bylas būtina naudotis teksto redaktoriais, kurie palaiko UTF8 simbolių koduotę.

2.7.2. Prisijungimo problemos

Aprašoma sistema dirbs tik nuolatinio prisijungimo sąlygomis. Tai iškelia papildomus reikalavimus sistemai.

2.7.2.1. Nuolatinis prisijungimas

Nuolatinis prisijungimas reikalauja didelės kontrolės stebėjime. Tam tikslui pravartu naudotis „websocket“ bibliotekomis, kurios nuolat siųsdamos užklausas atliks sistemos būsenos apžvalgą bei gaus sisteminės būklės informaciją iš BackEnd serverio.

Kiekvienam vartotojui turi būti užtikrinama „realaus laiko“ paslaugos kokybė. Bet koks ryšio sutrikimas gali kritiškai paveikti sistemos darbo kokybę ir vartotojas turi būti informuojamas per vizualinius prieigos elementus - serverio ryšio buvimas ar nebuvimas.

2.7.2.2. Autentifikacija ir saugumas

Sistemos duomenis reikia apsaugoti nuo neteisėto naudojimosi (pametimo, vagystės atveju ir pan.):

- Prašyti vartotojo iš naujo prisijungti po tam tikro nustatyto nesinaudojimo laiko;
- Naudoti sudėtingus slaptažodžius su įvairiais simboliniais elementais siekiant užtikrinti slaptažodžio saugumą;
- Jeigu yra galimybė, naudoti biometrines apsaugos būdus [7] (autentifikacija pagal piršto antspaudą);
- Apsaugoti perduodamus tinklu duomenis juos šifruojant [8], nes duomenys perduodami bevieliu tinklu kur yra didelė galimybė, neteisėtai „pasiklausyti“ siunčiamų duomenų. Šiuolaikinės naršyklės, nepriklausomai nuo aparatinių priemonių ir operacinės sistemos teikia reikiamas šifravimo funkcijas tokias kaip SSL. Tam tikslui papildomai iškyla sertifikatų įsigijimo ir administravimo problemos.

2.7.3. Veikimo aplinkos problemos

Sistema yra prieinama tik internetu, kas kelia papildomų reikalavimų sistemos komponentams.

2.7.3.1. Operacinės sistemos ir naršyklės

HTML5 saityno protokolas yra palaikomas visose operacinėse sistemose ir nuo jų nepriklausomas, todėl nagrinėsime tik naršyklių palaikymą.

Svarbu palaikyti populiariausias rinkoje prieinamas naršykles:

- Internet Explorer;
- Firefox;
- Safari;
- Chrome.

Svarbu papildomai ištirti kaip PĮ veikia „Internet Explorer“ naršyklėje. Uždaro kodo PĮ gali neatitikti visų reikalingų standartų. Tokiu būdu bus užtikrinama daugelio vartotojų įrenginių aprėptis.

2.7.3.2. Įvairių delninių kompiuterių palaikymas

Šiuo metu rinkoje dominuoja dvi atskiros mobiliųjų įrenginių sistemos:

- Android;
- Apple.

Svarbus abiejų sistemų atpažinimas ir funkcionalumo užtikrinimas, reikalinga ištirti galimas duomenų įvesties ar vartotojo sąsajos unikalumo problemas.

2.7.4. Duomenų saugojimas ir skaičiavimai

Aprašomos sistemos duomenų saugojimą numatyti žiniatinklyje su galimybe eksportuoti duomenis vartotojui pageidaujant. Tokiu būdu vartotojo duomenys bus visada prieinami ir nepriklausys nuo naudojamo įrenginio galimybių, užtikrins jų saugumą ir apsaugą nuo sunaikinimo.

2.7.4.1. Debesijos panaudojimas

Debesijos technologijos įgalina šiuolaikines sistemas saugoti įvairaus pobūdžio informaciją nepriklausomai nuo naudojamo įrenginio. Debesijos pranešimų technologija naudojama tiek „Google“ vartotojų, tiek „Android“ įrenginiuose bei „Chrome“ naršyklėje ir nuo šiol prieinama ir „iOS“ platformose, o tai leidžia matyti pranešimus tiesiog bet kuriame susietame įrenginyje. [9]

2.7.4.2. Virtualūs privatūs serveriai neuroninių tinklų operavimui

Sistema naudosis didelis ratas vartotojų, todėl tam prireiks nemažų skaičiavimo pajėgumų. Tam tikslui geriausiai tinka Virtualus Privatus Serveris (toliau VPS) - tai pigi dedikuoto serverio alternatyva, paremta debesijos technologijomis, leidžianti, esant poreikiui, greitai bei lanksčiai keisti serverio resursus nenutraukiant jo darbo. Naudojantis tokia serverio konfigūracija, nėra jokių papildomų mokesčių bei rūpesčių dėl techninės įrangos nuomos. [10]

Naudojant virtualų serverį, jo aplinkoje galima naudotis neuroninių tinklų programiniais paketais ir per programinės prieigos sąsajas (API) juos valdyti.

2.7.5. Architektūros pasirinkimas

Projektuojama sistema turi būti nepriklausoma nuo operacinės sistemos, jos kūrimui turėtų pakakti atviro kodo programinės įrangos paketų. Kadangi sistema bus prieinama tik žiniatinklyje, pravartu pasitelkti naujausias kūrimo technologijas tokias kaip HTML5, o interaktyvumo funkcionalumui panaudoti javascript programinę kalbą. [11] Naudojant javascript programavimo kalbą FrontEnd ir BackEnd programavimui, pagreitinamas sistemos kūrimas ir išvengiama programinių paketų nesuderinamumo.

2.7.5.1. HTML5 ir Javascript FrontEnd

HTML5 saityno standartas tai nauja internetinių portalų galimybių era. HTML5 specifikacijos kūrimas prasidėjo prieš 6 metus. HTML5 palaiko vieną kalbą (Javascript), vieną duomenų modelį (XML ir DOM) ir vieną turinio išdėstymo taisyklių rinkinį (CSS).

Dabartiniai puslapiai atkuria vaizdus iš JPG, GIF ar PNG failų. HTML5 turi priemonės vaizdų atkūrimui naudodamas „Canvas“ objektus. Jau atsirado nemažai vaizdų apdorojimo bibliotekų, kurios vaizdinei medžiagai suteikia interaktyvumo. Šiam projektui tai svarbus veiksnys duomenų grafikų atvaizdavimui.

2.7.5.2. „Node.js“ backend

„Node.js“ yra javascript paremta platforma, skirta kurti didelius, bet greitus tinklo projektus. Kad supaprastint PĮ kūrimą, dažniausiai naudojamos funkcijos programuojant jau yra sukurtos ir prieinamos komponentų pagalba. „Node.js“ pateikia kelis paruoštus failų sistemos, HTTP ir TCP/UDP serverių ir kitų naudingų funkcijų komponentus. Įdiegimo pakete pateikiamas ir paketų valdytojas (NPM) naudojamas naujų komponentų įdiegimui. [12]

„Node.js“ reikalauja šiek tiek darbo, bet sukurtos aplikacijos yra greitos ir patikimos. Be to, visada galima išsirinkti darbą palengvinančią struktūrą, kaip „Sails.js“ arba „Express.js“. Taip pat yra daug įrankių dirbančių su šią platforma skirtų saityno programuotojams. (Bower, Grunt)

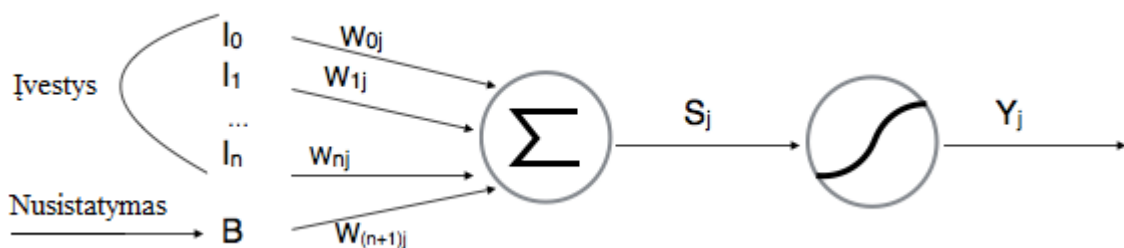
„Node.js“ turi komponentų registrą kuriame saugomos visos jų versijos bei sekamos versijų priklausomybės tarp kitų komponentų. Didžiulis privalumas rašant programas „Node.js“ – tai galimybė neprivilegiuotam sistemos vartotojui lokaliai įsidiesti reikiamus komponentus, kas gali būti kiek komplikauta su kitomis platformomis. Viskas ko reikia bus įdiegta automatiškai į projekto katalogą, tad skirtinguose projektuose galite naudotis skirtingomis tų pačių bibliotekų versijomis.

2.7.5.3. Neuroniniai tinklai

Dirbtinis neuroninis tinklas, tai struktūra skirta apdoroti informacijai, kuri yra sukurta remiantis biologinės nervų sistemos analogu [13]. Ši struktūra yra sudaryta iš daugelio tarpusavyje susijusių, skaičiavimus atliekančių, komponentų, kurie yra vadinamų neuronais.

Gamtoje neuronai turi tam tikrą kiekį jungčių vadinamų dendritais (įvestys), ląstelės branduolį (procesorius) ir aksoną (išvestis), kuri jos gale skylą į šakas. Šakų gale yra struktūros, vadinamos sinapsėmis, kurios aksomo veiklą verčia elektriniais impulsais sujaudinančiais aplinkinius neuronus. Neuronai pasižymi galimybe mokytis keičiant sinapsės varžas. Kai neuronas yra aktyvuojamas, jis kaupia savyje įvestis, o pasiekus tam tikrą ribinę reikšmę, siunčia signalą per aksoną.

Prieš perduodamas informaciją kitam neuronui, neuronas sugeba palyginti ir susumuoti jį pasiekiančią informaciją per sumavimą. Nuo rezultato priklauso, ar sukuriamas veikimo potencialas ir ar neuronas siunčia impulsą. Dirbtinio neurono modelis pavaizduotas 1 paveikslėlyje.



$$s_j = \sum_i w_{ij} \cdot y_i \quad y_j = f_j(S_j)$$

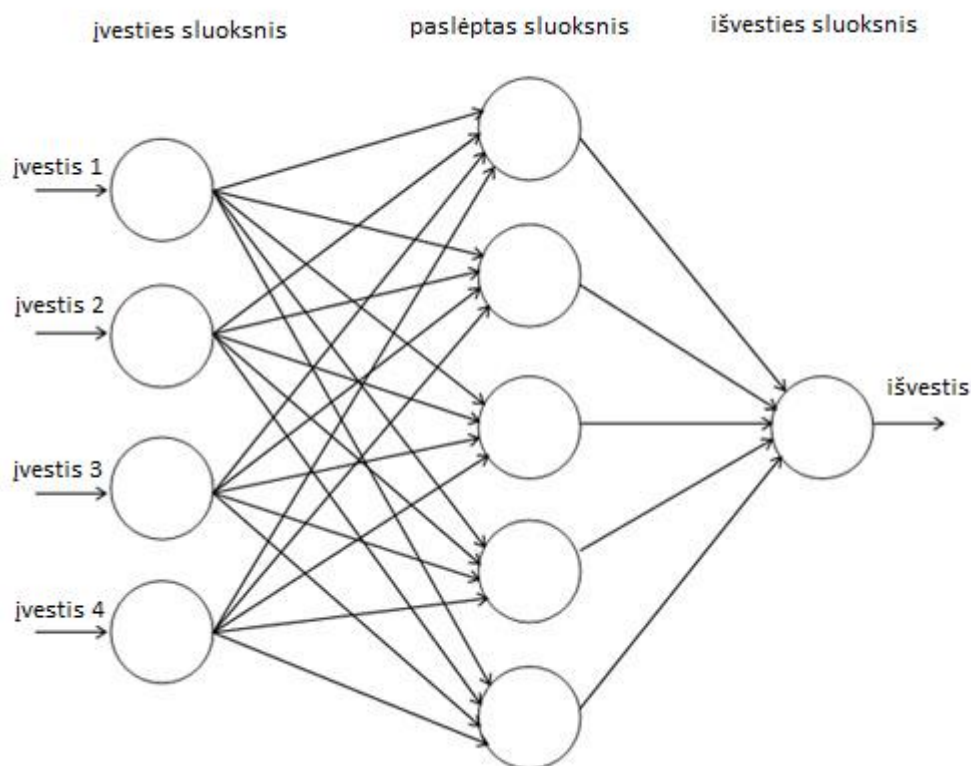
1 pav. Neurono modelis

Neurono būseną apskaičiuojama sumuojant visas įvesties reikšmes dauginant iš jų svorių. Neuronai papildomai turi nusistatymo (angl. bias) įėjimą su savo svoriu, kurio reikšmė visada 1, kad užtikrinti aktyvaciją, net visiems įėjimams esant 0. Po būsenos apskaičiavimo jos reikšmei pritaikoma aktyvavimo funkcija, kuri normalizuoja neurono būseną, dažniausiai reikšmėje tarp 0 ir 1.

Neuronas veikia keliais režimais:

- Apmokymo režime, keičiant su įvestimis susietų svorių reikšmes gaunama pageidaujama išėjimo reikšmė;
- Naudojimo režime, kai neuronas gražina su įėjimuose esančiomis reikšmėmis susijusią reikšmę.

Paprasčiausia neuroninio tinklo architektūra yra tiesioginio sklidimo tinklas (2 pav.), kuris sudarytas iš tarpusavyje sujungtų neuronų sluoksnių, kurių išėjimai tampa kito sluoksnio įėjimais.

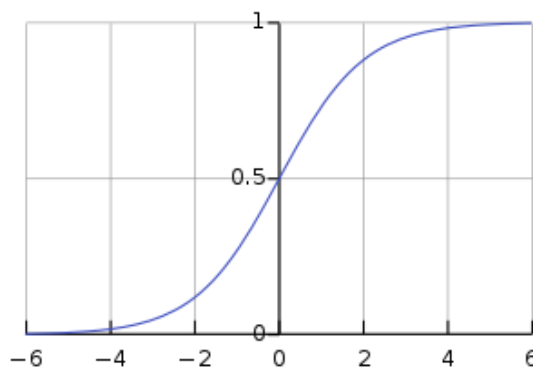


2 pav. Daugiasluoksnis, tiesioginio sklidimo neuroninis tinklas

Tam, kad neuroninis tinklas galėtų išspręsti uždavinius, jis turi būti mokomas iš turimų pavyzdžių. Šie pavyzdžiai turi būti kruopščiai parenkami, nes kitaip neuroninis tinklas gali ilgai mokytis arba išvis veikti nekorektiškai.

Tinklo mokymas yra vykdomas keičiant tarp neuronų esančių jungčių svorius ir minimizuojant neatitikimą tarp neuroninio tinklo pateikiamo rezultato ir to rezultato kuris turėtų gautis naudojant „klaidos atgalinio sklidimo“ (angl. backpropagation) algoritimą. Gavęs išėjimo reikšmę, algoritmas derina įėjimo svorių reikšmes, kad kitą kartą gautų kuo tikslesnę išėjimo reikšmę. Šis procesas kartojamas daugelį kartų, kol klaidos tikimybė tarp idealaus išėjimo reikšmės ir gaunamos išėjimo reikšmės yra pakankamai maža.

Svorių kombinacija, kuriai esant klaidos funkcija yra minimali, yra laikoma uždavinio sprendiniu. Kadangi naudojant šį metodą reikia skaičiuoti klaidos funkcijos gradientą, tai klaidos funkcija privalo būti be trūkio taškų ir diferencijuojama. Naudojant „klaidos sklidimo atgal“ algoritimą negalime naudoti šuolinės aktyvavimo funkcijos, tačiau galime panaudoti sigmoidą (žiūrėti 3 pav.).



3 pav. Neurono aktyvavimo funkcija

Aktuali neuroninio tinklo problema yra prisitaikymas prie duomenyse esančių triukšmų. Tokia situacija gali nutikti jei, pavyzdžiui, buvo pasirinktas pernelyg didelio sudėtingumo neuroninis tinklas. Vienas iš galimų problemos sprendimo būdų būtų naudojamos tinklo struktūros ar aktyvavimo funkcijos sudėtingumo sumažinimas eksperimentuojant su keliomis funkcijomis ir bandant nustatyti kuri duoda ir gerus rezultatus, ir išlaiko geras apibendrinimo savybes. Kitas galimas šios problemos sprendimo būdas būtų ankstyvas mokymosi proceso nutraukimas kai testavimo duomenų rinkinio klasifikavimo klaida pradeda didėti. Rekomenduojama neuroninį tinklą mokyti su testavimo duomenimis ir patikrinti su nematytais duomenų rinkiniais, siekiant išvengti klasifikavimo klaidų.

Prieinamas didelis kiekis skirtingų programinių paketų neuroninių tinklų mokymui ir naudojimui. Populiariausi iš jų yra šie:

- Neurolab - biblioteka python kalbos pagrindu neuroniniams tinklams;
- Fast Artificial Neural Network Library;
- Synaptic.JS – Javascript FrontEnd ir Backend neuroninių tinklų komponentai;

- scikit-learn: Populiariausia mašininio mokymos biblioteka python programavimo kalba;
- hmmlearn : Hidden Markov Models library for python;
- rpy2: Python kalbos sąsaja R programavimo kalbai (plačiai naudojama statistikos ir mašininio mokymosi kalba).

Naudojimas viena ar kita biblioteka neturi riboti sistemos. Svarbu sudaryti galimybę vieną paketą greitai pakeisti kitu - tam tikslui sukuriant universalią prieigą (API)..

3. PROJEKTINĖ DALIS

3.1. Sistemos paskirtis

Sistemos paskirtis – sukurti įrankį, įgalinantį prekiauti finansiniais instrumentais naudojantis neuroniniais tinklais. Tradicinė prekyba finansiniais instrumentais yra daug laiko užimantis procesas. Nuo pat finansinių instrumentų prekybos atsiradimo investuotojai ieško būdo tai padaryti kuo efektyviau. Pasitelkus šiuolaikines skaitmeninės informacijos apdorojimo ir modeliavimo technologijas galima šį procesą automatizuoti. Norint efektyviai valdyti investicinį portfelį reikia įvertinti investicijos svorį jame, ir laiku priėmus sprendimą gauti didžiausią grąžą iš investicijos.

3.1.1. Projekto kūrimo pagrindas

„Protolog systems Ltd“ yra užsienio kapitalo įmonė, registruota Kipre, kurios pagrindinė veikla yra informacijos pateikimo sistemų kūrimas, diegimas bei aptarnavimas pasauliniu mastu. Projektų vykdymui už Kipro ribų yra sukurta dukterinė įmonė Lietuvoje UAB „Protologas“, kurios buveinė yra Lietuvoje, Kauno mieste.

Šiuo metu įmonė planuoja sukurti prekybinę sistemą, kurios tikslas būtų neuroniniais tinklų algoritmais paremta prekyba. Ne visi rinkoje populiarinami automatinės prekybos sprendimai yra verti dėmesio, dauguma iš jų deklaruoja įspūdingus rezultatus, tačiau norint, kad programa jums dirbtų pelningai, ją reikia rinktis atsakingai – turėti sąlygas įsitikinti prekybos rezultatais prieš rizikuojant savo kapitalu. Tam tikslui ir būtų skirta ši platforma.

