RTU
DAUGAVPILS FILIĀLE

RĪGAS TEHNISKĀS UNIVERSITĀTES DAUGAVPILS FILIĀLES REĢIONĀLĀS STUDENTU UN SKOLĒNU ZINĀTNISKI PRAKTISKĀS KONFERENCES

"JAUNATNES LOMA UN IESPĒJAS INŽENIERZINĀTNES ATTĪSTĪBĀ 2019"

MATERIĀLI

RTU DF konferences organizācijas komiteja:

Ivans Griņevičs, Dr.Sc.ing., RTU DF direktors
Jeļena Tretjakova, Dr.philol., RTU DF dir.vietn. zinātniskajā darbā
Igors Ščukins, Dr.Sc.ing., RTU DF docents
Iļja Ziskins, RTU DF Studentu Parlamenta pašpārvaldes vadītājs

Daugavpils, 2019

SATURS

Bartkevičs Antons
Tiešsaistes tīkla lietotņu salīdzinājums…….…..…..3
Gololobovs Vadims
QR kodu veidošana un to praktiskais pielietojums…….…..9
Nataļja Osipova
Cigarešu filtra ietekme uz tabakas dūmu kaitīgumu…….….….16
Viktors Stehnovskis-Slavskis
Magnētu izmantošana efektīvai bremzēšanai…….…….23
Anastasija Vorobjova
Ziepes burbuļa fiziskās īpašības …….30
Daniils Gončarovs
Neironu tīklu arhitektūras analīze stratēģiskās spēlēs lēmumu optimizēšanai…36
Jušanovs Igors
Ēku energoefiktivitātes paaugstināšana, tās cēloni un risinājumi……...44
Iļja Kaļiņins
Pētījums par dronu (UAV) akumulatora izlādi……..51
Minejeva Oļesja
Smadzeņu konektomas analīze ar grafu teorijas elementiem……..57
Diāna Mironova
Optimalas virtualizācijas metodes izvēle testēšanas automatizācijai……..64
Veronika Petkeviča
Šūnas automāti iesācējiem…….. 69
Ņiķita Petrovs
Nelineāras elektriskas un mehāniskas sistēmas dinamika
ar trim brīvības pakāpēm.....73

TIEŠSAISTES TĪKLA LIETOTŅU SALĪDZINĀJUMS

Bartkevičs Antons
anton.bartk@gmail.com
Dzjumane Natālija (zinātniskā vadītāja)
natalija.dzjumane@inbox.lv
Daugavpils 9.vidusskola, Latvija

ANOTĀCIJA: Tiešsaistes tīkla lietotņu tirgū tiek piedāvāta plaša programmu daudzveidība. Tām ir līdzīgas funkcijas, bet dažādas iespējas, tādējādi darba mērķis – izpētīt populārākas tiešsaistes tīkla lietotnes un noteikt visefektīvāko. Šī mērķa sasniegšanai tika izmantotas empīriskās datu ieguves metodes (aptauja, praktiskais mēģinājums, apraksts, salīdzinājums) un datu apstrādes metodes (grafiskās attēlošanas metode, iegūto datu apkopošanas tabulas veidā metode, statistiskās analīzes metode, rezultātu analīze un interpretācija). Pētījuma gaitā tika salīdzinātas populārākās tiešsaistes tīkla lietotnes pēc konkrētiem kritērijiem un noteiktas to stiprās un vājās puses, kā arī noteikta visefektīvākā tiešsaistes tīkla lietotne.
Atslēgas vārdi: komunikācija, lietotne, tiešsaistes tīkla lietotne, mesendžeris.

IEVADS

Tiešsaistes tīkla lietotnes palīdz cilvēkiem sazināties jebkurā laikā, jebkādā attālumā un, kas ir svarīgi, bez maksas, tādējādi elektronisko saziņas līdzekļu izmantošana ir aktuāla, ērta un izdevīga. Eksistē daudz tiešsaistes tīkla lietotņu. Darbā ir aplūkotas vispopulārākās no tām. Doto darbu var izmantot jebkurš cilvēks, kurš grib uzzināt, kura ir visefektīvākā un ērtākā tiešsaistes tīkla lietotne.

Darbs tika veidots Daugavpilī uz Daugavpils 9. vidusskolas bāzes no 2018. gada aprīļa līdz 2019. gada janvārim. Pētījuma grupa ir Daugavpils 9. vidusskolas 118 5.-11. klašu skolēni, izmantots serviss – *Google Forms*. Izmantotā sistēma: *HUAWEI P10 Lite*, modelis *WAS-LX1*, operētājsistēma *Android 7.0*, procesors – *Kirin 658* (2,35 GHz), *RAM* – 3 GB, tālruņa atmiņa – 32 GB. Izmantotās lietotnes: *WhatsApp* (2.18. versija) un *Viber* (9.6.5.5 versija).

Darba mērķis: Izpētīt populārākās tiešsaistes tīkla lietotnes un noteikt visefektīvāko.

Pētījuma hipotēze: Vispopulārākā tiešsaistes tīkla lietotne ir visefektīvākā.

Pētījuma uzdevumi:

1. Izpētīt tiešsaistes tīkla lietotņu iespējas.
2. Noteikt populārākās tiešsaistes tīkla lietotnes.
3. Noteikt tiešsaistes tīkla lietotņu svarīgākās īpašības.
4. Veikt vispopulārāko tiešsaistes tīkla lietotņu salīdzinājumu.
5. Noteikt visefektīvāko tiešsaistes tīkla lietotni.

TIEŠSAISTES TĪKLA LIETOTNES

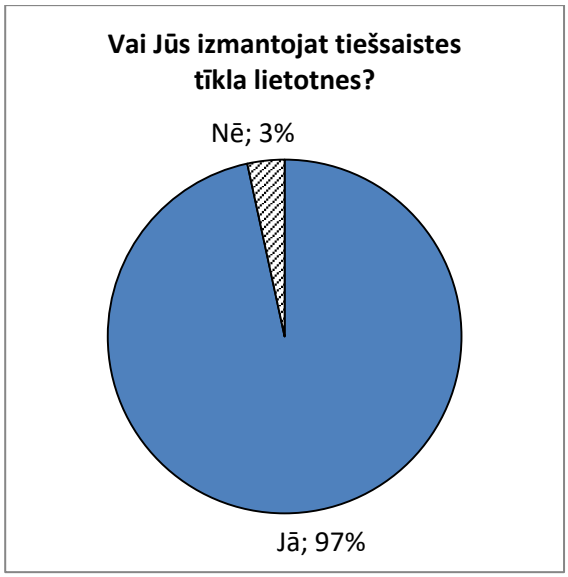
Tiešsaistes sociālais tīkls – tīmekļa vietne, kurā, reģistrējoties un izveidojot individuālo profilu, ir iespējams kontaktēties un sazināties ar citiem lietotājiem. [1, 3]

Tiešsaistes tīkla mobilā lietotne (tālāk tekstā – tiešsaistes tīkla lietotne) jeb **mesendžeris** – lietojumprogramma, kas darbojas mobilajās ierīcēs (viedtālruņos, planšetdatoros un citās ierīcēs) un kura darbojas neatkarīgi no citām ierīcēm vai sistēmām. [2]

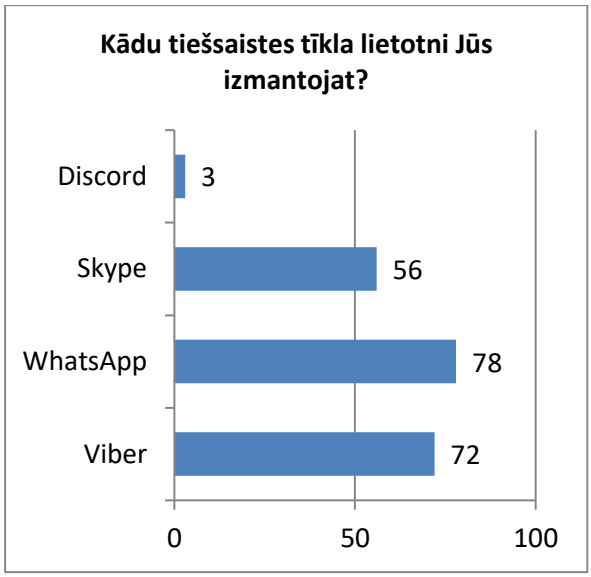
Tiešsaistes tīkla lietotņu piemēri: *WhatsApp* [8], *Viber* [7], *Facebook Messenger* [4], *Telegram* [6], *Snapchat* [5].

POPULĀRĀKO TIEŠSAISTES TĪKLA LIETOTŅU NOTEIKŠANA

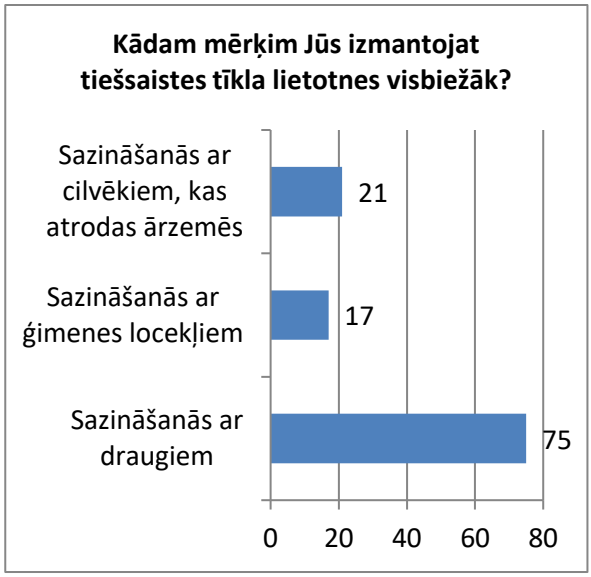
Pētījuma gaitā tika veikta aptauja ar mērķi – noteikt divas populārākās tiešsaistes tīkla lietotnes. Izmantotās metodes: empīriskā datu ieguves metode (aptauja), datu apstrādes metodes (grafiskās attēlošanas metode, statistiskā analīze). Aptauja tika veikta, izmantojot servisu *Google Forms*. Aptaujā piedalījās Daugavpils 9. vidusskolas 118 5.-11. klašu skolēni.



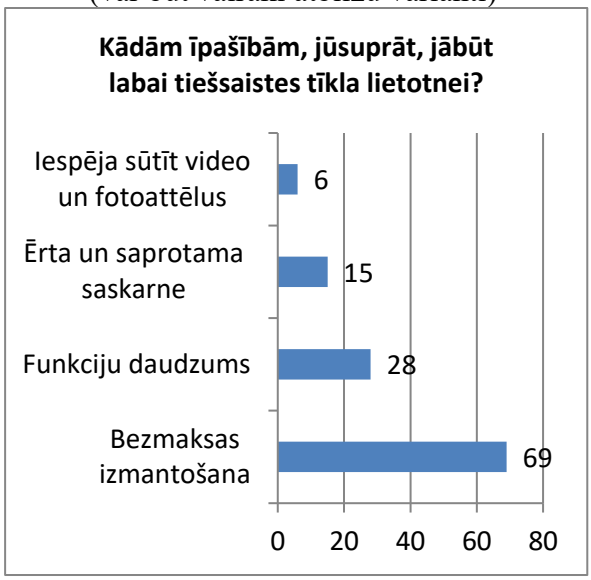
1. att. Tiešsaistes tīkla lietotņu izmantošana



2. att. Tiešsaistes tīkla lietotņu piemēri (var būt vairāki atbilžu varianti)



3. att. Mērķis, kāpēc cilvēks izmanto tiešsaistes tīkla lietotnes



4. att. Labas tiešsaistes tīkla lietotnes svarīgākās īpašības

Pēc aptaujas rezultātiem (sk. 1.-4. att.) tika noteiktas divas populārākas tiešsaistes tīkla lietotnes – *WhatsApp* un *Viber*. Aptaujas respondenti norādīja svarīgākās tiešsaistes tīkla lietotņu īpašības: funkciju daudzums, ērta un saprotama saskarne un datņu sūtīšanas iespējas. Tālāk pētījuma gaitā norādītās īpašības ir izmantotas kā kritēriji salīdzinājumam.