3.1.2. Sistemos tikslai

Šio darbo pagrindinis tikslas sukurti saityno grafinę sąsają prekybos finansiniais instrumentais pasitelkiant neuroninius tinklus. Saityno grafinės sąsajos pagalba būtų inicijuojamas neuroninio tinklo mokymas ir testavimas, rezultatų peržiūra ir valdymas.

„Išmokytais“ neuroniniais tinklais yra automatiškai atliekami analitiniai ir prekybiniai procesai. Tai suteikia galimybę operatyviai atlikti kainos analizę ir gautų signalų pagrindu vykdyti prekybą.

3.2. Užsakovai, pirkėjai ir kiti sistema suinteresuoti asmenys

Projekto užsakovas – UAB „Protologas“ filialo vadovas Matas Daulenskis.

Projekto pirkėjas – Ophir Bental – „Protolog Systems Ltd“ savininkas.

Sėkmingai įdiegus sistemą įmonėje, tikimasi pradėti naują projektą, kurio tikslas būtų masinis sukurto produkto pardavimas.

Kiti sistema suinteresuoti asmenys. Kadangi projektas yra magistrinis darbas, juo suinteresuoti ir jo kūrėjai, – KTU Informatikos fakulteto Programų Inžinerijos katedros magistrantas Leonardas Survila.

3.3. Vartotojai

Sistema naudosis tik vienos rūšies vartotojas. Administracinės funkcijos bus atliekamos administratoriui tiesiogiai modifikuojant sistemos parametrus tekstiniuose konfigūracijos bylose bei trečios šalies teikiamose valdymo konsolėse.

Vartotojas - sprendžiami uždaviniai:

- Sistemos komandų vykdymas;
- Veiklos ataskaitos;
- Testavimo rezultatų generavimas ir peržiūra.

Patirtis dalykinėje srityje: specialistas.

Patirtis informacinėse technologijose: patyręs vartotojas, mokantis naudotis naršykle.

Visi darbuotojai, naudojantys projektuojamą sistemą atitinka šį šabloną, todėl papildomų reikalavimų kuriamai sistemai nėra.

Šis vartotojo tipas turi aukščiausią priėjimo prie sistemos duomenų prioritetą.

3.4. Įpareigojantys apribojimai

3.4.1. Apribojimai sprendimui

Pagrindiniai apribojimai kuriamai informacinei sistemai:

1. Sistema turi kaupti ir leisti peržiūrėti istorinius duomenis;
2. Sistema privalo gebėti atlikti skaičiavimus ir juos apjungus pavaizduoti konsoliduota forma;
3. Sistemos funkcijos turi būti prieinamos per naršyklę;
4. Sistema turi turėti galimybę būti praplečiama ar adaptuojama ateityje, jei pasikeičia rinkos poreikiai ar atsiranda nauji reikalavimai, be didelio poreikio perprojektavimui;

5. Sistemos naudotojams prieinamos funkcijos turi atitikti įmonės nuostatas.

3.4.2. Diegimo aplinka

Kuriama informacinė sistema bus įdiegta UAB „Protologas“ ir pasiekama per interneto naršyklę, todėl nutolusiems jos naudotojams jokių specialių diegimo priemonių nereikės.

Minimalūs reikalavimai vartotojų programinei įrangai:

- *Windows* 9x/2000/XP/7/8/10 operacinė sistema;
- Bet kuri HTML5 saityno standartą palaikanti naršyklė.

Minimalūs reikalavimai serverio techninei įrangai:

- procesorius – 800 MHz Intel Pentium III;
- spartinančioji atmintis – 256 MB;
- kietasis diskas – 30 GB;
- tinklo plokštė – Ethernet 10/100.

3.4.3. Bendradarbiaujančios sistemos

Bendradarbiaujančių sistemų nėra.

3.4.4. Komerciniai specializuoti programų paketai

Į kuriamą sistemą nenumatoma įtraukti jokių papildomų specializuotų programų paketų. Planuojama, jog sistema pilnai funkcionuos naudojant tik interneto naršyklę.

3.4.5. Numatoma darbo vietos aplinka

Įprastinė darbuotojo darbo vieta įmonėje.

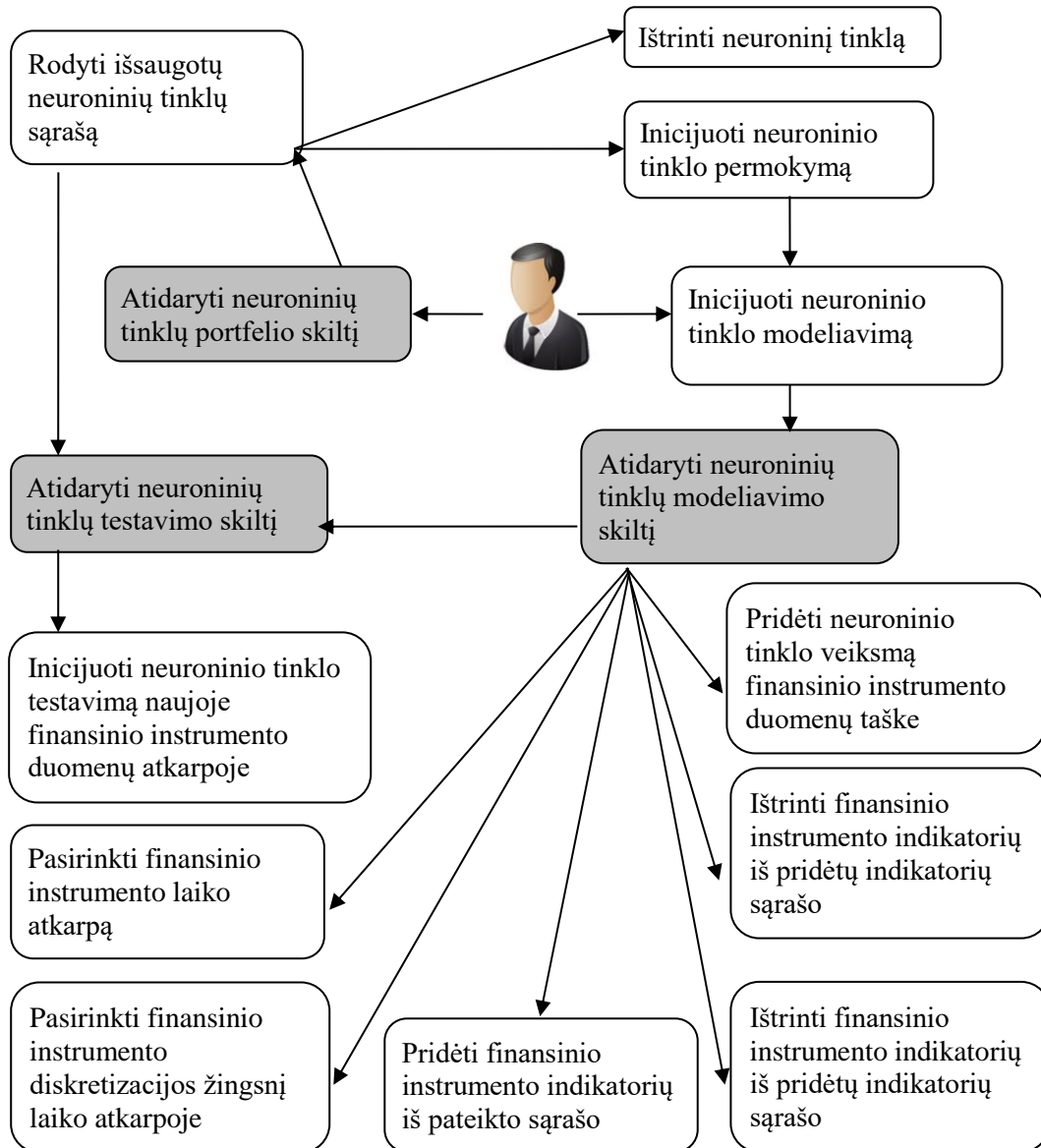
3.5. Svarbūs faktai ir prielaidos

Naują platformą valdanti kompanija galėtų pasiūlyti savo klientams paslaugas už abonentinį mokestį kurti, išbandyti, realizuoti bei dalintis savo prekybinėmis strategijomis. Nuolat investuojant į platformos tobulinimą, galima būtų tikėtis dalyvių skaičiaus augimo, bei dalyvių rezultatų gerinimo.

3.6. Funkciniai reikalavimai

3.6.1. Sistemos ribos

Sistemos panaudojimo atvejų diagrama pateikta 4 paveikslėlyje.



4 pav. Panaudojimo atvejų diagrama

3.6.2. Panaudojimo atvejų sąrašas

2 lentelė PA1: Rodyti išsaugotų neuroninių tinklų sąrašą

1. Panaudojimo atvejis	Rodyti išsaugotų neuroninių tinklų sąrašą
Vartotojas/Aktorius:	Vartotojas

1. Panaudojimo atvejis	Rodyti išsaugotų neuroninių tinklų sąrašą
Aprašas	Apima procesą, kurio metu vartotojas iššaukia visų išsaugotų modelių sąrašą
Prieš sąlyga:	Vartotojas prisijungęs prie sistemos
Sužadinimo sąlyga:	Norima peržiūrėti išsaugotų neuroninių tinklų sąrašą
Po sąlyga:	Rodomas išsaugotų neuroninių tinklų sąrašas

3 lentelė PA2: Inicijuoti neuroninio tinklo permokymą

2. Panaudojimo atvejis	Inicijuoti neuroninio tinklo permokymą
Vartotojas/Aktorius:	Vartotojas
Aprašas	Apima procesą, kurio metu vartotojas inicijuoja pasirinkto neuroninio tinklo permokymą
Prieš sąlyga:	Pasirinktas neuroninis tinklas
Sužadinimo sąlyga:	Norima inicijuoti neuroninio tinklo permokymą
Po sąlyga:	Atstatomi neuroninio tinklo parametrai Atidaroma neuroninio tinklo modeliavimo skiltis

4 lentelė PA3: Ištrinti neuroninį tinklą

3. Panaudojimo atvejis	Ištrinti neuroninį tinklą
Vartotojas/Aktorius:	Vartotojas
Aprašas	Apima procesą, kurio metu vartotojas ištrina pasirinktą neuroninį tinklą
Prieš sąlyga:	Pasirinktas neuroninis tinklas
Sužadinimo sąlyga:	Norima ištrinti neuroninio tinklą
Po sąlyga:	Pasirinktas neuroninis tinklas ištrinamas Suformuojamas naujas neuroninių tinklų sąrašas

5 lentelė PA4: Inicijuoti neuroninio tinklo modeliavimą

4. Panaudojimo atvejis	Inicijuoti neuroninio tinklo modeliavimą
Vartotojas/Aktorius:	Vartotojas

4. Panaudojimo atvejis	Inicijuoti neuroninio tinklo modeliavimą
Aprašas	Apima procesą, kurio metu vartotojas inicijuoja naujo neuroninio tinklo modeliavimą
Prieš sąlyga:	Vartotojas prisijungęs prie sistemos
Sužadinimo sąlyga:	Norima inicijuoti neuroninio tinklo modeliavimą
Po sąlyga:	Atidaroma neuroninio tinklo modeliavimo skiltis

6 lentelė PA5: Pasirinkti finansinio instrumento laiko atkarpą

5. Panaudojimo atvejis	Pasirinkti finansinio instrumento laiko atkarpą
Vartotojas/Aktorius:	Vartotojas
Aprašas	Apima procesą, kurio metu vartotojas pasirenka modeliavimui naudojamą finansinio instrumento laiko atkarpą
Prieš sąlyga:	Pradėtas neuroninio tinklo modeliavimas
Sužadinimo sąlyga:	Norima pasirinkti naują modeliavimui naudojamą finansinio instrumento istorinių duomenų laiko atkarpą
Po sąlyga:	Suformuojamas naujas finansinio instrumento istorinių duomenų masyvas Inicijuojamas duomenų lango perpaišymas

7 lentelė PA6: Pasirinkti finansinio instrumento diskretizacijos žingsnį laiko atkarpoje

6. Panaudojimo atvejis	Pasirinkti finansinio instrumento diskretizacijos žingsnį laiko atkarpoje
Vartotojas/Aktorius:	Vartotojas
Aprašas	Apima procesą, kurio metu vartotojas pasirenka modeliavimui naudojamą finansinio instrumento diskretizacijos žingsnį pasirinktoje laiko atkarpoje
Prieš sąlyga:	Pradėtas neuroninio tinklo modeliavimas
Sužadinimo sąlyga:	Norima pasirinkti naują modeliavimui naudojamą finansinio instrumento istorinių diskretizacijos žingsnį pasirinktoje istorinių duomenų laiko atkarpoje

6. Panaudojimo atvejis	Pasirinkti finansinio instrumento diskretizacijos žingsnį laiko atkarpoje
Po sąlyga:	Suformuojamas naujas finansinio instrumento istorinių duomenų masyvas Inicijuojamas duomenų lango perpaišymas

8 lentelė PA7: Pridėti finansinio instrumento indikatorių iš pateikto sąrašo

7. Panaudojimo atvejis	Pridėti finansinio instrumento indikatorių iš pateikto sąrašo
Vartotojas/Aktorius:	Vartotojas
Aprašas	Apima procesą, kurio metu vartotojas prideda prie modeliavimui naudojamų finansinio instrumento duomenų pasirinktą finansinio instrumento indikatorių
Prieš sąlyga:	Pradėtas neuroninio tinklo modeliavimas
Sužadinimo sąlyga:	Norima matyti finansinio instrumento indikatorių pasirinktoje finansinio instrumento istorinių duomenų laiko atkarpoje
Po sąlyga:	Suformuojamas finansinio instrumento indikatoriaus duomenų masyvas Indikatorius pridedamas duomenų lange arba tiesiogiai po duomenų langu Inicijuojamas duomenų lango perpaišymas

9 lentelė PA8: Ištrinti finansinio instrumento indikatorių iš pridėtų indikatorių sąrašo

8. Panaudojimo atvejis	Ištrinti finansinio instrumento indikatorių iš pridėtų indikatorių sąrašo
Vartotojas/Aktorius:	Vartotojas
Aprašas	Apima procesą, kurio metu vartotojas pašalina finansinio instrumento indikatorių iš pridėtų indikatorių sąrašo
Prieš sąlyga:	Pradėtas neuroninio tinklo modeliavimas
Sužadinimo sąlyga:	Norima pašalinti pasirinktą finansinio instrumento indikatorių
Po sąlyga:	Finansinio instrumento indikatorius pašalinamas Inicijuojamas duomenų lango perpaišymas

10 lentelė PA9: Pridėti neuroninio tinklo veiksmą finansinio instrumento duomenų taške

9. Panaudojimo atvejis	Pridėti neuroninio tinklo veiksmą finansinio instrumento duomenų taške
Vartotojas/Aktorius:	Vartotojas
Aprašas	Apima procesą, kurio metu vartotojas pažymi naują veiksmą finansinio instrumento duomenų taške
Prieš sąlyga:	Pradėtas neuroninio tinklo modeliavimas
Sužadinimo sąlyga:	Norima pažymėti rotacijos tašką finansinio instrumento duomenų taške
Po sąlyga:	Pažymimas rotacijos taškas Inicijuojamas duomenų lango perpaišymas

11 lentelė PA10: Ištrinti neuroninio tinklo veiksmą finansinio instrumento duomenų taške

10. Panaudojimo atvejis	Ištrinti neuroninio tinklo veiksmą finansinio instrumento duomenų taške
Vartotojas/Aktorius:	Vartotojas
Aprašas	Apima procesą, kurio metu vartotojas pašalina išsaugotą veiksmą finansinio instrumento duomenų taške
Prieš sąlyga:	Pradėtas neuroninio tinklo modeliavimas
Sužadinimo sąlyga:	Norima ištrinti rotacijos tašką finansinio instrumento duomenų taške
Po sąlyga:	Ištrinamas rotacijos taškas Inicijuojamas duomenų lango perpaišymas

12 lentelė PA11: Inicijuoti neuroninio tinklo testavimą naujoje finansinio instrumento duomenų atkarpoje

11. Panaudojimo atvejis	Inicijuoti neuroninio tinklo testavimą naujoje finansinio instrumento duomenų atkarpoje
Vartotojas/Aktorius:	Vartotojas
Aprašas	Apima procesą, kurio metu vartotojas inicijuoja pasirinkto neuroninio tinklo testavimą naujoje finansinio instrumento duomenų atkarpoje

11. Panaudojimo atvejis	Inicijuoti neuroninio tinklo testavimą naujoje finansinio instrumento duomenų atkarpoje
Prieš sąlyga:	Pasirinktas neuroninis tinklas arba pradėtas neuroninio tinklo modeliavimas
Sužadinimo sąlyga:	Norima pradėti neuroninio tinklo testavimą
Po sąlyga:	Atidaroma neuroninio tinklo testavimo skiltis

3.6.3. Funkciniai reikalavimai

13 lentelė Reikalavimas 1: Sistema turi leisti vartotojui matyti išsaugotų neuroninių tinklų sąrašą

<u>Reikalavimas#:</u>	R1	<u>Reikalavimo tipas:</u>	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	PA1
<u>Aprašymas:</u>	Sistema turi leisti vartotojui matyti išsaugotų neuroninių tinklų sąrašą			
<u>Pagrindimas:</u>	Reikalinga, kad vartotojas galėtų matyti išsaugotų neuroninių tinklų sąrašą			
<u>Šaltinis:</u>	Užsakovas.			
<u>Tikimo kriterijus:</u>	Turi būti sukurta sąrašo išvedimo forma			
<u>Užsakovo tenkinimas:</u>	4		<u>Užsakovo netenkinimas:</u>	4
<u>Priklausomybės:</u>			<u>Konfliktai:</u>	Nėra
<u>Papildoma medžiaga:</u>	Veiklos konteksto diagrama.			
<u>Istorija:</u>				

14 lentelė Reikalavimas 2: Sistema turi leisti vartotojui inicijuoti neuroninio tinklo permokymą

<u>Reikalavimas#:</u>	R2	<u>Reikalavimo tipas:</u>	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	PA2
<u>Aprašymas:</u>	Sistema turi leisti vartotojui inicijuoti neuroninio tinklo permokymą			
<u>Pagrindimas:</u>	Reikalinga, kad vartotojas galėtų inicijuoti neuroninio tinklo permokymą			
<u>Šaltinis:</u>	Užsakovas.			
<u>Tikimo kriterijus:</u>	Turi būti sukurta neuroninio tinklo posistemė ir jos valdymo forma			
<u>Užsakovo tenkinimas:</u>	4		<u>Užsakovo netenkinimas:</u>	4
<u>Priklausomybės:</u>			<u>Konfliktai:</u>	Nėra
<u>Papildoma medžiaga:</u>	Veiklos konteksto diagrama.			
<u>Istorija:</u>				

15 lentelė Reikalavimas 3: Sistema turi leisti vartotojui ištrinti neuroninį tinklą

<u>Reikalavimas#:</u>	R3	<u>Reikalavimo tipas:</u>	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	PA3
<u>Aprašymas:</u>	Sistema turi leisti vartotojui ištrinti neuroninį tinklą			
<u>Pagrindimas:</u>	Reikalinga, kad vartotojas galėtų ištrinti neuroninį tinklą			
<u>Šaltinis:</u>	Užsakovas.			
<u>Tikimo kriterijus:</u>	Turi būti sukurta neuroninio tinklo posistemė ir jos valdymo forma			
<u>Užsakovo tenkinimas:</u>	4		<u>Užsakovo netenkinimas:</u>	4
<u>Priklausomybės:</u>			<u>Konfliktai:</u>	Nėra
<u>Papildoma medžiaga:</u>	Veiklos konteksto diagrama.			
<u>Istorija:</u>				

16 lentelė Reikalavimas 4: Sistema turi leisti vartotojui inicijuoti neuroninio tinklo modeliavimą

<u>Reikalavimas#:</u>	R4	<u>Reikalavimo tipas:</u>	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	PA4
<u>Aprašymas:</u>	Sistema turi leisti vartotojui inicijuoti neuroninio tinklo modeliavimą			
<u>Pagrindimas:</u>	Reikalinga, kad vartotojas galėtų inicijuoti neuroninio tinklo modeliavimą			
<u>Šaltinis:</u>	Užsakovas.			
<u>Tikimo kriterijus:</u>	Turi būti sukurta neuroninio tinklo posistemė ir jos valdymo forma			
<u>Užsakovo tenkinimas:</u>	4		<u>Užsakovo netenkinimas:</u>	4
<u>Priklausomybės:</u>			<u>Konfliktai:</u>	Nėra
<u>Papildoma medžiaga:</u>	Veiklos konteksto diagrama.			
<u>Istorija:</u>				

17 lentelė Reikalavimas 5: Sistema turi leisti vartotojui pasirinkti finansinio instrumento laiko atkarpą

<u>Reikalavimas#:</u>	R5	<u>Reikalavimo tipas:</u>	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	PA5
<u>Aprašymas:</u>	Sistema turi leisti vartotojui pasirinkti finansinio instrumento laiko atkarpą			
<u>Pagrindimas:</u>	Reikalinga, kad vartotojas galėtų pasirinkti finansinio instrumento laiko atkarpą			
<u>Šaltinis:</u>	Užsakovas.			

<u>Reikalavimas#:</u>	R5	<u>Reikalavimo tipas:</u>	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	PA5
<u>Tikimo kriterijus:</u>	Turi būti sukurta finansinio instrumento peržiūros forma			
<u>Užsakovo tenkinimas:</u>	4		<u>Užsakovo netenkinimas:</u>	4
<u>Priklausomybės:</u>			<u>Konfliktai:</u>	Nėra
<u>Papildoma medžiaga:</u>	Veiklos konteksto diagrama.			
<u>Istorija:</u>				

18 lentelė Reikalavimas 6: Sistema turi leisti vartotojui pasirinkti finansinio instrumento diskretizacijos žingsnį laiko atkarpoje

<u>Reikalavimas#:</u>	R6	<u>Reikalavimo tipas:</u>	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	PA6
<u>Aprašymas:</u>	Sistema turi leisti vartotojui pasirinkti finansinio instrumento diskretizacijos žingsnį laiko atkarpoje			
<u>Pagrindimas:</u>	Reikalinga, kad vartotojas galėtų pasirinkti finansinio instrumento diskretizacijos žingsnį laiko atkarpoje			
<u>Šaltinis:</u>	Užsakovas.			
<u>Tikimo kriterijus:</u>	Turi būti sukurta finansinio instrumento peržiūros forma			
<u>Užsakovo tenkinimas:</u>	4		<u>Užsakovo netenkinimas:</u>	4
<u>Priklausomybės:</u>			<u>Konfliktai:</u>	Nėra
<u>Papildoma medžiaga:</u>	Veiklos konteksto diagrama.			
<u>Istorija:</u>				

19 lentelė Reikalavimas 7: Sistema turi leisti vartotojui pridėti finansinio instrumento indikatorių iš pateikto sąrašo

<u>Reikalavimas#:</u>	R7	<u>Reikalavimo tipas:</u>	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	PA7
<u>Aprašymas:</u>	Sistema turi leisti vartotojui pridėti finansinio instrumento indikatorių iš pateikto sąrašo			
<u>Pagrindimas:</u>	Reikalinga, kad vartotojas galėtų pridėti finansinio instrumento indikatorių iš pateikto sąrašo			
<u>Šaltinis:</u>	Užsakovas.			
<u>Tikimo kriterijus:</u>	Turi būti sukurta finansinio instrumento peržiūros forma			
<u>Užsakovo tenkinimas:</u>	4		<u>Užsakovo netenkinimas:</u>	4
<u>Priklausomybės:</u>			<u>Konfliktai:</u>	Nėra

<u>Reikalavimas#:</u>	R7	<u>Reikalavimo tipas:</u>	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	PA7
<u>Papildoma medžiaga:</u>	Veiklos konteksto diagrama.			
<u>Istorija:</u>				

20 lentelė Reikalavimas 8: Sistema turi leisti vartotojui ištrinti finansinio instrumento indikatorių iš pridėtų indikatorių sąrašo

<u>Reikalavimas#:</u>	R8	<u>Reikalavimo tipas:</u>	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	PA8
<u>Aprašymas:</u>	Sistema turi leisti vartotojui ištrinti finansinio instrumento indikatorių iš pridėtų indikatorių sąrašo			
<u>Pagrindimas:</u>	Reikalinga, kad vartotojas galėtų ištrinti finansinio instrumento indikatorių iš pridėtų indikatorių sąrašo			
<u>Šaltinis:</u>	Užsakovas.			
<u>Tikimo kriterijus:</u>	Turi būti sukurta finansinio instrumento peržiūros forma			
<u>Užsakovo tenkinimas:</u>	4	<u>Užsakovo netenkinimas:</u>	4	
<u>Priklausomybės:</u>	<u>Konfliktai:</u>		Nėra	
<u>Papildoma medžiaga:</u>	Veiklos konteksto diagrama.			
<u>Istorija:</u>				

21 lentelė Reikalavimas 9: Sistema turi leisti vartotojui pridėti neuroninio tinklo veiksmą finansinio instrumento duomenų taške

<u>Reikalavimas#:</u>	R9	<u>Reikalavimo tipas:</u>	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	PA9
<u>Aprašymas:</u>	Sistema turi leisti vartotojui pridėti neuroninio tinklo veiksmą finansinio instrumento duomenų taške			
<u>Pagrindimas:</u>	Reikalinga, kad vartotojas galėtų pridėti neuroninio tinklo veiksmą finansinio instrumento duomenų taške			
<u>Šaltinis:</u>	Užsakovas.			
<u>Tikimo kriterijus:</u>	Turi būti sukurta finansinio instrumento peržiūros forma			
<u>Užsakovo tenkinimas:</u>	5	<u>Užsakovo netenkinimas:</u>	5	
<u>Priklausomybės:</u>	<u>Konfliktai:</u>		Nėra	
<u>Papildoma medžiaga:</u>	Veiklos konteksto diagrama.			
<u>Istorija:</u>				

22 lentelė Reikalavimas 10: Sistema turi leisti vartotojui ištrinti neuroninio tinklo veiksmą finansinio instrumento duomenų taške

<u>Reikalavimas#:</u>	R10	<u>Reikalavimo tipas:</u>	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	PA10
<u>Aprašymas:</u>	Sistema turi leisti vartotojui ištrinti neuroninio tinklo veiksmą finansinio instrumento duomenų taške			
<u>Pagrindimas:</u>	Reikalinga, kad vartotojas galėtų ištrinti neuroninio tinklo veiksmą finansinio instrumento duomenų taške			
<u>Šaltinis:</u>	Užsakovas.			
<u>Tikimo kriterijus:</u>	Turi būti sukurta finansinio instrumento peržiūros forma			
<u>Užsakovo tenkinimas:</u>	5	<u>Užsakovo netenkinimas:</u>	5	
<u>Priklausomybės:</u>	<u>Konfliktai:</u>		Nėra	
<u>Papildoma medžiaga:</u>	Veiklos konteksto diagrama.			
<u>Istorija:</u>				

23 lentelė Reikalavimas 11: Sistema turi leisti vartotojui inicijuoti neuroninio tinklo testavimą naujoje finansinio instrumento duomenų atkarpoje

<u>Reikalavimas#:</u>	R11	<u>Reikalavimo tipas:</u>	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	PA11
<u>Aprašymas:</u>	Sistema turi leisti vartotojui inicijuoti neuroninio tinklo testavimą naujoje finansinio instrumento duomenų atkarpoje			
<u>Pagrindimas:</u>	Reikalinga, kad vartotojas galėtų inicijuoti neuroninio tinklo testavimą naujoje finansinio instrumento duomenų atkarpoje			
<u>Šaltinis:</u>	Užsakovas.			
<u>Tikimo kriterijus:</u>	Turi būti sukurta neuroninio tinklo posistemė ir jos valdymo forma Turi būti sukurta finansinio instrumento peržiūros forma			
<u>Užsakovo tenkinimas:</u>	5	<u>Užsakovo netenkinimas:</u>	5	
<u>Priklausomybės:</u>	<u>Konfliktai:</u>		Nėra	
<u>Papildoma medžiaga:</u>	Veiklos konteksto diagrama.			
<u>Istorija:</u>				

3.7. Nefunkciniai reikalavimai

3.7.1. Reikalavimai sistemos išvaizdai

- Vienas iš pagrindinių reikalavimų yra reikalavimas, kad sistemos funkcijos būtų prieinamos per interneto naršyklę;
- Naudotojo sąsajos valdymo elementai turi būti standartiniai naršyklės palaikomi valdymo elementai;
- Grafinė naudotojo sąsaja turi atitikti UAB „Protologas“ naudojamą naudotojo sąsajos standartą;
- Sistemos naudotojo rolę sudaro statinė dedamoji - susijusi su pareigomis įmonėje; Dinaminės dedamosios nėra.

3.7.2. Reikalavimai panaudojamumui

24 lentelė Reikalavimas 12: Sistema turi būti paprasta naudotis

<u>Reikalavimas#:</u>	R12	<u>Reikalavimo tipas:</u>	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	Visi
<u>Aprašymas:</u>		Sistema turi būti paprasta naudotis.		
<u>Pagrindimas:</u>		Sistema kai kurios naudotojų grupės naudosis kasdien, todėl ja naudotis turi būti paprasta, kad darbuotojai nevengtų naudotis sistema.		
<u>Šaltinis:</u>		Užsakovas.		
<u>Tikimo kriterijus:</u>		Žinantis funkcines sistemos galimybes įmonės darbuotojas sugebėtų naudotis sistema be mokymo.		
<u>Užsakovo tenkinimas:</u>	4		<u>Užsakovo netenkinimas:</u>	5
<u>Priklausomybės:</u>	Nėra.		<u>Konfliktai:</u>	Nėra
<u>Papildoma medžiaga:</u>				
<u>Istorija:</u>				

25 lentelė Reikalavimas 13: Sistemoje turi būti galimybė taisyti padarytas klaidas

<u>Reikalavimas#:</u>	R13	<u>Reikalavimo tipas:</u>	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	Visi
<u>Aprašymas:</u>		Sistemoje turi būti galimybė taisyti padarytas klaidas.		
<u>Pagrindimas:</u>		Reikalinga, siekiant suteikti naudotojui galimybę turėti tik teisingus duomenis sistemoje.		
<u>Šaltinis:</u>		Užsakovas.		

<u>Reikalavimas#:</u>	R13	<u>Reikalavimo tipas:</u>	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	Visi
<u>Tikimo kriterijus:</u>	Prieš kiekvieną svarbią operaciją pateikiamas patvirtinimo dialogas. Realizuota duomenų redagavimo funkcija.			
<u>Užsakovo tenkinimas:</u>	4		<u>Užsakovo netenkinimas:</u>	5
<u>Priklausomybės:</u>	Nėra.		<u>Konfliktai:</u>	Nėra
<u>Papildoma medžiaga:</u>				
<u>Istorija:</u>				

26 lentelė Reikalavimas 14: Sistemos naudotojo sąsaja turi būti anglų kalba

<u>Reikalavimas#:</u>	R14	<u>Reikalavimo tipas:</u>	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	Visi
<u>Aprašymas:</u>	Sistemos naudotojo sąsaja turi būti anglų kalba.			
<u>Pagrindimas:</u>	Reikalinga siekiant, kad sistema būtų suprantama visiems sistemos dalyviams			
<u>Šaltinis:</u>	Užsakovas.			
<u>Tikimo kriterijus:</u>				
<u>Užsakovo tenkinimas:</u>	4		<u>Užsakovo netenkinimas:</u>	5
<u>Priklausomybės:</u>	Nėra.		<u>Konfliktai:</u>	Nėra
<u>Papildoma medžiaga:</u>				
<u>Istorija:</u>				

27 lentelė Reikalavimas 15: Turi būti galimybė pasižiūrėti raktinės informacijos paaiškinimus

<u>Reikalavimas#:</u>	R15	<u>Reikalavimo tipas:</u>	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	Visi
<u>Aprašymas:</u>	Turi būti galimybė pasižiūrėti raktinės informacijos paaiškinimus			
<u>Pagrindimas:</u>	Reikalinga, siekiant kad sistemos naudotojas vienareikšmiškai suprastų įvedamos informacijos prasmę ir turinį.			
<u>Šaltinis:</u>	Užsakovas.			
<u>Tikimo kriterijus:</u>	Šalia kodinių pavadinimų ir sutrumpinimų yra paaiškinimas arba nuoroda į paaiškinimą.			
<u>Užsakovo tenkinimas:</u>	3		<u>Užsakovo netenkinimas:</u>	3

<u>Reikalavimas#:</u>	R15	<u>Reikalavimo tipas:</u>	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	Visi
<u>Priklausomybės:</u>	Nėra		<u>Konfliktai:</u>	Nėra
<u>Papildoma medžiaga:</u>				
<u>Istorija:</u>				

28 lentelė Reikalavimas 16: Kur įmanoma, naudoti iškrentančius sąrašus

<u>Reikalavimas#:</u>	R16	<u>Reikalavimo tipas:</u>	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	Visi
<u>Aprašymas:</u>	Kur įmanoma, naudoti iškrentančius sąrašus			
<u>Pagrindimas:</u>	Reikalinga, siekiant sumažinti naudotojo padarytų klaidų kiekį			
<u>Šaltinis:</u>	Užsakovas.			
<u>Tikimo kriterijus:</u>	Iškrentančių sąrašų panaudojimas			
<u>Užsakovo tenkinimas:</u>	3		<u>Užsakovo netenkinimas:</u>	3
<u>Priklausomybės:</u>	Nėra		<u>Konfliktai:</u>	Nėra
<u>Papildoma medžiaga:</u>				
<u>Istorija:</u>				

3.7.3. Reikalavimai vykdymo charakteristikoms

- Suderinamas su bet kuria HTML5 palaikančia naršykle;
- Vienu metu su sistema galėtų dirbti iki 100 žmonių.

3.7.4. Reikalavimai veikimo sąlygoms

Sistema veiks bet kuriame kompiuteryje, turinčiame ryšį su serveriu.

3.7.5. Reikalavimai sistemos priežiūrai

Sistemos priežiūrai keliami reikalavimai:

- Sistema turi būti realizuota taip, kad jos veikimui užtikrinti nereikėtų nuolatinio programuotojo įsikišimo (keičiantis organizacijos veiklos taisyklėms šis reikalavimas netaikomas);
- Keičiantis organizacijos veiklos taisyklėms turi būti įmanoma adaptuoti sistemą prie naujų poreikių.

3.7.6. Reikalavimai saugumui

Sistemos saugumui keliami reikalavimai:

- Veiksmus su sistemoje kaupiamais duomenimis gali atlikti tik registruoti naudotojai;
- Registruoti sistemos naudotojai gali atlikti veiksmus tik su tais duomenimis, su kuriais jie gali operuoti nekompiuterizuotoje formoje.

3.7.7. Kultūriniai-politiniai reikalavimai

„Protolog Systems Ltd“. yra tarptautinė organizacija. Bendravimas tarp filialų vyksta anglų kalba, todėl sistemos naudotojo sąsaja turi būti anglų kalba.

3.7.8. Teisiniai reikalavimai

Jokių teisinių apribojimų, įtakojančių šios sistemos kūrimo ar naudojimo priemones ir procesą, nerasta.

3.8. Architektūros pateikimas

Sistemos architektūros specifikacija pateikiama modeliais, atvaizduojančiais požiūrio tašką. Panaudojimo atvejus, statinius, dinامينius, sistemos išdėstymo ir duomenų vaizdų specifikacijai panaudotos UML diagramos. Architektūrai aprašyti reikalingi vaizdai ir modeliavimo elementai nurodyti 29 lentelėje.

29 lentelė Architektūros specifikacijos vaizdai ir modeliavimai

Eil. Nr	Architektūrai apibūdinti reikalingi vaizdai	Vaizdus sudarantys modeliavimo elementai
1	Panaudojimo atvejų vaizdas	
1.1		Panaudojimo atvejų diagrama
2	Sistemos statinis vaizdas	
2.1		Sistemos išskaidymas į paketus
2.2		Klasių diagramos
3	Sistemos dinaminis vaizdas	
3.1		Būsenų diagramos
3.2		Veiklos diagramos
3.3		Sekų diagramos
4	Išdėstymo vaizdas	
4.1		Išdėstymo diagrama
5	Duomenų vaizdas	
5.1		Duomenų struktūros diagrama

3.9. Architektūros tikslai ir apribojimai

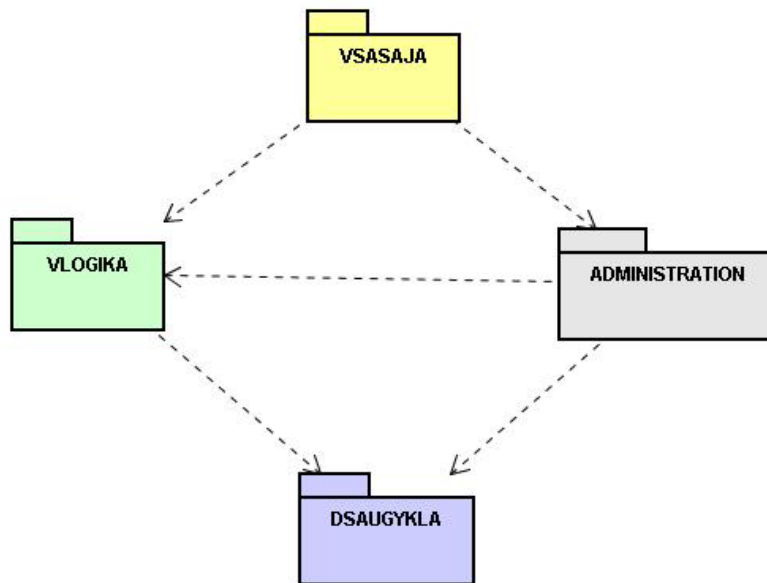
Yra keletas reikalavimų ir apribojimų, kurie turi įtaką sistemos architektūrai:

- Informacinė sistema turi būti realizuota kliento – serverio architektūros modelio pagrindu; [16]
- Sistemos funkcijos vartotojui (naudotis „klientine“ sistemos dalimi) turi būti prieinamos per interneto naršyklę; (pvz.: Google Chrome); [16]
- Serverinė sistemos dalis turi būti realizuota interneto ir taikomųjų programų serverio pagrindu;
- Sistema turi užtikrinti kaupiamų duomenų saugumą; [17]
- Sistema turi leisti neautorizuotiems vartotojams naudotis viešai prieinamais duomenimis tik skaitymo teisėmis;
- Modeliuojant sistemos architektūrą, turi būti atsižvelgta į būtinas programos vykdymo charakteristikas, apibrėžtas reikalavimų specifikacijoje; [18]
- Sistema turi naudoti duomenis JSON objektų pagrindu;
- IS turi būti nepriklausoma nuo operacinės sistemos platformos;
- Portalo programinė įranga turi veikti „Node.js“ platformos pagrindu ir naudoti javascript technologijas;
- Portalo informacinė sistema turi naudoti atvirą, plečiamą architektūrą, palaikyti pagrindinius interneto forumo W3C standartus, turi būti papildomas naujais standartais, be didelio poreikio architektūros perprojektavimui.