POPULĀRĀKO TIEŠSAISTES TĪKLA LIETOTŅU SALĪDZINĀJUMS

Pētījuma gaitā tika veikts praktisks mēģinājums ar kopīgo mērķi – salīdzināt tiešsaistes tīkla lietotnes pēc dažādiem kritērijiem. Izmantotas metodes: empīriskās datu ieguves metodes (praktiskais mēģinājums, apraksts un salīdzinājums), datu apstrādes metodes (grafiskās attēlošanas metode, iegūto datu apkopošanas tabulas veidā metode, rezultātu analīze un interpretācija). Testēšana tika veikta, izmantojot sistēmu – *HUAWEI P10 Lite*, modelis *WAS-LX1*, operētājsistēma *Android 7.0.*, procesors – *Kirin 658* (2,35 GHz), *RAM* – 3 GB, tālruņa atmiņa – 32 GB. Testēšana tika veikta, izmantojot programmas: *WhatsApp* (2.18. versija) un *Viber* (9.6.5.5 versija).

1) TIEŠSAISTES TĪKLA LIETOTŅU ČATA FUNKCIONĀLO IESPĒJU SALĪDZINĀJUMS
Pētījuma gaitā tika veikts 1. praktisks mēģinājums ar mērķi – noteikt tiešsaistes tīkla lietotni, kurai ir visvairāk funkciju.

Abās lietojumprogrammās ir diezgan efektīgs čats, kurā ir patīkami sazināties un ir daudz funkciju. Diviem mesendžeriem ir daudz līdzīgu funkciju (sk. 1. tabulu).

1. tabula. Tiešsaistes tīkla lietotņu funkcijas

Funkcijas	*WhatsApp*	*Viber*
Iespēja nosūtīt fotoattēlus un videoklipus	+	+
Iespēja nosūtīt balss ziņojumu	+	+
Iespēja sazināties ar emodžiem	+	+
Pieslēgums ar telefona kontaktiem	+	+
Informācija par piegādes laiku un ziņas izlasīšanu	+	–
Iespēja nosūtīt stikerus (uzlīmes)	–	+
Iespēja nosūtīt zīmi	–	+
Iespēja izdarīt bezmaksas internetzvanu	+	+
Iespēja piezvanīt uz mobilo numuru bez interneta ieslēguma	+	–
Iespēja veikt video zvanu	+	+

Oriģinālas funkcijas *WhatsApp* čatā: informācija par piegādes laiku un ziņas lasīšanu. Lietotnē *WhatsApp* var paskatīties, kad ziņa tika nosūtīta un kad tā tika izlasīta.

Oriģinālas funkcijas *Viber* čatā: bezmaksas un maksas stikeri (uzlīmes), iespēja nosūtīt lielas bildes tieši čatā.

Gan vienam, gan otram mesendžerim ir iespēja veikt bezmaksas internetzvanu, bet piezvanīt uz mobilo numuru bez interneta pieslēguma var tikai *Viber*, bet šī ir maksas funkcija. Tā var būt bezmaksas, izmantojot interneta piekļuvi.

2) TIEŠSAISTES TĪKLA LIETOTŅU SASKARŅU SALĪDZINĀJUMS
Pētījuma gaitā tika veikts 2. praktisks mēģinājums ar mērķi – noteikt, kurai lietotnei ir visērtākā un vissaprotamākā saskarne.

Novērtēt mesendžera saskarnes stiprās un vājās puses ir sarežģīti, jo katram ir savas preferences. *WhatsApp* izskatās vienkāršāk un intuitīvi saprotamāk nekā *Viber*, jo lietotnē *Viber* ir pārāk daudz pieejamo pogu, tāpēc cilvēkam, kurš pirmo reizi lieto lietotni *Viber*, var būt problēmas ar saskarnes izpratni. Lietotnes *WhatsApp* saskarne ir ērtāka. Tas ir redzams detaļās, piemēram, ziņu dzēšanā. Lietotnē *WhatsApp* var izcelt ziņas, kuras ir vēlme dzēst un tās var izdzēst vienlaicīgi, bet lietotnē *Viber* ir nepieciešams izdzēst katru ziņu atsevišķi.

2. tabula. Lietotņu saskarnes priekšrocības un trūkumi

	WhatsApp	*Viber*
Priekšrocības	Izskatās vienkārši, tāpēc tas ir labi piemērots jauniem lietotājiem. Ir iespēja izcelt ziņas un izdzēst tās vienlaicīgi. Ir iespēja mainīt tērzēšanas fonu uz citu.	Ir iespēja mainīt tērzēšanas fonu uz citu.
Trūkumi	—	Nav iespējas izdzēst ziņas vienlaicīgi, jāizdzēš katra ziņa atsevišķi.

No iegūtajiem rezultātiem (sk. 2. tabulu) tika secināts, ka lietotnei *WhatsApp* ir visērtākā un vissaprotamākā saskarne.

3) TIEŠSAISTES TĪKLA LIETOTŅU DATŅU SŪTĪŠANAS ĀTRUMA SALĪDZINĀJUMS

Pētījuma gaitā tika veikts 3. praktisks mēģinājums ar mērķi – noteikt tiešsaistes tīkla lietotni, kurai ir visātrākā datnes sūtīšana.

Darba gaitā tika nosūtītas dažādu tipu datnes. Pirmkārt, darba gaitā tika nosūtīts fotoattēls ar datnes izmēru 468 KB. Lietotnē *WhatsApp* un *Viber* fotoattēls tika aizsūtīts uzreiz. Tas nav pārsteidzoši, tāpēc ka faila izmērs bija ļoti mazs.

Pēc tam tika nosūtīts audio ieraksts ar datnes izmēru 8,33 MB. Lietotnē *WhatsApp* audio ieraksts tika nosūtīts 17 sekunžu laikā, bet lietotnē *Viber* 14 sekunžu laikā.

Darba gaitā tika arī nosūtīts video ieraksts ar datnes izmēru 29,06 MB. Lietotnē *WhatsApp* video ieraksts tika nosūtīts 1 minūtes 7 sekunžu laikā. Lietotnē *Viber* fails tika nosūtīts 57 sekunžu laikā.

3. tabula. Datnes sūtīšanas laiks, sek

Datnes tips	Datnes izmērs	*WhatsApp*	*Viber*
Fotoattēls (*.jpg)	468 KB	Uzreiz	Uzreiz
Audio (*.x-mpeg)	8,33 MB	17	14
Video (*.mp4)	29,06 MB	67	57

No iegūtajiem pētījuma rezultātiem (sk. 3. tabulu) tika secināts, ka lietotne *Viber* patērē mazāk laika visu tipu datņu nosūtīšanai nekā *WhatsApp*, tādējādi lietotnei *Viber* ir visātrākā datnes sūtīšana.