3.10. Sistemos statinis vaizdas

3.10.1. Apžvalga

Portalo loginė struktūra susideda iš sistemą sudarančių paketų ir juos sudarančių klasių. Ją sudaro 4 pagrindiniai paketai, kurie pateikti 5 paveikslėlyje.



5 pav. Sistemos išskaidymas į paketus aukščiausiame lygyje

3.10.2. Paketų detalizavimas

Paketas VSASAJA (Vartotojo sąsaja) – skirtas vartotojo sąsajai, bendravimui su sistema kurti. Informacinė sistema turi daugiasluksnę architektūrą, todėl atvaizdavimo sluoksnis atskirtas nuo sistemos veiklos logikos. Vartotojai bendraus su sistema tik interneto naršyklės pagalba – duomenis sistema pateiks vartotojams ir vartotojai perduos užklausas sistemai HTTP protokolo pagalba.

Paketas ADMINISTRAVIMAS – yra visuma administravimo įrankių ir procedūrų palaikyti portalo veiklai bei ją konfigūruoti. Serverio dalis naudoja tik tekstines konfigūravimo bylas.

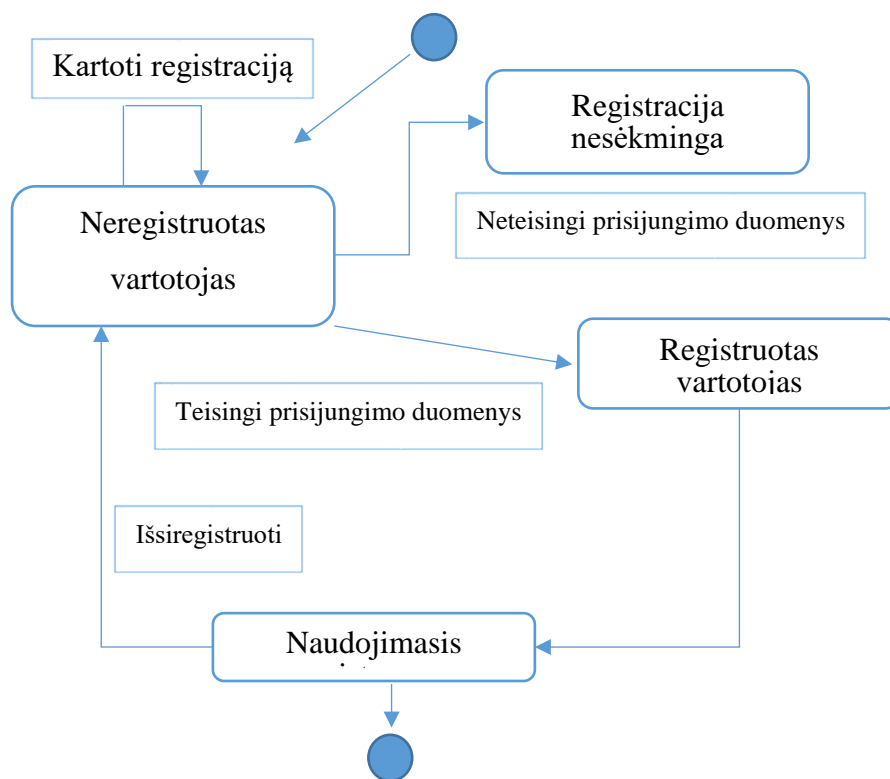
Paketas VLOGIKA – yra serverio dalies loginė dalis, atliekanti tarpininko vaidmenį tarp vartotojo ir duomenų saugyklos, formuojanti ir pateikianti atsakymus į vartotojo užklausas bei vykdanči vidines duomenų apdorojimo funkcijas.

Paketas DSAUGYKLA – atlieka duomenų saugyklos vaidmenį. Duomenys sistemoje saugomi konfigūracijos bylose, priklausomai nuo juos naudojančių bibliotekų. Sesijos ir kiti operatyviniai duomenys saugomi laikinose sistemos bylose. Esant poreikiui sistema gali pasinaudoti SQL reliacinės duomenų bazės pagalba.

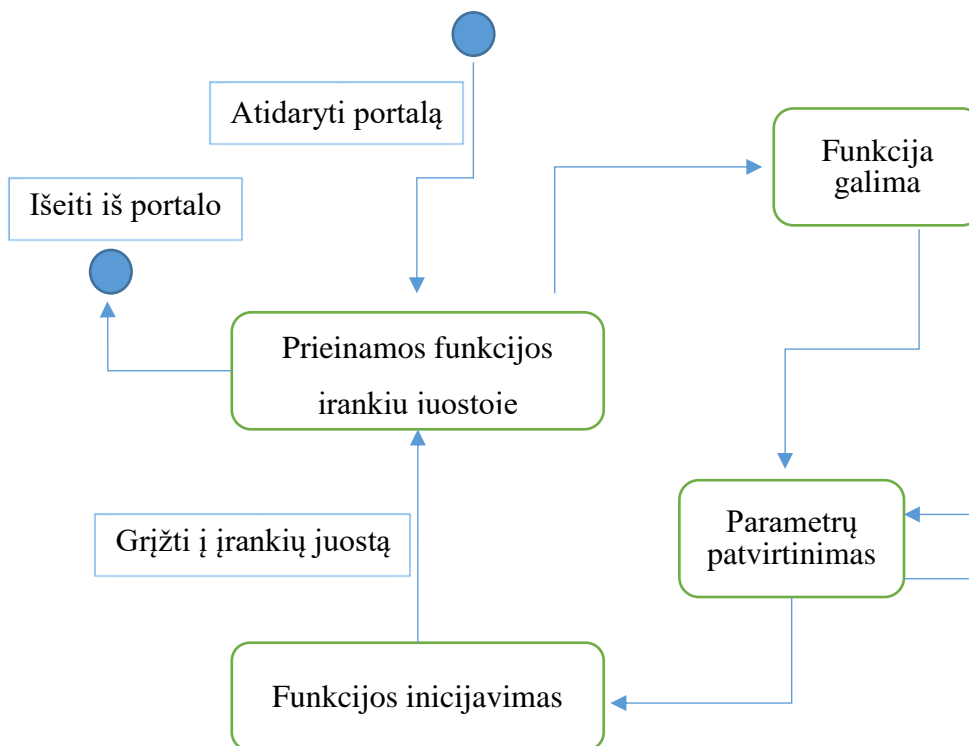
3.11. Sistemos dinaminis vaizdas

Sistemos dinaminis vaizdas, dar vadinamas procesų vaizdu, apibūdinamas sistemos objektų būsenų, veiklos ir sąveikos modeliais. Svarbių sistemos mazgų sąveikos modeliams panaudotos sekų diagramos.

Sistemos dinaminiame vaizde akcentuotos būsenų diagramos, leidžiančios geriau suprasti apibendrintą sistemos vaizdą.

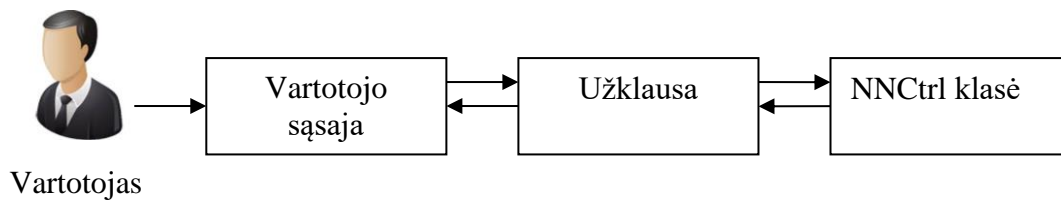


6 pav. Sistemos būsenų diagrama

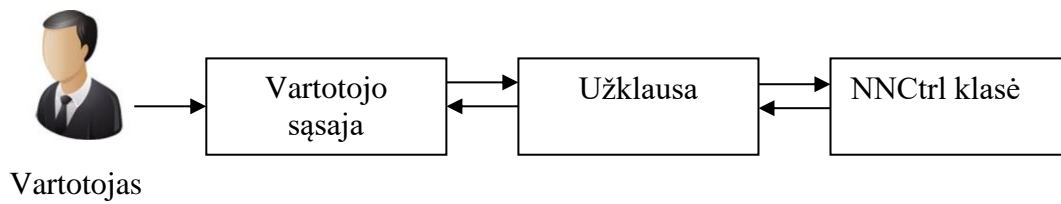


7 pav. Sistemos veiklos diagrama

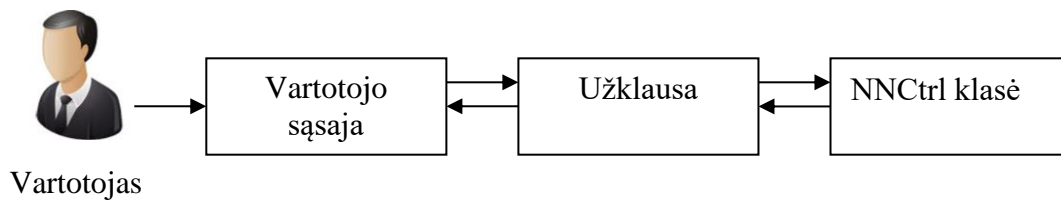
3.11.1. Sąveikos diagramos kiekvienam PA



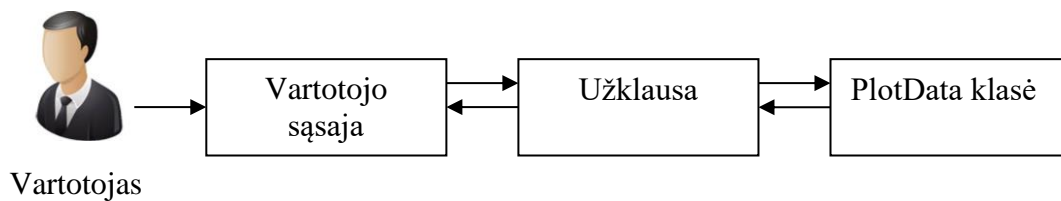
8 pav. Panaudos atvejo „Rodyti išsaugotų neuroninių tinklų sąrašą“ sąveikos diagrama



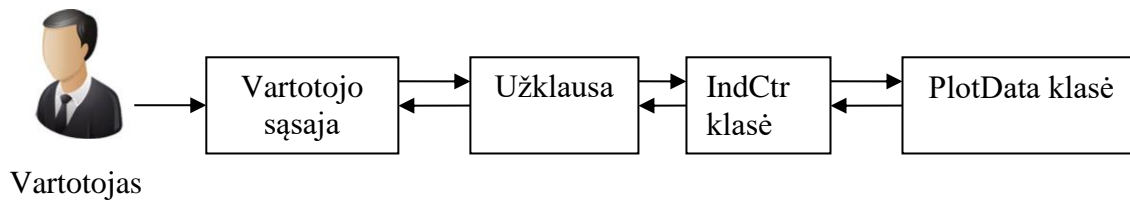
9 pav. Panaudos atvejo „Inicijuoti neuroninio tinklo permokymą“ sąveikos diagrama



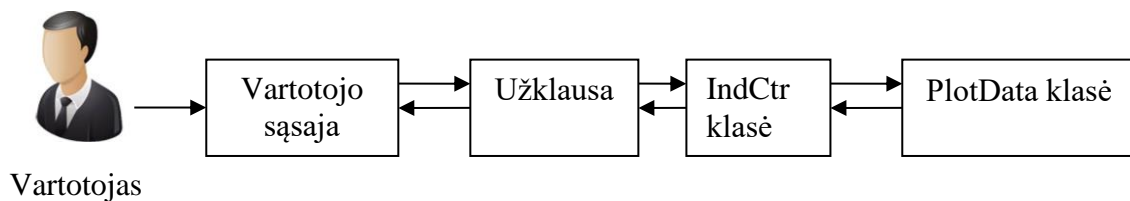
10 pav. Panaudos atvejo „Ištrinti neuroninį tinklą“ sąveikos diagrama



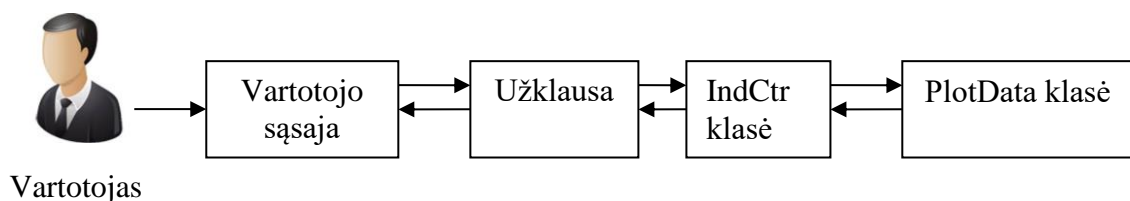
11 pav. Panaudos atvejo „Inicijuoti neuroninio tinklo modeliavimą“ sąveikos diagrama



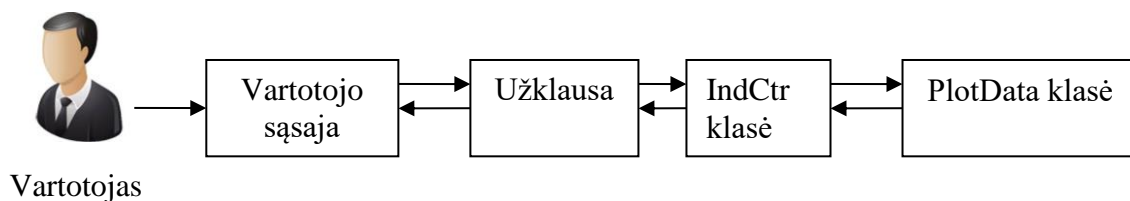
12 pav. Panaudos atvejo „Pasirinkti finansinio instrumento laiko atkarpą“ sąveikos diagrama



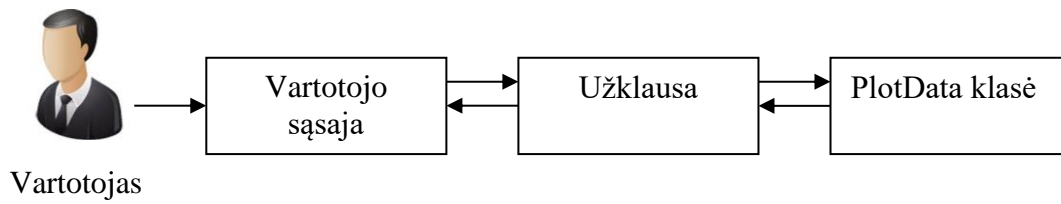
13 pav. Panaudos atvejo „Pasirinkti finansinio instrumento diskretizacijos žingsnį laiko atkarpoje“ sąveikos diagrama



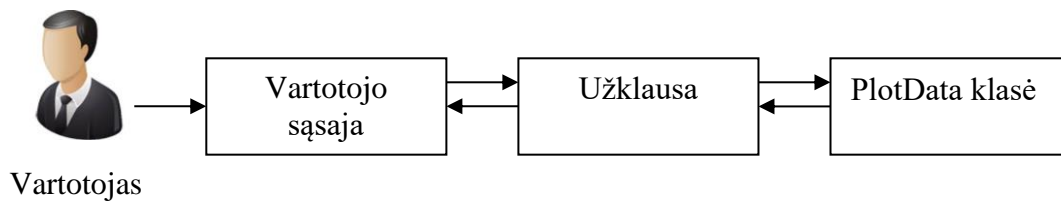
14 pav. Panaudos atvejo „Pridėti finansinio instrumento indikatorių iš pateikto sąrašo“ sąveikos diagrama



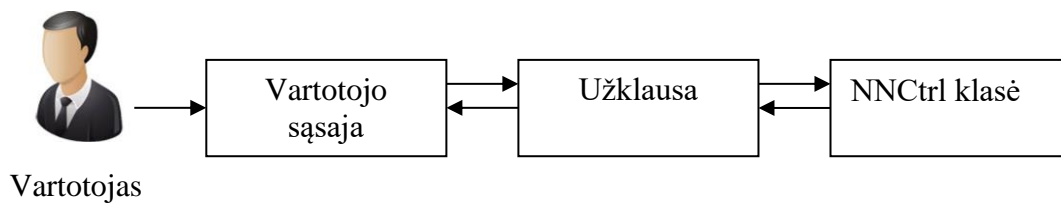
15 pav. Panaudos atvejo „Ištrinti finansinio instrumento indikatorių iš pridėtų indikatorių sąrašo“ sąveikos diagrama



16 pav. Panaudos atvejo „Pridėti neuroninio tinklo veiksmą finansinio instrumento duomenų taške“ sąveikos diagrama

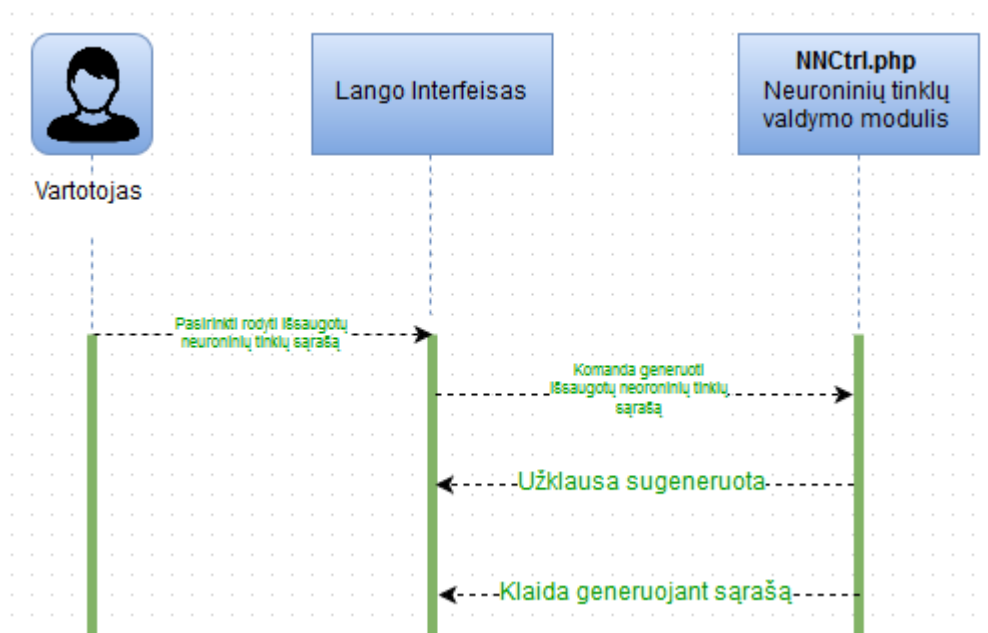


17 pav. Panaudos atvejo „Ištrinti neuroninio tinklo veiksmą finansinio instrumento duomenų taške“ sąveikos diagrama

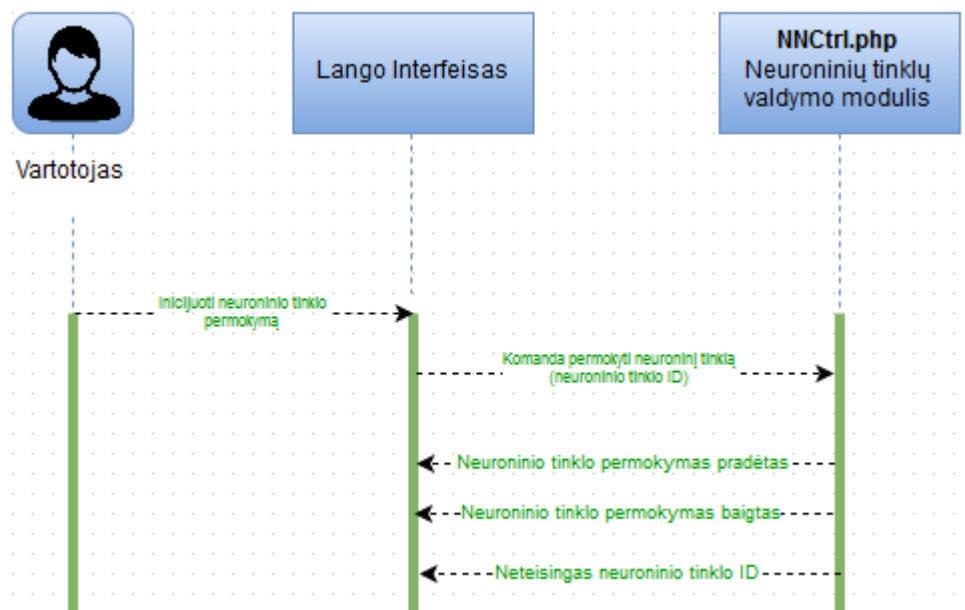


18 pav. Panaudos atvejo „Inicijuoti neuroninio tinklo testavimą naujoje finansinio instrumento duomenų atkarpoje“ sąveikos diagrama

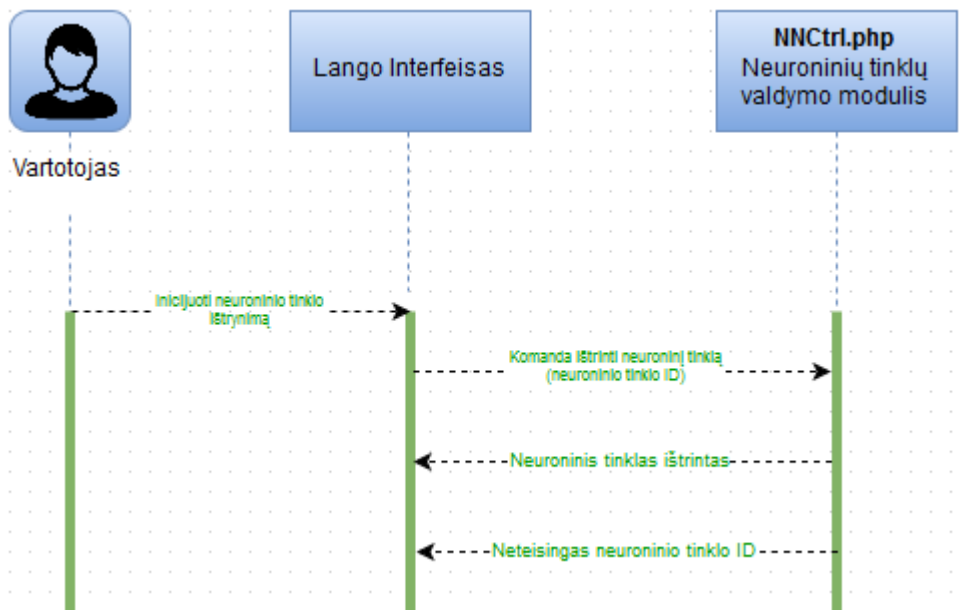
3.11.2. Sekų diagramos kiekvienam panaudojimo atvejui



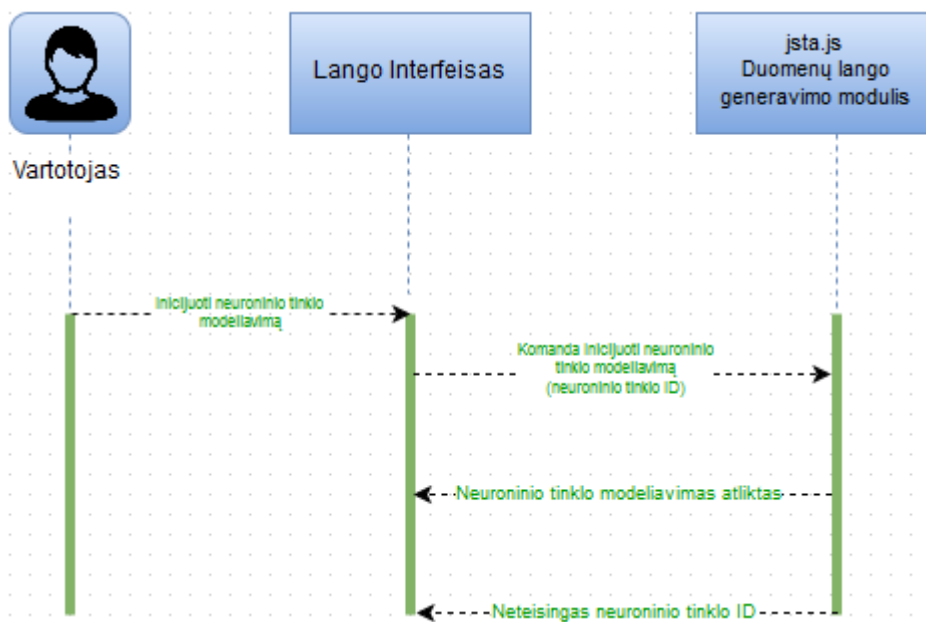
19 pav. Panaudos atvejo „Rodyti išsaugotų neuroninių tinklų sąrašą“ sekų diagrama



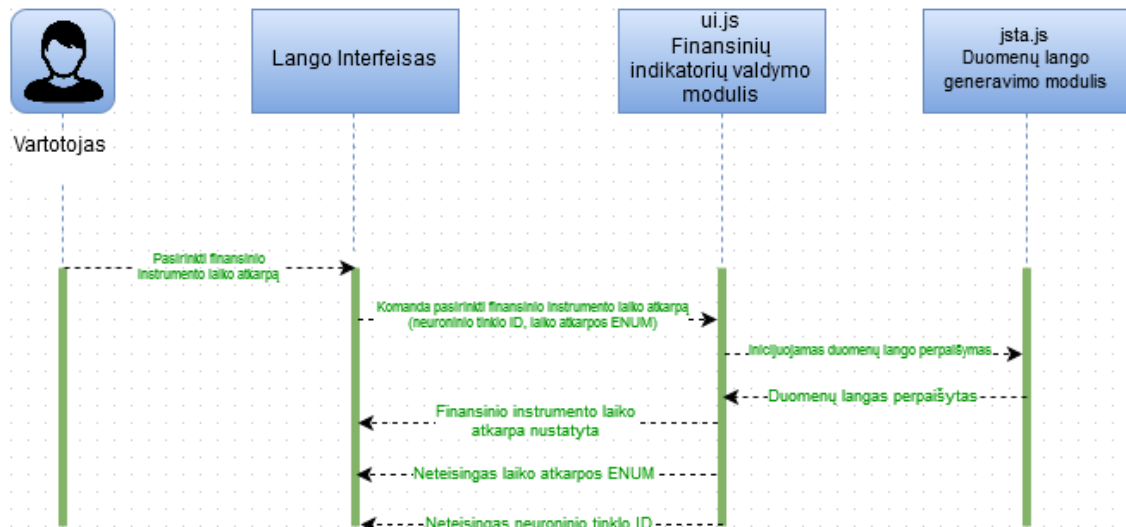
20 pav. Panaudos atvejo „Inicijuoti neuroninio tinklo permokymą“ sekų diagrama



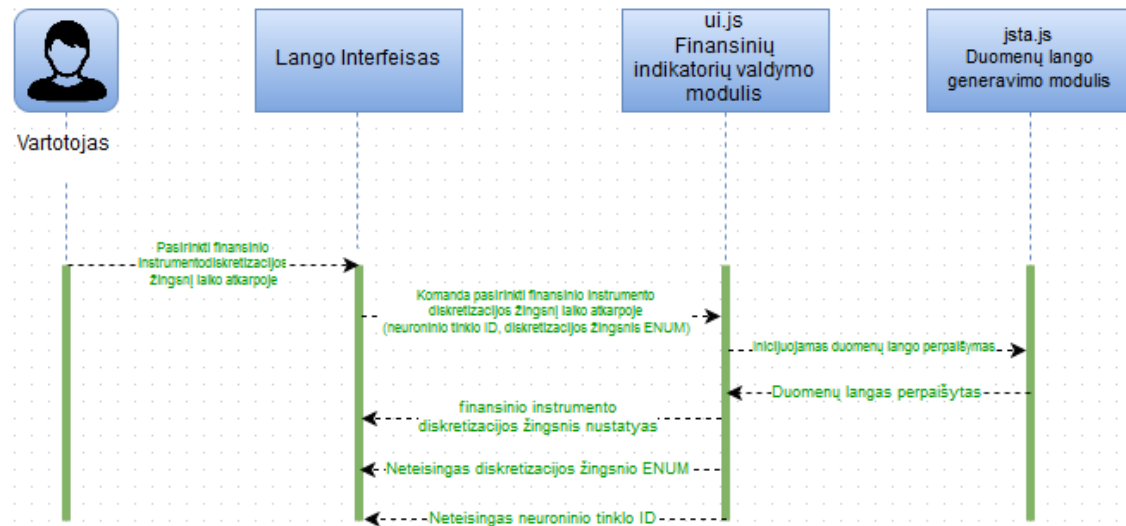
21 pav. Panaudos atvejo „Ištrinti neuroninį tinklą“ sekų diagrama



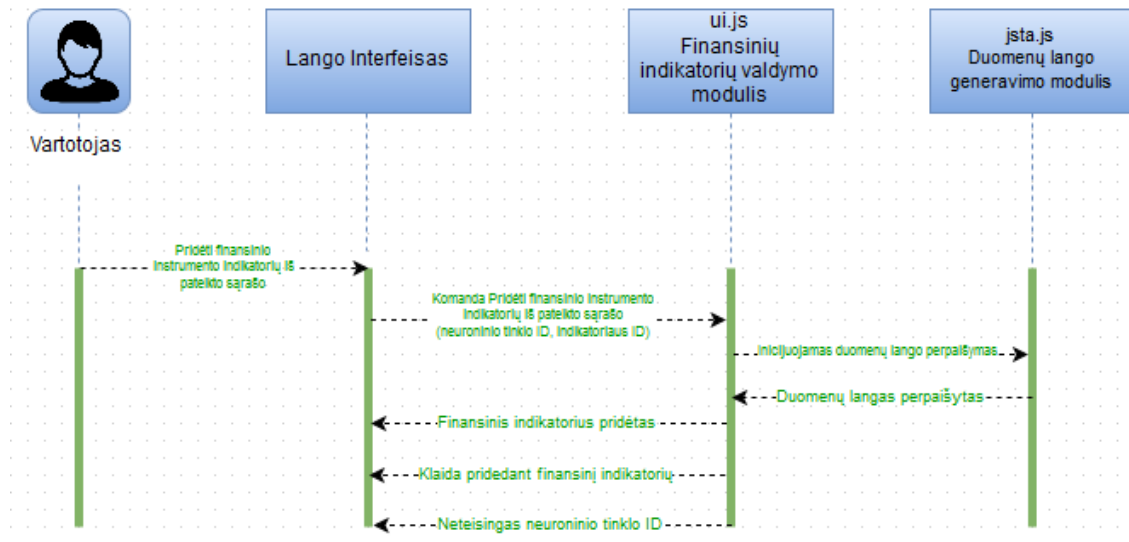
22 pav. Panaudos atvejo „Inicijuoti neuroninio tinklo modeliavimą“ sekų diagrama



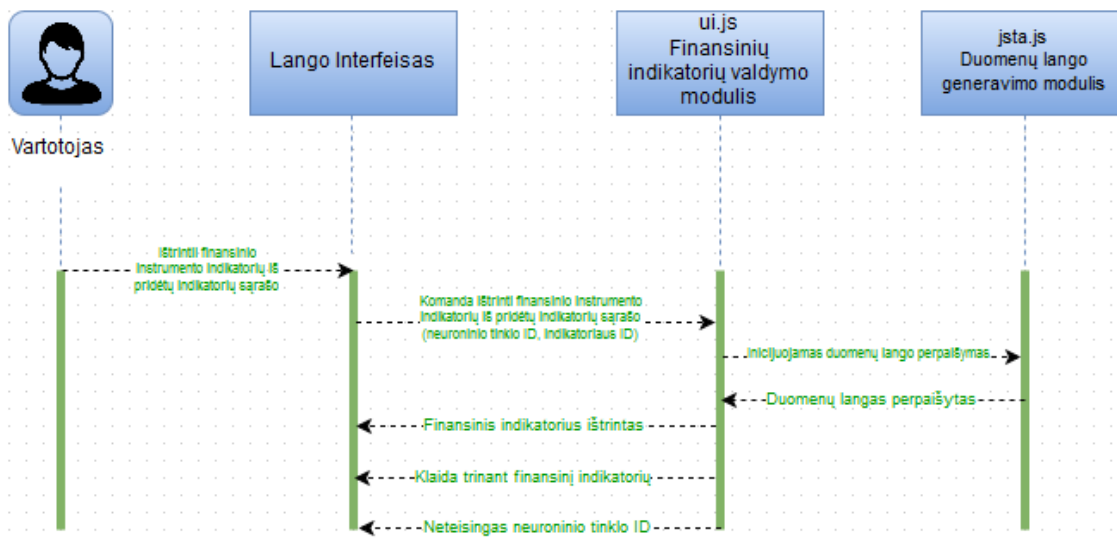
23 pav. Panaudos atvejo „Pasirinkti finansinio instrumento laiko atkarpą“ sekų diagrama



24 pav. Panaudos atvejo „Pasirinkti finansinio instrumento diskretizacijos žingsnį laiko atkarpoje“ sekų diagrama



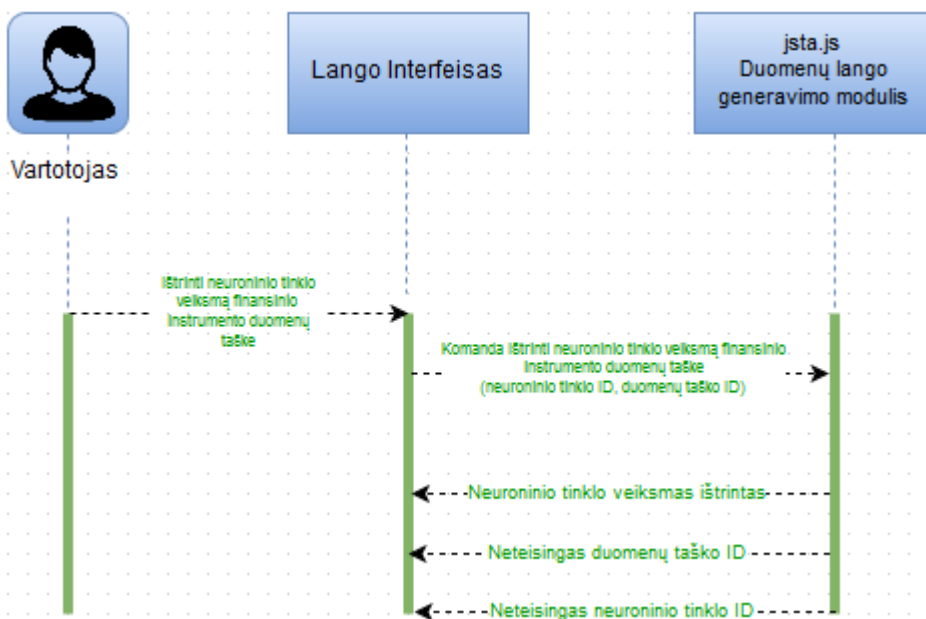
25 pav. Panaudos atvejo „Pridėti finansinio instrumento indikatorių iš pateikto sąrašo“ sekų diagrama



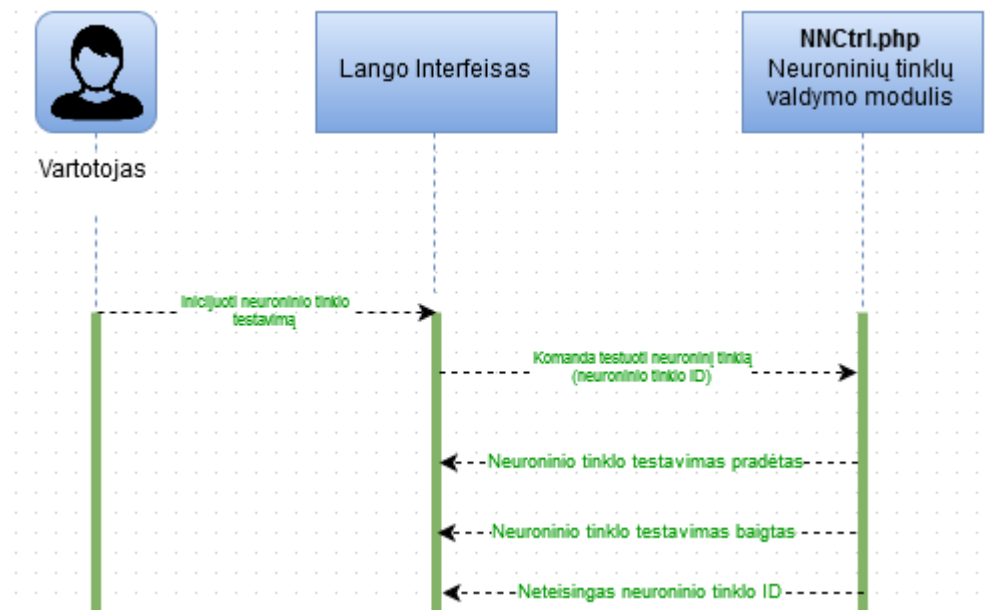
26 pav. Panaudos atvejo „Ištrinti finansinio instrumento indikatorių iš pridėtų indikatorių sąrašo“ sekų diagrama