REZULTĀTU ANALĪZE

4. tabula. Tiešsaistes tīkla lietotņu kritēriju efektivitāte punktos

Kritērijs	*WhatsApp*	*Viber*
Informācija par piegādes laiku un ziņojuma lasīšanu	2	1
Iespēja nosūtīt stikerus (uzlīmes)	1	2
Iespēja nosūtīt zīmi	1	2
Iespēja piezvanīt uz mobilo numuru bez interneta pieslēguma	2	0
Vienkāršāka un ērtāka saskarne	2	1
Iespējas izdzēst ziņas vienlaicīgi.	2	0
Faila sūtīšanas ātrums	1	2
Kopā:	11	8

Punktu atšifrējums:
2 – kritērijs tiek īstenots pilnībā;
1 – kritērijs tiek īstenots daļēji;
0 – kritērijs nav izpildīts.

Salīdzinot iegūtos rezultātus (sk. 4. tabulu), var secināt:

1. Funkcionalitātes parametri. *WhatsApp* un *Viber* ieguva vienādu punktu summu. *WhatsApp* var saņemt informāciju par piegādes laiku un ziņas lasīšanu. Arī lietotnei *WhatsApp* ir iespēja piezvanīt uz mobilo numuru bez interneta pieslēguma. Lietotnei *Viber* nav tādas funkcijas, bet lietotnei *Viber* ir iespēja nosūtīt uzlīmes (stikerus) un nosūtīt zīmi;
2. Saskarnes ērtība. *WhatsApp* ir saprotamāka un vienkāršāka, jo lietotnei *WhatsApp* ir iespēja izdzēst ziņas vienlaicīgi. Šajā pozīcijā *Viber* zaudē;
3. Datnes sūtīšanas ātrums. Visu tipu datnes *Viber* sūtīja ātrāk nekā *WhatsApp*.

VISEFEKTĪVĀKĀS LIETOTNES NOTEIKŠANA

Pētījuma gaitā, izstrādājot kvantitatīvos kritērijus (no 0 līdz 2 punktiem) un izmantojot tos lietotņu funkcionalitātes kvalitatīvam salīdzinājumam, darba autors izveidoja savu definīciju: **visefektīvākā tiešsaistes tīkla lietotne** ir tāda lietotne, kura ieguva visvairāk punktu salīdzinājuma gaitā.

WhatsApp ir visefektīvākā tiešsaistes tīkla lietotne, tāpēc ka *WhatsApp* ieguva maksimālo punktu skaitu (2 punkti) tādos parametros kā informācija par piegādes laiku un ziņojuma lasīšanu, iespēja piezvanīt uz mobilo numuru bez interneta, vienkāršākā un ērtāka saskarne un iespēja izdzēst ziņas vienlaikus. Saskaņā ar darba autora definīciju, tas nozīmē, ka lietotne *WhatsApp* ir visefektīvākā tiešsaistes tīkla lietotne.

Pēc aptaujas rezultātiem (sk. 2. attēlu) – vispopulārākā tiešsaistes tīkla lietotne ir *WhatsApp*. Pēc pētījuma rezultātiem (sk. 4. tabulu) – visefektīvākā lietotne arī ir *WhatsApp*, tādējādi iegūtie apgalvojumi apstiprina hipotēzi: vispopulārākā tiešsaistes tīkla lietotne ir arī visefektīvākā tiešsaistes tīkla lietotne.

SECINĀJUMI

Izpētot problēmu, tika secināts:

1. Ar tiešsaistes tīkla lietotnēm cilvēki var sazināties tērzēšanas veidā, audio un video zvana formātā, kā arī sūtīt dažādu tipu datnes.
2. Pamatojoties uz aptaujas rezultātiem, vispopulārākās tiešsaistes tīkla lietotnes ir *WhatsApp* un *Viber*.
3. Pamatojoties uz aptaujas rezultātiem, tiešsaistes tīkla lietotņu svarīgākās īpašības ir funkciju daudzums, lietotāja saskarnes ērtība un datnes sūtīšanas ātrums.
4. Katrai tiešsaistes tīkla lietotnei ir savas stiprās un vājās puses. Ņemot vērā noteikto uzdevumu, lietotājs var izvēlēties atbilstošu lietotni. Lietotne *Viber* sūtīja ātrāk visu tipu datnes, bet lietotnei *WhatsApp* ir plašāka funkcionalitāte.
5. Izmantojot kvantitatīvus un kvalitatīvus kritērijus, tika noteikts, ka *WhatsApp* ir visefektīvākā tiešsaistes tīkla lietotne.

Pētījuma gaitā tika izpildīti visi izvirzītie darba uzdevumi, darba mērķis tika sasniegts. Tika izpētītas populārākas tiešsaistes tīkla lietotnes un noteikta visefektīvākā.

Pētījuma gaitā iegūtie rezultāti apstiprina pētījuma hipotēzi. Pēc pētījuma rezultātiem, vispopulārākā tiešsaistes tīkla lietotne arī ir visefektīvākā tiešsaistes tīkla lietotne.

Priekšlikumi tālākai darba uzlabošanai, papildināšanai un attīstībai:

1) Turpināt lietotņu *Viber* un *WhatsApp* funkcionalitātes izpēti.
2) Turpināt lietotņu *Viber* un *WhatsApp* salīdzinājumu pēc papildiespējām.
3) Pārbaudīt pētījuma ietvaros iegūtos rezultātus dažādas veiktspējas mobilajās ierīcēs.
4) Salīdzināt pētījuma ietvaros iegūtos rezultātus ar ekspertu viedokļiem.