27 pav. Panaudos atvejo „Pridėti neuroninio tinklo veiksmą finansinio instrumento duomenų taške“ sekų diagrama



28 pav. Panaudos atvejo „Ištrinti neuroninio tinklo veiksmą finansinio instrumento duomenų taške“ sekų diagrama



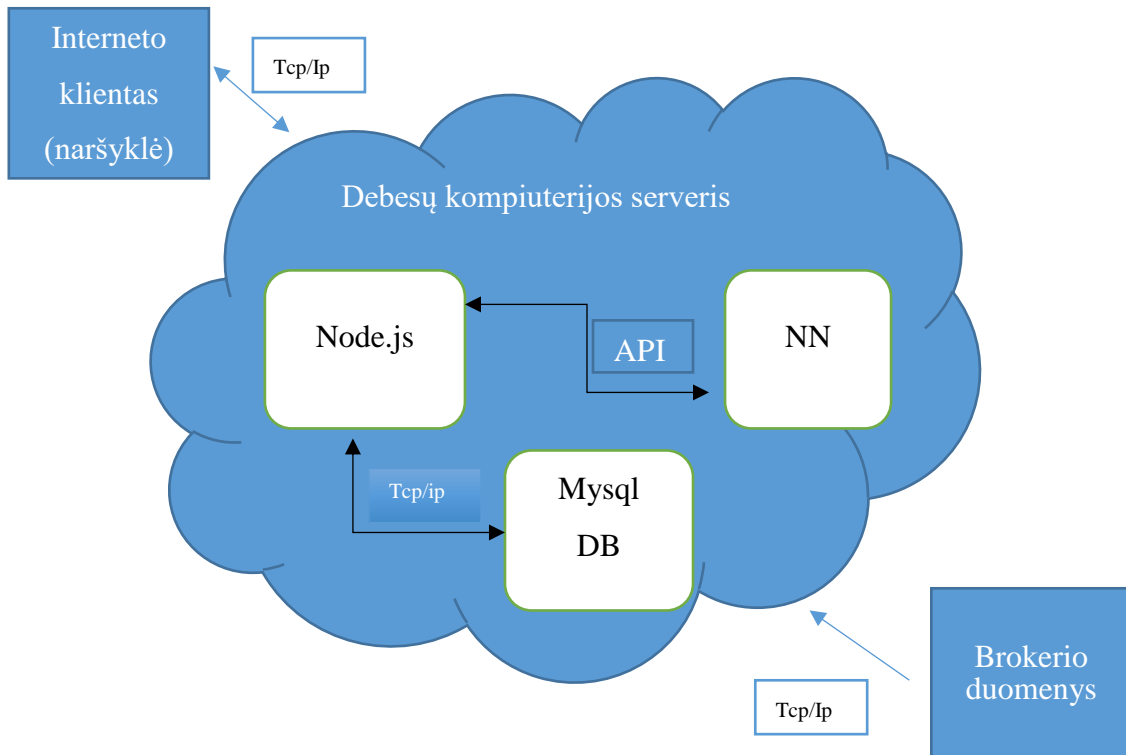
29 pav. Panaudos atvejo „Inicijuoti neuroninio tinklo testavimą naujoje finansinio instrumento duomenų atkarpoje“ sekų diagrama

3.12. Išdėstymo (deployment) vaizdas

Projektuojama sistema turi būti nepriklausoma nuo operacinės sistemos, jos kūrimui turėtų pakakti atviro kodo programinės įrangos paketų. Kadangi sistema bus prieinama tik saityne, pravartu pasitelkti naujausias kūrimo technologijas kaip HTML5, o interaktyvumo funkcionalumui javascript programinę kalbą. [16] Naudojant javascript programavimo kalbą FrontEnd ir BackEnd programavimui galima pagreitinti sistemos kūrimą ir išvengti programinių paketų nesuderinamumo.

Serverinė dalis atliekanti duomenų saugojimo ir pateikimo funkcijas turi būti realizuota debesijos paslaugų principu, tokiu būdu išvengiama konfigūracijos ir aparatūrinės dalies plėtimo išlaidų.

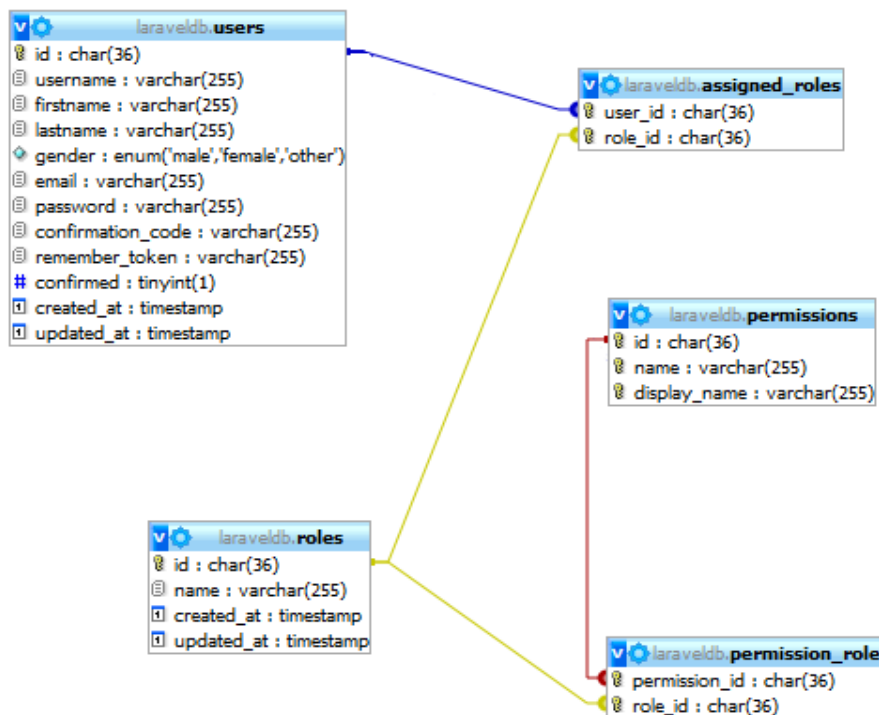
Brokerio duomenys siunčiami į serverį realiu laiku per papildomą TCP/IP jungtį.



30 pav. Sistemos išdėstymo vaizdas

3.13. Duomenų vaizdas

Duomenų bazės modelis vartotojų registracijai palaikyti pateikiamas 31 paveikslėlyje.



31 pav. DB modelis vartotojų registracijai

Paslaugų tiekimui naudojami finansinių instrumentų duomenys. Duomenims tarp serverio, duomenų brokerio ir kliento perduoti naudojamas JSON protokolas.

Masyvas „data“ atspindi kiekvieną laiko atkarpos elementą.

```
{ "data": [  
    [ timestamp, high, low, open, close, volume ],  
], "label": "ticker" }
```

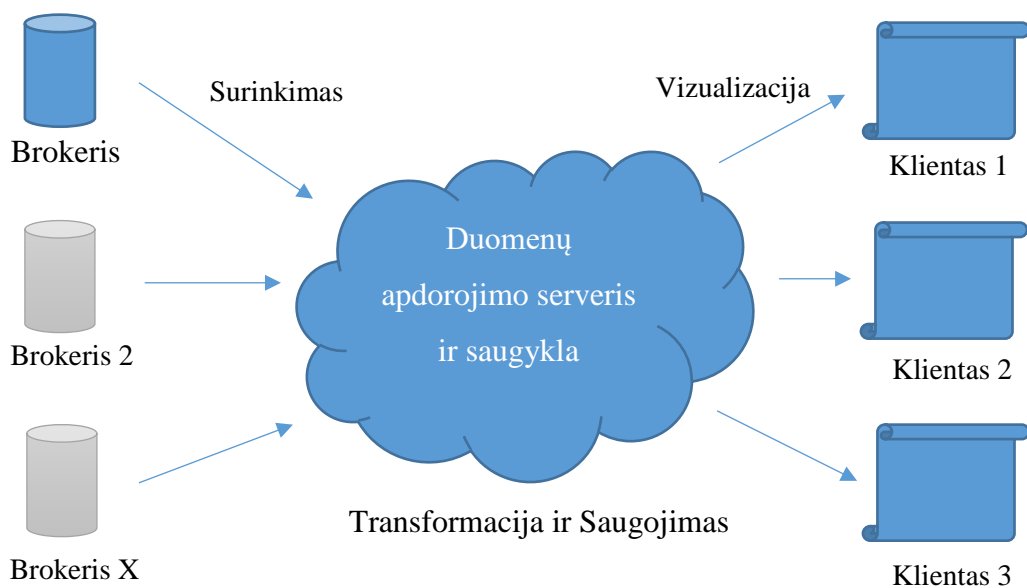
Neuroninių tinklų scenarijams saugoti naudojami duomenys:

- Scenarijaus pavadinimas;
- Analizuojamo finansinio instrumento vardas;
- Finansinio instrumento laiko atkarpa;
- Analizei atlikti nurodytos apsisvertimo taškų pozicijos;
- Neuroninio tinklo darbo rezultatas ir tarpiniai duomenys.

3.13.1. Informacijos šaltiniai

Informacija paslaugų tiekimui gaunama iš „TradeKing“ duomenų brokerio per informacijos teikimo API.

Duomenų tiekėjo duomenų mainai vyksta per nustatytą duomenų apsisvertimo protokolą ir vykdomi per tam numatytą programą. Gauti duomenys transformuojami į sistemos viduje naudojamą JSON protokolą.



32 pav. Informacijos surinkimo ir pateikimo schema

Informacija surinkimas ir pateikimas yra padalintas į tris žingsnius:

- Informacijos nuskaitymas iš šaltinių;
- Informacijos filtravimas ir konvertavimas;
- Informacijos atvaizdavimas.

Informacijos surinkimo ir pateikimo funkcionalumui yra keliami sekantys reikalavimai:

- Naujų brokerių prijungimui naudojami klientai palaikantys sistemos duomenų protokolą;
- Sistemos vartotojų autorizacija;
- Informacijos kiekis ir pobūdis priklauso nuo prisijungusio vartotojo profilio.

Kiekvienas informacijos šaltinis pateikia informaciją skirtingais formatais. Informacijos apimtis taip pat skiriasi. Gaunama informacija yra filtruojama, nuskaitant tik sistemą dominančius laukus. Informacija transformuojama į sistemai priimtina struktūrą, pašalinant perteklinę informaciją.

Atlikus informacijos transformaciją informacija pateikiama vartotojui HTML5 ir AngularJS puslapių pavidalu. Kliento ryšys su serveriu atliekamas REST komandomis.

3.13. Neuroninių tinklų biblioteka

Pasirinkta neuroninių tinklų biblioteka Synaptic.JS realizuoja tiesioginio sklidimo neuroninį tinklą. Tokie tinklai sudaryti iš keleto neuronų sluoksnių, kurių kiekvienas sujungtas su sekančiu. Šio tyrimo atveju toks tinklas mums tinkamas, nes įvesties skaičius priklauso nuo naudojamų indikatorių skaičiaus, o sprendimas gali būti tik dvejopas. Bet kuriame analizuojamame taške, pateikus finansinių indikatorių duomenis, neuroninis tinklas turėtų priimti sprendimą - pirkti ar parduoti.

3.14. Finansiniai indikatoriai

Finansiniai indikatoriai – tai programos moduliai dirbantys su pateiktomis kainos laiko serijomis ir naudojantys periodą kaip parametą analizuoti tą periodą apimančius duomenis. Indikatoriaus duomenų išvestis yra matematinės formulės rezultatas, o jų kiekis priklauso nuo jo rūšies.

Tai kertinis techninės analizės instrumentas indikuojantis finansinio instrumento būseną cikliškame jo kitimo intervale. Šiame projekte realizuoti dvejų tipų indikatoriai – slenkančio vidurkio ir osciliatoriai.

3.14.1. Slenkančio vidurkio indikatoriai

Slenkančio vidurkio indikatoriai leidžia išlyginti kainos svyravimus apskaičiuojant jos vidurkį pasirinkame periode. Tai techninėje analizėje dažnai naudojamas indikatorius dėl savo interpretacijos paprastumo, nes leidžia lengvai nustatyti cikliško kitimo kryptį – jei kainą aukščiau už indikatoriaus reikšmę tai interpretuojama kaip kainos kilimo tendencija, kai žemiau – kritimo. Tokio indikatoriaus pavyzdys pateiktas 33 paveikslėlyje.



33 pav. Slenkančio vidurkio indikatorius EMA(close,20)

Siekiant pasinaudoti tokiu indikatoriumi neuroninio tinklo mokymui – jo išduodamus duomenis reikia abstrahuoti, nes jie yra finansinio instrumento kainos reikšmės vidurkis periode. Neuroninio tinklo įvestis gali būti indikatoriaus reikšmės analizuojamam taške ir kainos pozicija – aukštesnė ar žemesnė.

3.14.2. Osciliatoriai

Techninėje analizėje osciliatoriai naudojami pateikti finansinio instrumento kainos reikšmę tarp nagrinėjamo periodo ekstremumų.

Stochastics osciliatoriaus reikšmė apskaičiuojama šios formulės pagalba:

$$\%K = 100(C - L14)/(H14 - L14)$$

$$\%D = SMA14(\%K)$$

Kur C yra nagrinėjamo taško uždarymo kaina, L14 – žemiausia kaina, H14 – aukščiausia kaina periode 14. Osciliatorius turi dvi išėjimo reikšmes – pagrindinę %K ir jos vidurkio periode %D

Abi oscilatoriaus reikšmės visada kinta intervale nuo 0 iki 100, kas leidžia tiesiogiai, be interpretacijų naudoti jo reikšmes neuroninio tinklo mokymui.



34 pav. Stochastics (15,5,5) indikatorius

RSI oscilatoriaus reikšmė apskaičiuojama šios formulės pagalba:

$$RSI = 100 - (100 / (1 + RS))$$

$$RS = \text{AVG Gain} / \text{AVG Loss}$$

Kur RS yra kainos kilimų ir kritimų santykis periode. Oscilatorius turi vieną išėjimo reikšmę.



35 pav. RSI (14) indikatorius

Naudojantis oscilatoriais lengva vizualiai identifikuoti finansinio instrumento perpirkimo ar pardavimo būseną, tokios reikšmės dažniausia būna viršutinėse ir apatinėse indikatorius reikšmių pozicijose.

3.14.3. Neuroninio tinklo mokymas

Neuroninio tinklo mokymas vykdomas analitikui pasirinkus istorinių duomenų intervalą, kuriame jis sužymi pirkimo/pardavimo taškus, priklausomai nuo jo darbo patirties su indikatoriumi.



36 pav. Pirkimo/pardavimo taškų sužymėjimas neuroninio tinklo mokymui

Neuroninio tinklo mokymui sudaroma teisingumo matrica, pagal kurią mokomas neuroninis tinklas, pavyzdys pateiktas 30 lentelėje. Kadangi yra du veiksmai – pirkimo ar pardavimo, pirkimui naudojama reikšmė pasirinkta 0, o pardavimui 1.

30 lentelė Neuroninio tinklo mokymo matrica naudojant Stochastics (15,5,5) indikatoriaus reikšmes

Mokymo taško Nr.	Įvestis 1 %K	Įvestis 2 %D	Mokymo taško veiksmas
1	34.786500	25.054754	1
2	-42.464344	-39.059875	0
3	41.265999	38.210913	1
4	-34.697093	-30.213401	0
5	36.619647	29.600168	1
6	-40.496224	-40.874677	0
7	32.882602	31.689215	1
8	-34.646769	-28.771427	0
9	27.057435	17.109303	1
10	-39.941923	-33.550954	0
11	36.205920	30.424379	1
12	-31.928197	-20.13465	0
13	37.608784	43.437895	1

Išmokytas neuroninis tinklas gavęs to paties indikatoriaus reikšmes išėjime išduos reikšmę, kurią interpretuojam tokiu pat būdu – 0 pirkimas, 1 pardavimas. Kiekviename duomenų taške tikrindami

neuroninio tinklo išėjimą ir gavę priešingą reikšmę, pažymime apsvertimo tašką. Tokiu būdu gauname neuroninio tinklo spėjimų scenarijų su prognozuojamu pelnu ar nuostoliu. Realiame laike neuroninio tinklo išėjimas tikrinamas su naujai atėjusiais duomenimis, o užfiksavus apsvertimą generuojamas pirkimo ar pardavimo signalas.

4. TYRIMO DALIS

4.1. Tyrimo tikslas

Tyrimo tikslas yra atlikti sukurtos sistemos kokybės analizę siekiant nustatyti jos trūkumus ir rasti tobulintinas vietas. Tyrimo rezultatai bus panaudoti eksperimentinėje dalyje bandant juos pagerinti. Tyrimas atliekamas naudojant istorinius EUR/USD M5 diskretizacijos duomenis laiko intervale nuo 2015-12-30 iki 2016-10-21.

4.2. Tyrimo eiga

Kokybės tyrimas atliktas atliekant sistemos testavimą, kurio tikslas buvo pateikti įtikinamus įrodymus, kad sukurta prekybos sistema veikia tinkamai, be klaidų ir atitinka vartotojų poreikius. Pagrindiniai testavimo objektai buvo vartotojo sąsaja, atskiri programos moduliai (vienetų testavimas), šių modulių integracijos bei vientisa sistema.

Realizavus sistemą nustatyta, kad nagrinėjama sistema įgyvendinta tinkamai: atitinka kuriamos programinės įrangos standartus bei specifikaciją, bet neatitiko vartotojų lūkesčių – dirbo nepakankamai pelningai.

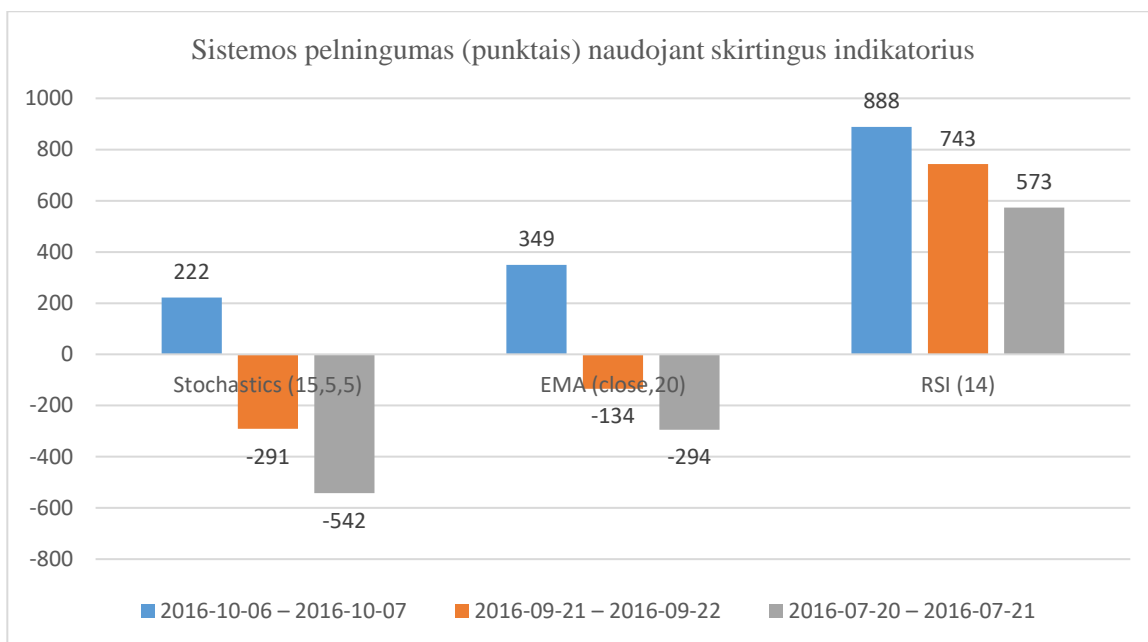
Siekdamas įvertinti sistemos darbą, mokiau neuroninį tinklą pasirinkęs 3 skirtingus finansinius indikatorius su standartiniais parametrais. Kadangi neuroninis tinklas naudoja tik abstrahuotus finansinių indikatorių duomenis, finansinio instrumento ar diskretizacijos intervalų pasirinkimas neturi jam įtakos.

Neuroninio tinklo mokymo konfigūracija:

- Tinklo iteracijų ir klaidų santykio žingsnis (angl. rate): 0.1;
- Maksimalus iteracijų skaičius (angl. iterations): 100000;
- Siektinas mokymo klaidos slenkstis MSE (angl. error): .000005;
- Nustatymas, kaitalioti įvesties eiliškumą, duomenims kurių rezultatas nepriklauso nuo įvesties eiliškumo (angl. shuffle): true;

Tinklo mokymo procesas buvo vykdomas laiko intervale nuo 2016-10-06 iki 2016-10-07, o testavimas atliktas tame pačiame laiko intervale ir atsitiktinai pasirinktuose nematyty duomenų intervaluose 2016-09-21 – 2016-09-22 bei 2016-07-20 – 2016-07-21.

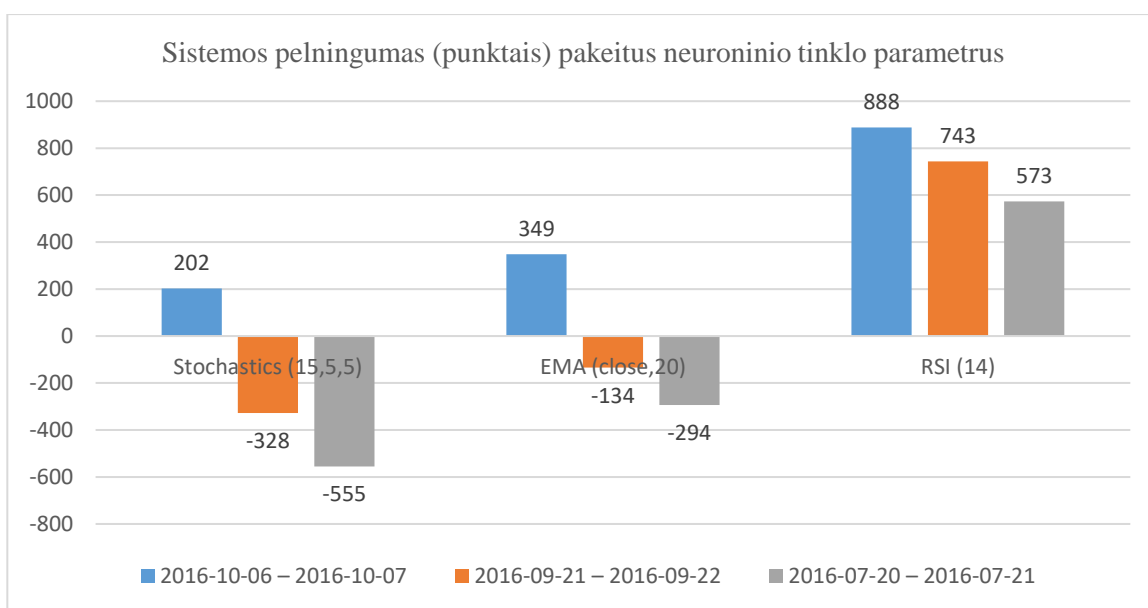
Sistemos pelningumo rezultatai pateikiami skyriaus „Priedai“ 32 lentelėje bei pavaizduoti 37 paveikslėlyje.



37 pav. Sistemos pelningumas naudojant skirtingus indikatorius

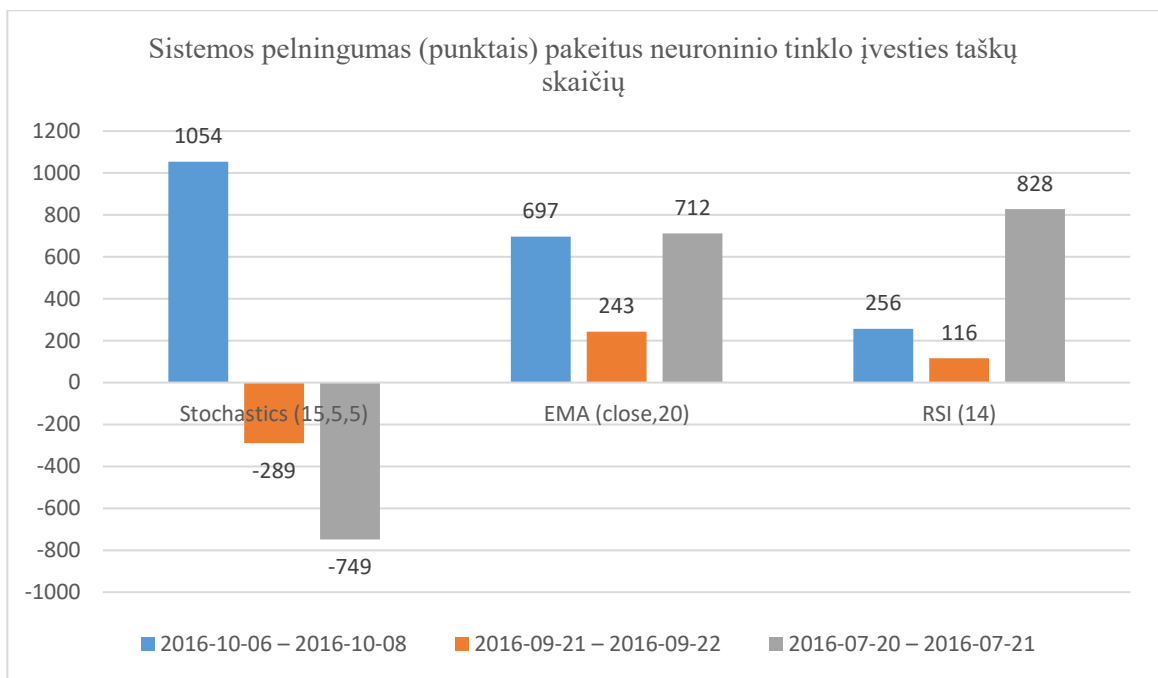
Iš gautų rezultatų matome, kad neuroninio tinklo mokymui naudodami skirtingus finansinių indikatorių duomenis gauname labai skirtingus rezultatus. Du iš trijų naudotų indikatorių pelningai sugebėjo dirbt tik ant tų pačių duomenų ant kurių buvo išmokyti.

Tyrimo rezultatuose išsiskyrė finansinis indikatorius RSI, kuris pelningai dirbo visuose bandytuose laiko intervaluose. Tolesnę analizę atliksime pakeisdami neuroninio tinklo parametrus – padidinę neuronų skaičių paslėptame sluoksnyje tuose pačiuose laiko intervaluose. Sistemos pelningumo rezultatai pateikiami skyriaus „Priedai“ 33 lentelėje bei pavaizduoti 38 paveikslėlyje.



38 pav. Sistemos pelningumas pakeitus neuroninio tinklo parametrus

Iš 38 paveikslėlyje pateiktų rezultatų matome, kad pradinis 3 neuronų paslėptame sluoksnyje neuroninis tinklas yra pakankamas, o jo padidinimas neturi didelės įtakos sistemos pelningumui.



39 pav. Sistemos pelningumas pakeitus keičiant neuroninio tinklo įvesties taškų skaičių

Toliau nagrinėsime, kaip įvesties taškų skaičius paveiks sistemos generuojamus rezultatus. Tyrimą atliksime mokydami neuroninį tinklą ilgesniame laiko intervale 2016-10-06 – 2016-10-08, o duomenis testuosime laiko intervaluose 2016-10-06 – 2016-10-08, 2016-09-21 – 2016-09-22 bei 2016-07-20 – 2016-07-21. Iš 39 paveikslėlyje pateiktų rezultatų matome, kad įvesties taškų skaičius pagerino EMA indikatorius pelningumą, bet pablogino RSI indikatorius pelningumą. Per didelis įvesties taškų skaičius gali įvesti daugiau triukšmo neuroninio tinklo sprendimų priėmimo, rezultatai tampa mažiau nuoseklūs testuojant ant nematytų duomenų.

Panagrinėsime kokią įtaką rezultatams turėjo finansinio indikatorius pasirinkimas. Finansinių indikatorius duomenys pateikiami 31 lentelėje.

31 lentelė Finansinių indikatorius tipai

Pavadinimas	Neuroninio tinklo įvesčių skaičius	Indikatorius tipas	Įvesties tipas neuroniniame tinkle
EMA	4	Eksponentinis kainos pokyčio vidurkis	Interpretuojamas lyginant gautą reikšmę ir kainą
Stochastics	2	Kainos pozicija tarp ekstremumu	Abiejų osciliatorių duomenys [-50,50] intervale

Pavadinimas	Neuroninio tinklo įvesčių skaičius	Indikatoriaus tipas	Įvesties tipas neuroniniame tinkle
		periode ir jos vidurkis	
RSI	1	Kainos pokyčio momento osciliatorius	Osciliatoriaus reikšmė [-50,50] intervale

Kaip matome, pelningas indikatorius RSI ir nepelningas Stochastics yra osciliatoriai, bet kaip ir kito nepelningo indikatoriaus EMA atveju – išvestis yra tiesioginė kainos formulės reikšmė. Tuo tarpu momentinis indikatorius RSI skaičiuoja kainos pokyčių skaičių – momento pasikeitimą intervale.

Finansinėje prekyboje kainos momento ekstremumai – tai būseną, kurioje finansinis instrumentas interpretuojamas kaip perparduotas arba perpirktas, suteikiantis finansų rinkai galimybę atsistatyti į normalią būseną. Finansinio indikatoriaus kaip osciliatoriaus naudojimas išvengia būtinybės interpretuoti jo įvesties duomenis.

Sistemos pelningumas vertinamas testuojant tinklą su duomenimis, kurių neuroninis tinklas nėra matęs, kas bylotų apie praktišką to tinklo panaudojamumą realiai prekybai. Kol kas iš rezultatų matome, kad tam tinkamas tik momentinis RSI indikatorius, kurį toliau ir nagrinėsime.

5. EKSPERIMENTINĖ DALIS

5.1. Tikslai

Eksperimentinėje dalyje atliksime eilę veiksmų skirtų rasti optimalius momentinio indikatoriaus RSI parametrus pagerinančius sistemos pelningumo rezultatus bei juos įvertinsime.

5.2. Aprašymas

Eksperimente tirsime sistemos pelningumo pokytį keisdami momentinio indikatoriaus RSI periodo reikšmes bei įvesties taškų kiekį.

Parametrai ir kriterijai turi tenkinti šias sąlygas:

- Nauji indikatoriaus periodo parametrai turi pagerinti sistemos pelningumą;
- Neuroninio tinklo mokymo tikslumas MSE neturi viršyti tyrimo metu nustatytos reikšmės 0.000005
- Sistemos pelningumas turi didėti siekiant priartėti prie maksimalaus pelningumo;
- Keičiant parametrus sistema turi išlikti pelninga testuojant ant jai nematytų duomenų.

5.3. Eiga

Eksperimentinį tyrimą atliksime mokydami neuroninį tinklą laiko intervale 2016-10-06 – 2016-10-07, o rezultatus testuosime tame pačiame laiko intervale ir atsitiktinai pasirinktame laiko intervale 2016-09-21 – 2016-09-22. Eksperimentinio tyrimo metu keisime momentinio indikatoriaus RSI periodo parametrus intervale nuo 7 iki tol, kol neuroninio tinklo mokymas neviršys nustatyto tikslumo. Pakartosime eksperimentą padidinę duomenų ir įvesties taškų skaičių, bei patikrinsime kaip pasikeitė sistemos pelningumas testavimui naudojant neuroniniam tinklui nematytus duomenis.

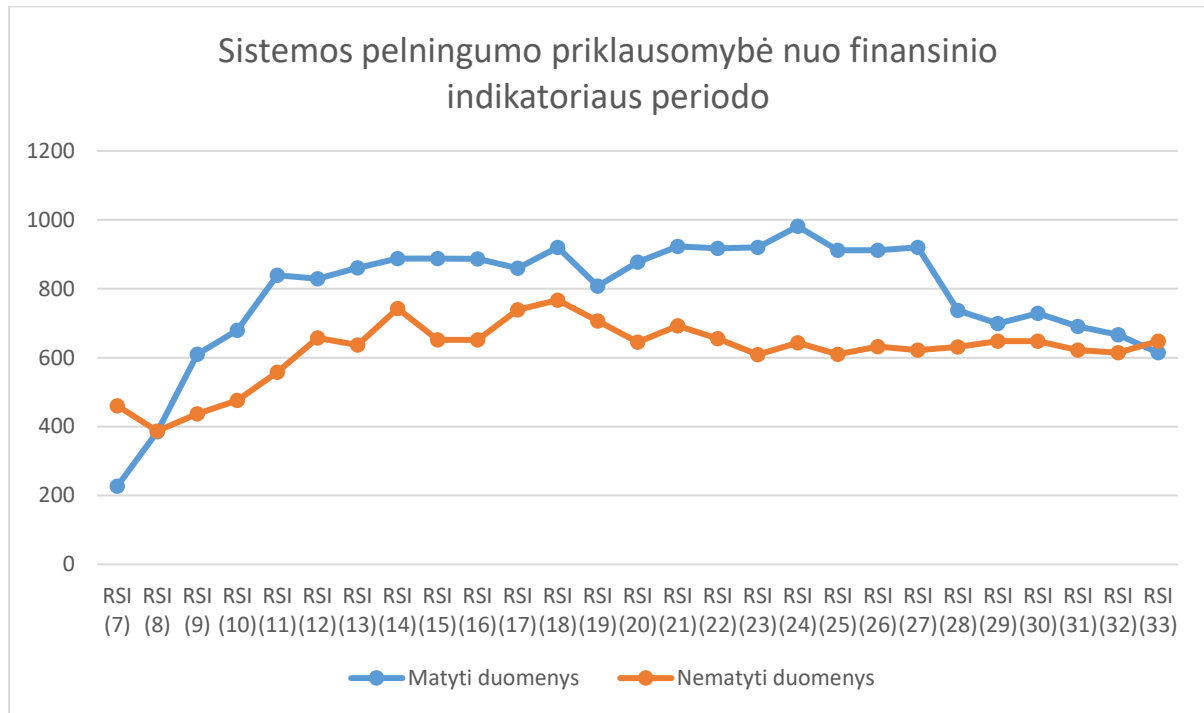
Eksperimento pabaigoje nustatysime sistemos spėjimų tikslumą visame pasirinktame nematytų duomenų datų intervale.

5.4. Rezultatai

Registruojant eksperimento rezultatus nustatyta maksimali galima finansinio indikatoriaus periodo reikšmė su kuria dar įmanoma mokyti neuroninį tinklą neviršijant nustatyto mokymo tikslumo – tai periodo reikšmė – 33. Mokant neuroninį tinklą su periodo reikšme 44 gautas tik MSE: 0.0838 tikslumas.

Sistemos pelningumo rezultatai pateikiami skyriaus „Priedai“ 35 lentelėje bei pavaizduoti 40 paveikslėlyje.

Ekspirimentinėje dalyje patikrinsime, ar galima būtų dar labiau pagerinti sistemos pelningumą keičiant momentinio indikatoriaus RSI parametrus ar mokymo duomenų taškų skaičių.



40 pav. Sistemos pelningumo pokytis keičiant RSI indikatoriaus periodo parametrus

Analizuodami 40 paveikslėlyje gautus rezultatus matome, kad optimali indikatoriaus reikšmė pelningumo prasme yra periode nuo [14,18].

Atliksime pelningumo patikrinimą mokydami neuroninį tinklą laiko intervale 2016-10-06 – 2016-10-07, o duomenis tikrinsime ištisiniame, atsitiktinai pasirinktame laiko intervale nuo 2016-08-18 iki 2016-06-27. Rezultatai pateikiami skyriaus „Priedai“ 36 lentelėje bei pavaizduoti 41 ir 42 paveikslėlyje.



41 pav. Sistemos pelningumas atsitiktinai pasirinktame laiko intervale



42 pav. Sistemos pelno suma atsitiktinai pasirinktame laiko intervale

Analizuodami 41 ir 42 paveikslėlyje gautus rezultatus matome, kad atsitiktinai pasirinktame datų intervale su indikatoriaus RSI(14) pagalba išmokytas neuroninis tinklas ilgame periode sugebėjo gauti pelną, o pelno kitimo tendencija yra teigiama (pelno prasme).

6. IŠVADOS

Programinė įranga buvo sukurta atsižvelgus į analitinę dalį, PĮ funkcinius ir nefunkcinius reikalavimus. PĮ kūrimo procese buvo pagilintos žinios Javascript programavime, duomenų kaupimo ir apdorojimo principuose. Duomenų ir veiksmų vizualizacija atliekama naršyklės pagalba ir prieinama iš bet kurios pasaulio vietos naudojant HTML5 palaikančią naršyklę.

Analitinėje dalyje buvo nustatyta kokias technologijas galima būtų panaudoti sukurti PĮ, suformuluoti tikslai, nustatyta taikymo sritis, atlikta situacijos analizė pasaulyje ir Lietuvoje, nagrinėjami egzistuojantys sprendimai bei apibūdinta kuriama PĮ.

Projektavimo dalyje atsižvelgta į panaudos atvejus ir reikalavimus bei sukurti funkciniai ir nefunkciniai reikalavimai. Nustatytas naudojamas duomenų modelis, pavaizduotas sistemos statinis ir dinaminis vaizdas.

Sukurta sistema suteikė galimybę eksperimentuoti bei tirti neuroninių tinklų rezultatus, nustatyti kokie finansiniai indikatoriai ir kokie jų parametrai veikia geriausiai.