LITERATŪRAS SARAKSTS

Raksti žurnālos, publikācijās:

1) Informācijas tehnoloģiju drošības incidentu novēršanas institūcijas (CERT.LV) portāls, Rakstu krājums projekta "Esi drošs!" ietvaros, Baiba Kaškina, *Sociālie tīkli*, 26.04.2011. – [atsauce 23.11.2018.] Pieejams: https://www.esidross.lv/2011/04/26/socialie-tikli/
2) Informācijas tehnoloģiju drošības incidentu novēršanas institūcijas (CERT.LV) portāls, Gints Mālkalnietis, *Mobilo ierīču un tīklu drošība*, Rīga, 31.01.2014. – [atsauce 24.11.2018.] Pieejams: https://cert.lv/uploads/vizites/Mobilie_skolotajiem-2014_Gints.pdf

Grāmatas:

3) Datu valsts inspekcijas portāls, *Datu valsts inspekcijas rekomendācija "Personas datu apstrāde tiešsaistes sociālajos tīklos"*, Rīga, 2017, 22 lpp. – [atsauce 23.11.2018.] Pieejams: http://www.dvi.gov.lv/lv/wp-content/uploads/63472_DVI_socialie_tiikli_v2.pdf

Tīmekļa vietnes, elektroniskie izdevumi:

4) Kompānijas *Microsoft* oficiālā tīmekļa vietne, *Facebook Messenger*. – [atsauce 21.09.2018.] Pieejams: https://www.microsoft.com/lv-lv/p/messenger/9wzdncrf0083?activetab=pivot%3Aoverviewtab

5) Latvijas ziņu portāls DELFI, *Ikdienā bieži lietotas aplikācijas un tehnoloģijas, kas neeksistēja pirms desmit gadiem: Aplikācija "Snapchat"*, 19.07.2017. – [atsauce 25.11.2018.] Pieejams: https://www.delfi.lv/bizness/tehnologijas/ikdiena-biezi-lietotas-aplikacijas-un-tehnologijas-kas-neeksisteja-pirms-desmit-gadiem.d?id=49057711&page=2
6) Mesendžera *Telegram* oficiālā tīmekļa vietne, *Telegram iespējas.* – [atsauce 22.09.2018.] Pieejams: https://telegram.org/faq
7) Mesendžera *Viber* oficiālā tīmekļa vietne, *Vibera funkcijas*. – [atsauce 21.09.2018.] Pieejams: https://www.viber.com/features/
8) Mesendžera *WhatsApp* oficiālā tīmekļa vietne, *WhatsAppa iespējas*. – [atsauce 21.09.2018.] Pieejams: https://www.whatsapp.com/features/

MESSENGER COMPARISON

Bartkevičs Antons
Dzjumane Natalija (scientific supervisor)
Daugavpils Secondary School No. 9, Latvia

ABSTRACT: Messenger market allows great variety of programs. They have similar functions but different possibilities. So the aim of the work is to explore the most popular messengers and define the most effective one. To achieve this goal, empirical data acquisition methods (interrogation, practical experiment, description, comparison) and data developing techniques (graphical display method, tabulated data collection method, statistical analysis method, results analysis and interpretation) were used. During the research, most popular messengers were compared by criteria and their strengths and weaknesses were identified as well as the most effective messenger was determined.
Keywords: communication, application program, messenger.

СРАВНЕНИЕ МЕССЕНДЖЕРОВ

Барткевич Антон
Дзюмане Наталия (научный руководитель)
Даугавпилсская средняя школа №9, Латвия

АННОТАЦИЯ: на рынке мессенджеров представлено широкое многообразие программ. У них похожие функции, но различные возможности. Таким образом, цель работы – исследовать популярные мессенджеры и определить наиболее эффективный из них. Для достижения этой цели использованы эмпирические методы получения данных (опрос, практический эксперимент, описание, сравнение) и методы обработки полученных данных (графическое отображение данных, обобщение полученных данных в виде таблицы, метод статистического анализа, анализ и интерпретация результатов). В ходе исследования было проведено сравнение популярных мессенджеров по конкретным критериям и определены их сильные и слабые стороны, а также определён наиболее эффективный мессенджер.
Ключевые слова: коммуникация, прикладная программа, мессенджер.

QR KODU VEIDOŠANA UN TO PRAKTISKAIS PIELIETOJUMS

Gololobovs Vadims
fiorelli33@gmail.com
Dzjumane Natālija (zinātniskā vadītāja)
natalija.dzjumane@inbox.lv
Daugavpils 9.vidusskola, Latvija

ANOTĀCIJA: Darbā tika aprakstīti algoritmi QR koda ģenerēšanai un lasīšanai, kā arī aplūkotas QR kodu pielietošanas praktiskās iespējas QR kvesta piemērā. Tādējādi darba mērķis ir izveidot QR kvesta materiālus un aprobēt to izmantošanu mācību stundas gaitā. Šī mērķa sasniegšanai tika izmantotas empīriskās datu ieguves metodes (literatūras apskats, literatūras analīze, datu vākšana, empīrisks pētījums, praktiskais darbs) un datu apstrādes metodes (izveidoto praktisko materiālu aprobācija, iegūto datu apkopošana, rezultātu analīze un interpretācija). Pētījuma ietvaros tika izveidoti QR kvesta materiāli un īstenota to aprobēšana 7. klases skolēniem ar mērķi atrast atbildi uz galveno pētījuma jautājumu: kādā veidā QR kodi var tikt izmantoti izglītības procesā?
Atslēgas vārdi: QR kods, koda ģenerēšana, koda lasīšana, kvests, aprobācija.

IEVADS

Mūsdienīgā pasaulē svītrkodi kļuvuši par vienkāršāko veidu, kā ievadīt informāciju, jo svītrkoda nolasīšana ir daudz precīzāka, ātrāka un vieglāka nekā manuāla datu ievadīšana. Informācija tiek saglabāta svītrkodos kodētā veidā, un tas ne tikai paaugstina datu drošības līmeni, bet arī var ietaupīt naudas līdzekļus. Eksistē vairāku veidu svītrkodi, katrs no tiem paredzēts noteiktiem mērķiem un tiek izmantots noteiktos apstākļos. QR kods (*Quick Response Code*) ir īpaši populārs svītrkodu veids, tāpēc ka ļauj saglabāt lielu datu apjomu. Pašlaik QR kodus plaši izmanto dažādās nozarēs un ar katru dienu paplašinās to pielietojuma jomas. Tādējādi QR kodu izmantošanas tēma ir aktuāla un mūsdienīga.

Darbs tika veidots Daugavpilī uz Daugavpils 9. vidusskolas bāzes no 2018.gada maija līdz 2019. gada janvārim. Pētījuma grupa ir Daugavpils 9. vidusskolas 7.B klases 19 skolēni, izmantots serviss – https://www.qr-code-generator.com

Darba mērķis: Izveidot QR kvesta materiālus un aprobēt to izmantošanu mācību stundas gaitā.

Pētījuma jautājums: Kādā veidā QR kodi var tikt izmantoti izglītības procesā?