Atlikus tyrimą, nustatėme, kad sistemos pelningumą įtakoja finansinio indikatoriaus pasirinkimas, nes nuo jo priklauso neuroninio tinklo įvesčių reikšmės. Nustatėme, kad neuroninio tinklo mokymui labiausiai tinka momentiniai kainos indikatoriai su osciliatoriaus funkcionalumu, o neuroninio tinklo parametrų keitimas neįtakoja sistemos pelningumo.

Eksperimentinio tyrimo metu nustatėme, kad naudodami RSI indikatorių ir tikrindami neuroninio tinklo rezultatus pasirinktame laiko intervale 2016-09-21 – 2016-09-22, maksimalus sistemos pelningumas pasiekiamas standartiniame indikatoriaus parametrų intervale, dėl to apčiuopiamai didesnio sistemos pelningumo testuojamų datų periode pasiekti nepavyko.

Taip pat nustatėme, kad finansinių indikatorių periodų reikšmės pasirinkimas turi būti tikrinamas su sistemai nematytais duomenimis pakankamai plačiame datų intervale, kas leistų tinkamai įvertinti neuroninio tinklo spėjimų tikslumą.

Iš gautų rezultatų galime daryti prielaidą, kad sistemos pelningumo didinimui įtakos galėtų turėti didesnis finansinių indikatorių pasirinkimas ir pačio testavimo automatizavimas, bet tam reikalingi papildomi programavimo resursai ir laikas.

7. LITERATŪROS SĄRAŠAS

- [1] Kovariantiškumas ir kodiferencija sudarant optimalų vertybinių popierių portfelį [Žiūrėta 2015-11-18], prieiga internetu per KTU el.bibliotekos išteklius <<http://www.zurnalai.vu.lt/files/journals/163/articles/3422/public/182-188.pdf>>
- [2] Art and Science of Technical Analysis : Market Structure, Price Action, and Trading Strategies, elektroninė knyga. Grimes, Adam, John Wiley & Sons, 2012, ISBN: 9781118224274
- [3] HTML5: A New Standard for the Web, Donna Berryman and Matthew B. Hoy, prieigą internetu per KTU el.bibliotekos išteklius <<http://www-tandfonline-com.ezproxy.ktu.edu/doi/full/10.1080/02763869.2011.540212>>
- [4] Collective2 LLC, About, [Žiūrėta 2015-11-18], prieiga internetu <<https://www.collective2.com/#about>>
- [5] TradingView.com, [Žiūrėta 2015-11-18], prieiga internetu <<https://www.tradingview.com/how-it-works/>>
- [6] CFA kvalifikacija – aukso standartas finansų pasaulyje, kurio gali siekti ir KTU EVF studentai. prieiga internetu <<http://ktu.edu/lt/ekonomikos-ir-verslo-fakultetas/naujiena/cfa-kvalifikacija-aukso-standartas-finansu-pasaulyje-kurio-gali-siekti-ir-ktu-evf-studentai>>
- [7] Biometrinė apsauga = Biometric Security [Žiūrėta 2015-11-18], prieiga internete <<http://www.identix.com/>>
- [8] Kettula A. Saugumo palyginimas mobiliuose operacinėse sistemose = Security Comparison of Mobile OSes [Žiūrėta 2015-11-18], prieiga internete <http://www.tml.hut.fi/Opinnot/Tik-110.501/2000/papers/>
- [9] "Google" pateikė daugiausiai debesijos naujienų. [Žiūrėta 2015-11-18], prieiga internete <<http://idebesis.lt/google-pateike-daugiausiai-debesijos-naujienu>>
- [10] "Dedikuoti serveriai, vds, vps nuoma | Hostingas, svetainių talpinimas. [Žiūrėta 2015-11-18], prieiga internete <<https://www.vpsnet.lt/lt>>
- [11] HTML5 for .NET developers :single page web apps, JavaScript, and semantic markup /Jim Jackson II, Ian Gilman., KTU bibliotekos skaitykla [Žiūrėta 2015-11-28] Šifras D209554
- [12] About Node.js, [Žiūrėta 2015-11-18], prieiga internetu <<https://nodejs.org/en/about/>>
- [13] Verikas A., Gelžinis A., Neuroniniai tinklai ir neuroniniai skaičiavimai. Kaunas, 2008, ISBN 978-9955-591-53-5

- [14] Human-Computer Interaction [Žiūrėta 2015-11-18], prieiga internete
<http://www.dcs.gla.ac.uk/~stephen/lectures/ITHCI/>
- [15] Kapyaho J. Daugiakalbystė delninių kompiuterių operacinėse sistemose = Internationalisation in Operating Systems for Handheld Devices [Žiūrėta 2015-11-18], prieiga internete
http://www.cs.uta.fi/research/theses/masters/Kapyaho_Jere.pdf
- [16] Bradenbaugh J. JavaScript application cookbook. - Cambridge, O'Reilly, 1999.-410p.
- [17] Castagnetto J., Rawat H. Professional PHP Programming. Wrox Press Ltd. 2000., -893p
- [18] Richardson W.C. Professional Portal Development with Open Source Tools. Wiley Technology Publishing. 2004.,-400p

8. TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNAS

CFA - techninis grafikų analitikas (angl. Chartered Financial Analyst)

HTML5 - saityno protokolo 5 versija

Forex – finansinių instrumentų prekybos terpė

FrontEnd - vartotojo sąveikos lygis

BackEnd - serverio lygis

VPS - Virtualus Privatus Serveris

UML - (Unified Modeling Language)

JSON – Javascript Object Notation

GIT – Versijavimo ir kodo valdymo programinis paketas

ATOM – nemokamas tekstinis redaktorius

SKYPE – Komunikavimo programinis paketas

AngularJS – javascript kalba paremta programinės įrangos kūrimo biblioteka

IS – Informacinė sistema

JASMINE – Javascript testavimo automatizavimo programinis paketas

Web – saitynas

Debesija – Interneto paslaugų visuma, jungianti įvairiuose serveriuose esančius informacijos išteklius ir programinę įrangą.

API – Programos prieigos sąsaja

MacOS – Apple kuriama operacinė sistema

9. PRIEDAI

9.1. Tyrimo rezultatai

32 lentelė Darbo su sistema rezultatai

Finansinis instrumentas	Mokymo Laiko intervalas	Indikatoriaus pavadinimas (parametrai)	Paslėptų neuronų skaičius	Neuroninio tinklo mokymo taškų skaičius	Neuroninio tinklo mokymo tikslumas (MSE)	Tikrinimo Laiko intervalas	Laukiamas pelningumas	Neuroninio tinklo rezultatų taškų skaičius	Realus pelningumas punktais
EUR/USD	2016-10-06 – 2016-10-07	Stochastics (15,5,5)	3	17	0.000005	2016-10-06 – 2016-10-07	2011	34	222
-	-	EMA (close,20)	-	-	-	-	-	52	349
-	-	RSI (14)	-	-	-	-	-	48	888
-	-	Stochastics (15,5,5)	-	-	-	2016-09-21 – 2016-09-22	-	27	-291
-	-	EMA (close,20)	-	-	-	-	-	43	-134
-	-	RSI (14)	-	-	-	-	-	47	743
-	-	Stochastics (15,5,5)	-	-	-	2016-07-20 – 2016-07-21	-	31	-542
-	-	EMA (close,20)	-	-	-	-	-	38	-294
-	-	RSI (14)	-	-	-	-	-	36	573

33 lentelė Darbo su sistema rezultatai padidinus neuroninio tinklo paslėptų neuronų skaičių

Finansinis instrumentas	Mokymo Laiko intervalas	Indikatoriaus pavadinimas (parametrai)	Paslėptų neuronų skaičius	Neuroninio tinklo mokymo taškų skaičius	Neuroninio tinklo mokymo tikslumas (MSE)	Tikrinimo Laiko intervalas	Laukiamas pelningumas	Neuroninio tinklo rezultatų taškų skaičius	Realus pelningumas punktais
EUR/USD	2016-10-06 – 2016-10-07	Stochastics (15,5,5)	5	17	0.000005	2016-10-06 – 2016-10-07	2011	34	202
-	-	EMA (close,20)	-	-	-	-	-	52	349
-	-	RSI (14)	-	-	-	-	-	48	888
-	-	Stochastics (15,5,5)	-	-	-	2016-09-21 – 2016-09-22	-	27	-328
-	-	EMA (close,20)	-	-	-	-	-	43	-134
-	-	RSI (14)	-	-	-	-	-	47	743
-	-	Stochastics (15,5,5)	-	-	-	2016-07-20 – 2016-07-21	-	29	-555
-	-	EMA (close,20)	-	-	-	-	-	38	-294
-	-	RSI (14)	-	-	-	-	-	36	573

34 lentelė Darbo su sistema rezultatai padidinus įvesties taškų skaičių

Finansinis instrumentas	Mokymo Laiko intervalas	Indikatoriaus pavadinimas (parametrai)	Paslėptų neuronų skaičius	Neuroninio tinklo mokymo taškų skaičius	Neuroninio tinklo mokymo tikslumas (MSE)	Tikrinimo Laiko intervalas	Laukiamas pelningumas	Neuroninio tinklo rezultatų taškų skaičius	Realus pelningumas punktais
EUR/USD	2016-10-06 – 2016-10-08	Stochastics (15,5,5)	3	30	0.000005	2016-10-06 – 2016-10-08	4718	64	1054
-	-	EMA (close,20)	-	-	-	-	-	98	697
-	-	RSI (14)	-	-	-	-	-	68	256
-	-	Stochastics (15,5,5)	-	-	-	2016-09-21 – 2016-09-22	-	37	-289
-	-	EMA (close,20)	-	-	-	-	-	47	243
-	-	RSI (14)	-	-	-	-	-	33	116

Finansinis instrumentas	Mokymo Laiko intervalas	Indikatoriaus pavadinimas (parametrai)	Paslėptų neuronų skaičius	Neuroninio tinklo mokymo taškų skaičius	Neuroninio tinklo mokymo tikslumas (MSE)	Tikrinimo Laiko intervalas	Laukiamas pelningumas	Neuroninio tinklo rezultatų taškų skaičius	Realus pelningumas punktais
-	-	Stochastics (15,5,5)	-	-	-	2016-07-20 – 2016-07-21	-	43	-749
-	-	EMA (close,20)	-	-	-	-	-	60	712
-	-	RSI (14)	-	-	-	-	-	40	828

9.2. Eksperimento rezultatai

35 lentelė Momentinio indikatoriaus RSI parametrų pokyčio įtaka pelningumui

Finansinis instrumentas	Mokymo Laiko intervalas	Indikatoriaus pavadinimas (parametrai)	Neuroninio tinklo mokymo taškų skaičius	Neuroninio tinklo mokymo tikslumas (MSE)	Tikrinimo Laiko intervalas	Laukiamas pelningumas	Neuroninio tinklo rezultatų taškų skaičius	Realus pelningumas punktais
EUR/USD	2016-10-06 – 2016-10-07	RSI (7)	17	0.000005	2016-10-06 – 2016-10-07	2011	60	227
-	-	RSI (8)	-	-	-	-	56	385
-	-	RSI (9)	-	-	-	-	62	610
-	-	RSI (10)	-	-	-	-	58	679
-	-	RSI (11)	-	-	-	-	56	839
-	-	RSI (12)	-	-	-	-	52	829
-	-	RSI (13)	-	-	-	-	52	861
-	-	RSI (14)	-	-	-	-	48	888
-	-	RSI (15)	-	-	-	-	48	888
-	-	RSI (16)	-	-	-	-	44	887
-	-	RSI (17)	-	-	-	-	42	860
-	-	RSI (18)	-	-	-	-	46	920
-	-	RSI (19)	-	-	-	-	46	808
-	-	RSI (20)	-	-	-	-	48	877
-	-	RSI (21)	-	-	-	-	46	923

Finansinis instrumentas	Mokymo Laiko intervalas	Indikatoriaus pavadinimas (parametrai)	Neuroninio tinklo mokymo taškų skaičius	Neuroninio tinklo mokymo tikslumas (MSE)	Tikrinimo Laiko intervalas	Laukiamas pelningumas	Neuroninio tinklo rezultatų taškų skaičius	Realus pelningumas punktais
-	-	RSI (22)	-	-	-	-	48	917
-	-	RSI (23)	-	-	-	-	42	920
-	-	RSI (24)	-	-	-	-	42	981
-	-	RSI (25)	-	-	-	-	40	912
-	-	RSI (26)	-	-	-	-	40	912
-	-	RSI (27)	-	-	-	-	42	920
-	-	RSI (28)	-	-	-	-	42	737
-	-	RSI (29)	-	-	-	-	44	699
-	-	RSI (30)	-	-	-	-	44	729
-	-	RSI (31)	-	-	-	-	44	691
-	-	RSI (32)	-	-	-	-	44	666
-	-	RSI (33)	-	-	-	-	42	614
EUR/USD	2016-10-06 – 2016-10-07	RSI (7)	17	0.000005	2016-09-21 – 2016-09-22	2011	57	460
-	-	RSI (8)	-	-	-	-	51	387
-	-	RSI (9)	-	-	-	-	45	437
-	-	RSI (10)	-	-	-	-	47	476
-	-	RSI (11)	-	-	-	-	45	558
-	-	RSI (12)	-	-	-	-	47	657
-	-	RSI (13)	-	-	-	-	49	637
-	-	RSI (14)	-	-	-	-	47	743
-	-	RSI (15)	-	-	-	-	47	652
-	-	RSI (16)	-	-	-	-	47	652
-	-	RSI (17)	-	-	-	-	49	739
-	-	RSI (18)	-	-	-	-	51	767
-	-	RSI (19)	-	-	-	-	45	706
-	-	RSI (20)	-	-	-	-	43	645
-	-	RSI (21)	-	-	-	-	45	692
-	-	RSI (22)	-	-	-	-	43	655
-	-	RSI (23)	-	-	-	-	43	609
-	-	RSI (24)	-	-	-	-	43	643

Finansinis instrumentas	Mokymo Laiko intervalas	Indikatoriaus pavadinimas (parametrai)	Neuroninio tinklo mokymo taškų skaičius	Neuroninio tinklo mokymo tikslumas (MSE)	Tikrinimo Laiko intervalas	Laukiamas pelningumas	Neuroninio tinklo rezultatų taškų skaičius	Realus pelningumas punktais
-	-	RSI (25)	-	-	-	-	43	610
-	-	RSI (26)	-	-	-	-	41	632
-	-	RSI (27)	-	-	-	-	41	622
-	-	RSI (28)	-	-	-	-	41	631
-	-	RSI (29)	-	-	-	-	39	648
-	-	RSI (30)	-	-	-	-	39	648
-	-	RSI (31)	-	-	-	-	39	622
-	-	RSI (32)	-	-	-	-	39	614
-	-	RSI (33)	-	-	-	-	39	648

36 lentelė RSI(14) spėjimų tikslumas atsitiktinai pasirinktame intervale

Finansinis instrumentas	Mokymo laiko intervalas	Neuroninio tinklo mokymo taškų skaičius	Neuroninio tinklo mokymo tikslumas (MSE)	Tikrinimo Laiko intervalas	Neuroninio tinklo rezultatų taškų skaičius	Pelningumas punktais
EUR/USD	2016-10-06 – 2016-10-07	17	0.000005	2016-08-18 – 2016-08-19	24	201
-	-	-	-	2016-08-17 – 2016-08-18	36	934
-	-	-	-	2016-08-16 – 2016-08-17	20	-472
-	-	-	-	2016-08-15 – 2016-08-16	25	-304
-	-	-	-	2016-08-12 – 2016-08-13	34	225
-	-	-	-	2016-08-11 – 2016-08-10	23	-335
-	-	-	-	2016-08-10 – 2016-08-11	30	-67
-	-	-	-	2016-08-09 – 2016-08-10	22	-91
-	-	-	-	2016-08-08 – 2016-08-09	28	393
-	-	-	-	2016-08-05 – 2016-08-06	17	-267
-	-	-	-	2016-08-04 – 2016-08-05	54	811
-	-	-	-	2016-08-03 – 2016-08-04	36	110
-	-	-	-	2016-08-02 – 2016-08-03	22	-327
-	-	-	-	2016-08-01 – 2016-08-02	41	646

Finansinis instrumentas	Mokymo laiko intervalas	Neuroninio tinklo mokymo taškų skaičius	Neuroninio tinklo mokymo tikslumas (MSE)	Tikrinimo Laiko intervalas	Neuroninio tinklo rezultatų taškų skaičius	Pelningumas punktais
-	-	-	-	2016-07-29 – 2016-07-30	28	-160
-	-	-	-	2016-07-28 – 2016-07-29	24	-27
-	-	-	-	2016-07-27 – 2016-07-28	36	901
-	-	-	-	2016-07-26 – 2016-07-27	30	46
-	-	-	-	2016-07-25 – 2016-07-26	36	431
-	-	-	-	2016-07-22 – 2016-07-23	44	600
-	-	-	-	2016-07-21 – 2016-07-22	34	802
-	-	-	-	2016-07-20 – 2016-07-21	36	573
-	-	-	-	2016-07-19 – 2016-07-20	38	132
-	-	-	-	2016-07-18 – 2016-07-19	26	169
-	-	-	-	2016-07-15 – 2016-07-16	43	150
-	-	-	-	2016-07-14 – 2016-07-15	28	652
-	-	-	-	2016-07-13 – 2016-07-14	17	-196
-	-	-	-	2016-07-12 – 2016-07-13	29	-33
-	-	-	-	2016-07-11 – 2016-07-12	30	246
-	-	-	-	2016-07-08 – 2016-07-09	42	1821
-	-	-	-	2016-07-07 – 2016-07-08	54	1197
-	-	-	-	2016-07-06 – 2016-07-07	32	715
-	-	-	-	2016-07-05 – 2016-07-06	32	28
-	-	-	-	2016-07-04 – 2016-07-05	31	484
-	-	-	-	2016-07-01 – 2016-07-02	28	-52
-	-	-	-	2016-06-30 – 2016-07-01	28	1989
-	-	-	-	2016-06-29 – 2016-06-30	24	111
-	-	-	-	2016-06-28 – 2016-06-29	30	74
-	-	-	-	2016-06-27 – 2016-06-28	28	434
				2016-06-24 – 2016-06-25	18	-4400
				2016-06-23 – 2016-06-24	32	791
				2016-06-22 – 2016-06-23	26	-253
				2016-06-21 – 2016-06-22	35	492
				2016-06-20 – 2016-06-21	36	64
				2016-06-17 – 2016-06-18	24	56

Finansinis instrumentas	Mokymo laiko intervalas	Neuroninio tinklo mokymo taškų skaičius	Neuroninio tinklo mokymo tikslumas (MSE)	Tikrinimo Laiko intervalas	Neuroninio tinklo rezultatų taškų skaičius	Pelningumas punktais
				2016-06-16 – 2016-06-17	19	-1492
				2016-06-15 – 2016-06-16	18	23
				2016-06-14 – 2016-06-15	34	-139
				2016-06-13 – 2016-06-14	22	164
				2016-06-10 – 2016-06-11	41	247
				2016-06-27 – 2016-06-28	29	-204
					Viso	7893