Pētījuma uzdevumi:

1. Iepazīties ar svītrkodu tipiem.
2. Iepazīties ar QR koda īpatnībām un to priekšrocībām.
3. Izstrādāt algoritmus QR kodu ģenerēšanai un lasīšanai.
4. Atlasīt teksta uzdevumus skolēniem un ģenerēt to QR kodos.
5. Aprobēt izveidotu QR kodu izmantošanu praktiskā darbībā.
6. Analizēt pētījuma gaitā iegūtos rezultātus un interpretēt tos.

SVĪTRKODU TIPI

Svītrkods ir grafisks attēls, kas sastāv no melnām un baltām svītrām [12], tiek novietots uz marķējuma vai iepakojuma virsmas un var būt izlasīts ar tehnisku līdzekļu palīdzību [9; 11]. Svītrkodu tipi: viendimensijas svītrkods, divdimensiju svītrkods. [1]

Viendimensijas (1D) svītrkods – lineārais svītrkods, kuru nolasa tikai vienā virzienā (horizontāli). Visizplatītākie lineāro svītrkodu veidi ir lineārais svītrkods *EAN* (*European Article Numbering*, izmantots Eiropā, piemēram, *UPC-A, UPC-E*) un lineārais svītrkods *UPC* (*Universal Product Code*, izmantots ASV un Kanādā, piemēram, *EAN-8, EAN-13, EAN-128*). [8; 11]

Divdimensiju (2D) svītrkods – matricu svītrkods, kuru nolasa vairākos virzienos. Visizplatītākie divdimensiju svītrkodu veidi ir *DataMatrix* kods (kvadrāta jeb taisnstūra izklājuma svītrkods; koda ietilpība: 3116 cipari, 2335 burti-cipari) un *QR* kods (kvadrāta izklājuma svītrkods; koda ietilpība: 7089 cipari, 4296 burti-cipari). Divdimensiju svītrkodi novērš viendimensijas svītrkodu galveno trūkumu – spēju ierakstīt pārāk maz informācijas. [2; 8; 10]

QR KODA ĪPATNĪBAS UN PRIEKŠROCĪBAS

QR kods (*Quick Response Code*) tulkojumā no angļu valodas nozīmē "ātri reaģēt". [4; 5]

QR koda **īpatnības**:

- QR koda veidošanai nepieciešams QR kodu ģenerators (tīmekļa vietne jeb mobila aplikācija);
- gatavs QR kods ir atsevišķs grafiskais fails, kuram ir relatīvi neliels izmērs pikseļos (no 21 x 21 px – līdz 177 x 177 px);
- vienā QR kodā ir iespējams iekodēt lielu simbolu apjomu (cipari – 7089, cipari un burti, ieskaitot kiriliku – 4296, binārais kods – 2953, hieroglifi – 1817);
- QR kods ļauj šifrēt ne tikai tekstu, bet arī cita veida datus – tīmekļa saites, e-pasta adreses, vizītkartes, attēlus, audio datnes, tālruņu numurus un īsziņas;
- QR kodu nolasīšanai izmanto parastas mobilās ierīces (viedtālruni vai planšetdatoru) ar fotokameru un attiecīgu lietotni;
- QR kodu ir iespējams ātri un ērti nolasīt, jo lasīšanas programmas ir iespējams ielādēt gandrīz visu viedtālruņu ražotāju;
- QR koda atpazīšanas programmas izvēle ir atkarīga no instalētas operētājsistēmas; īpaša uzmanība jāpievērš tam, vai konkrētā programma atbalsta *Unicode* kodējumu;
- QR kodu var nolasīt no jebkuras puses (skenē 360 grādos);
- QR kods ir izturīgs pret bojājumiem un netīrumiem (jo spēj labot nolasīšanas kļūdas, ja bojātā platība nav lielāka par 30% no kopējās koda platības). [3; 5; 6; 8]

Tādejādi QR kods nodrošina vairākas **priekšrocības**: iespēja viegli nokodēt lielu informācijas apjomu un ātri to nolasīt. [4; 5] Pašlaik QR kodu plaši izmanto ražošanā, loģistikā, tirdzniecībā, reklāmas un izklaides jomās, kā arī citās nozarēs. [5]

ALGORITMU IZSTRĀDĀŠANA

Pētījuma mērķis: izstrādāt algoritmu QR koda ģenerēšanai un algoritmu QR koda nolasīšanai. Izmantotās metodes: datu vākšana, empīrisks pētījums.

QR koda **ģenerēšana**:

1) doties uz vietni, kas ir QR kodu ģenerators. Piekļuve lielākajai daļai vietņu ir bez maksas, piemēram, https://www.qr-code-generator.com/;
2) norādīt sākumdatu tipu, piemēram, URL, vizītkarte, teksts, e-pasta adrese, SMS, audio datne, attēls, telefona numurs jeb cita informācija;
3) ievadīt sākumdatus speciālajā laukā informācijas ievadīšanai;
4) atlasīt QR koda veidu (statisko / dinamisko), QR koda krāsu un citas papildu funkcijas (daži var būt maksas);
5) ģenerēt QR kodu;
6) lejupielādēt ģenerēto QR kodu vēlamajā formātā, piemēram, PNG, JPG, SVG jeb EPS.

QR koda **lasīšana**:

1) aktivizēt programmu tālrunī, lai atpazītu QR kodus, pagaidīt dažas sekundes, kamēr mobilā tālruņa kamera aktivizēsies;
2) pietuvināt mobilā tālruņa kameru QR kodam. Tajā pašā laikā ir nepieciešams ievērot svarīgu nosacījumu: ja QR ir mazs, tad kamerai ir jāatrodas 15 cm attālumā no tā;
3) pielāgot attēla lielumu un izšķirtspēju uz ekrāna. Pēc tam QR kodam jābūt ekrāna centrā, un tam jābūt skaidrām kontūrām;

4) pēc dažām sekundēm, pēc QR koda analīzes, QR kodu atpazīšanas programma nodrošinās informāciju par QR koda saturu;
5) tiklīdz skenēšana ir pabeigta, ierīcei tiks piedāvāts veikt jebkuru QR kodā šifrētu darbību – to var sūtīt kā īsziņu vai e-pastu, sekojot saiknei, piezvanot, saglabājot kontaktinformāciju, publicējot kaut ko sociālajā tīklā un utt;
6) ja QR kods netika atpazīts, tad noklikšķiniet taustiņu *Snapshot*, lai atkārtoti aktivizētu skeneri.

QR KVESTA MATERIĀLU IZVEIDOŠANA

Pētījuma mērķis: izmantojot iepriekš izstrādāto algoritmu QR koda ģenerēšanai, izveidot QR kodus QR kvesta sagatavošanai. Izmantotās metodes: literatūras analīze, praktiskais darbs.

QR kvests (*QR Code Quest*) ir interaktīva spēle, kurā uzdevumi tiek šifrēti QR kodos. [7] QR kvesta tēma ir "Brīvdienas Lielbritānijā". Spēle ir paredzēta 6.-7. klašu skolēniem. Pamatojoties uz mācību materiāliem šajā vecuma kategorijā, ir sagatavoti teksti par sešām Lielbritānijas brīvdienām, katrai tēmai atbilst noteikta krāsa. Teksta teikumi tiek kodēti un pārveidoti QR kodos (skat. 1.-6. att.). QR kodu veidošanai tiek izmantota vietne https://www.qr-code-generator.com/

1) Holidays in Great Britain: CHRISTMAS (blue) (skatīt 1. att.)
1. Christmas Day, December 25, is probably the most popular family holiday in Great Britain.
2. Before Christmas people decorate their houses and Christmas trees with toys, coloured balls and little coloured lights.
3. On the eve of Christmas children hang their stockings above their beds, so that Santa Claus could put presents into them.
4. People open their presents on Christmas morning and they all are happy with what they get.
5. The traditional Christmas meal is roast turkey and Christmas pudding.
6. After Christmas dinner people listen to the Christmas speech of the Queen, shown on TV. So, Christmas is a merry family holiday for all the people of Great Britain.

1 (blue) 2 (blue) 3 (blue) 4 (blue) 5 (blue) 6 (blue)

1. att. QR kodi tekstam CHRISTMAS (blue)

2) Holidays in Great Britain: HALLOWEEN (black) (skatīt 2. att.)
1. Halloween is a holiday loved by all children.
2. It takes place on the 31-st of October.
3. There are a lot of parties and people dress up in costumes of witches and ghosts and make lanterns of pumpkins with a candle inside.
4. People also play different games and have fun.
5. Children usually go from house to house, knock on doors and say: "Trick or treat".
6. People should give them something, or they will play a trick on them.

1 (black) 2 (black) 3 (black) 4 (black) 5 (black) 6 (black)

2. att. QR kodi tekstam HALLOWEEN (black)

3) Holidays in Great Britain: EASTER DAY (brown) (skatīt 3. att.)
1. In April or at the end of March English people celebrate Easter Day.
2. They celebrate it as the start of spring or a religious festival.
3. In England it is time to give and get presents.

4. On Easter Sunday children get chocolate Easter eggs or rabbits.
5. You can buy them at any sweet shop in the weeks before Easter.
6. Children play games and have a lot of fun on this day.

1 (brown) 2 (brown) 3 (brown) 4 (brown) 5 (brown) 6 (brown)

3. att. QR kodi tekstam EASTER DAY (brown)

4) Holidays in Great Britain: NEW YEAR (green) (skatīt 4. att.)

1. English people celebrate New Year on the 31st of December. A lot of people go to Trafalgar Square to see the Christmas tree. They have a New Year party at home.
2. When Big Ben strikes twelve, they wish their dearest and nearest a 'Happy New Year'.
3. Some British people make New Year's resolutions for the New Year.
4. There is an interesting New Year tradition: in Scotland you can go 'first footing'.
5. The first visitor who comes into a house on New Year's morning is 'the First Foot'.
6. The Scots believe that the First foot brings luck to the family for the New Year.

1 (green) 2 (green) 3 (green) 4 (green) 5 (green) 6 (green)

4. att. QR kodi tekstam NEW YEAR (green)

5) Holidays in Great Britain: ST. PATRICK'S DAY (magenta) (skatīt 5. att.)

1. The 17th of March is a national Irish holiday - St. Patrick's Day.
2. It is a very well known holiday, which is celebrated not only in Ireland but all around the world.
3. The most common St Patrick's Day symbol is the shamrock.
4. The shamrock is the leaf of the clover plant and a symbol of the Holy Trinity.
5. On that day people dance and sing, watch the St. Patrick's Day parade, wear green clothes and just generally have a good time.
6. Children in Ireland have a tradition of pinching their friends who don't wear green on this day!

1 (magenta) 2 (magenta) 3 (magenta) 4 (magenta) 5 (magenta) 6 (magenta)

5. att. QR kodi tekstam ST. PATRICK'S DAY (magenta)

6) Holidays in Great Britain: ST. VALENTINE'S DAY (red) (skatīt 6. att.)

1. The 14th of February is St. Valentine's Day.
2. St. Valentine is the Patron Saint of love, young people, happy marriages and the holiday was named after him.
3. It is widely celebrated among people of all ages.
4. People buy or make Valentine cards and send them to people they love.
5. They don't sign their cards - you must guess who sent the cards to you.
6. Valentine's cards can be pink or red-coloured and some of them can be heart-shaped.

1 (red) 2 (red) 3 (red) 4 (red) 5 (red) 6 (red)

6. att. QR kodi tekstam ST. VALENTINE'S DAY (red)

QR KVESTA APROBĀCIJA

Pētījuma mērķis: veikt aprobāciju iepriekš izveidotajiem praktiskajiem materiāliem interaktīvās spēles gaitā – informātikas stundas laikā (40 min). Pētījuma bāze: Daugavpils 9. vidusskolas 7.B klases 19 skolēni. Datums un vieta: 20.12.2018., datorklase. Izmantotās metodes: izveidoto praktisko materiālu aprobācija, iegūto rezultātu analīze un interpretācija.

Izmantojot iepriekš izveidotus QR kodus, tika īstenota interaktīva spēle – QR kvests par tematu "Holidays in Great Britain". Pasākuma laikā katrai komandai ir jābūt viedtālrunim ar piekļuvi internetam, tālrunī ir jābūt instalētai lietotnei QR kodu lasīšanai. QR kodi atrodas dažādās vietās. Spēles dalībniekiem jāatrod visi QR kodi, jādešifrē QR kodos paslēptā informācija un jāizpilda kopīgais komandas uzdevums.

Spēles gaita:

- sagatavošanas posms (3 min): spēles dalībnieku dalīšana komandās, dalībnieku instruktāža par spēles noteikumiem;
- temata izvēle (2 min): katra komanda skenē melnbaltu QR kodu;
- kvesta posms (10 min): katra komanda vāc savas krāsas 6 QR kodus, dešifrē QR kodos paslēpto informāciju;
- kopēja komandu uzdevuma izpildes posms (15 min): prezentācijas veidošana par informāciju, kura tiek saņemta no QR kodiem; uzstāšanās;
- refleksijas posms (10 min): katra komanda vērtē savu dalību pasākumā (skatīt 7. attēlu).

Skolēnu darbības vērtēšanas kritēriji: informācijas vākšanas un dešifrēšanas ātrums, prasme strādāt ar dešifrēto informāciju, līdzdalības un sadarbības prasmes.

Daugavpils 9. vidusskola, 2018./2019.m.g.
Klase: 7.B. Datums: 20.12.2018.

QR KODU PRAKTISKAIS PIELIETOJUMS

1. skolēna vārds, uzvārds _____
2. skolēna vārds, uzvārds _____
3. skolēna vārds, uzvārds _____
4. skolēna vārds, uzvārds _____

QR kvests "Holidays in Great Britain"
Skolēnu grupas pašvērtējums

1) Kādā veidā QR kodi var būt izmantoti izglītības procesā?

.....

.....

2) Kas Tev likās visinteresantākais šajā pasākumā? Ko jaunu Tu uzzināji?

.....

.....

	Piekrītu	Drīzāk piekrītu	Drīzāk nepiekrītu	Nepiekrītu
Aktivitātes kopumā bija interesantas				
Iegūtā informācija ir lietderīga				

7. att. QR kvesta refleksijas posms

REZULTĀTU ANALĪZE

Skolēniem, QR kvesta dalībniekiem, bija nepieciešams atrast atbildi uz galveno pētījuma jautājumu: **kādā veidā QR kodi var tikt izmantoti izglītības procesā?** (skatīt 7. att.) Daudzi skolēni atzīmēja, ka QR kodus var izmantot kā mācību materiālus, lai kodētu teksta uzdevumus un hipersaites, lai saņemtu ātru piekļuvi tīmekļa resursiem.

Pasākuma gaitā, izpildot uzdevumus ar QR kodu izmantošanu, skolēniem bija iespēja ne tikai paplašināt savas iemaņas un prasmes jaunu informācijas tehnoloģiju izmantošanā, bet arī attīstīt angļu valodas kompetences (klausīšanās, runāšana, lasīšana, rakstīšana). Skolēnu grupas pašvērtējumā QR kvesta dalībnieki liecina, ka visas pasākuma aktivitātes bija interesantas un iegūtā jaunā informācija bija lietderīga.

Novērojamās grūtības QR kvesta gaitā: daudziem skolēniem nav iepriekšējās pieredzes darbā ar QR kodiem, tādējādi ir nepieciešama papildnodarbība pirms spēles, lai iemācītu kvesta dalībnieku pārcelt informāciju no mobilā telefona datorā.

SECINĀJUMI

Izpētot problēmu un radot tai risinājumu, tika secināts:

6. Svītrkods ir nokodētas informācijas priekšstats grafiskā veidā, dalās viendimensijas svītrkodos un divdimensiju svītrkodos.
7. QR kods – kvadrāta izklājuma svītrkods, ļauj iekodēt lielu simbolu apjomu un saņemt ātru piekļuvi kodētai informācijai.
8. Pētījuma gaitā tika izstrādāts algoritms QR kodu ģenerēšanai, izmantojot tīmekļa vietni, kā arī izstrādāts algoritms QR kodu lasīšanai, izmantojot lietotni viedtālrunī.
9. Pētījuma gaitā tika atlasīti teksta uzdevumi par tematu "Holidays in Great Britain", kuri atbilst noteiktajam skolēnu vecumam, un pārvērsti 42 QR kodos.
10. Tika veikta aprobācija iepriekš izveidotajiem praktiskajiem materiāliem QR kvesta gaitā.
11. Daudzi skolēni atzīmēja, ka QR kodus var viegli un ērti izmantot mācību stundas gaitā, interaktīvās darba formas palielina skolēnu motivēšanu mācībām.

Pētījuma gaitā tika izpildīti visi izvirzītie darba uzdevumi, darba mērķis ir sasniegts: tika izveidoti QR kvesta materiāli un aprobēta to izmantošana mācību stundas gaitā.

Atbildot uz pētījumā izvirzīto jautājumu, tiek secināts, ka QR kodi var tikt izmantoti izglītības procesā kā mācību materiāli, lai kodētu tekstu uzdevumus un hipersaites, lai saņemtu ātru piekļuvi tīmekļa resursiem.

Priekšlikumi tālākai darba uzlabošanai, papildināšanai un attīstībai:

1) Palielināt skolēnu skaitu aprobācijā un īstenot QR kvestu citās klasēs, izmantojot iepriekš izveidotus QR kvesta materiālus.
2) Paplašināt mācību priekšmetu klāstu un izveidot jaunus QR kvesta materiālus izmantošanai dažādos mācību priekšmetos: matemātikā, ķīmijā, bioloģijā, …
3) Veikt skolēnu aptauju, lai uzzinātu – kādos skolas pasākumos un kāda formā var pielietot QR kodus.
4) Turpināt QR kodu pētījumu, lai uzzinātu jaunas QR kodu izmantošanas priekšrocības un pielietošanas jomas.
5) Izstrādāt savu lietotni QR kodu lasīšanai.

LITERATŪRAS SARAKSTS

Grāmatas:

1) А. С. Балалаев, Е. В. Королищук, *Информационная логистика. Контроль штрих-кодов*. Izdevniecība ДВГУПС, 2012, 128 lpp. – [atsauce 14.04.2018.] Pieejams: https://it.rfei.ru/course/~rInk/~Os8r/~dqQZ

Tīmekļa vietnes, elektroniskie izdevumi:

2) Biedrības "*GS1Latvija*" tīmekļa vietne. – [atsauce 15.04.2018.] Pieejams: https://gs1lv.org/svitrkodi
3) Informatīvs portāls "Tīmekļa vietnes uzbūvēšana". – [atsauce 08.10.2018.] Pieejams: http://www.internet-technologies.ru/articles/kak-sozdat-qr-kod-i-zachem-eto-nuzhno.html
4) Informatīvs portāls "QR kodu veidošana un izmantošana". – [atsauce 08.10.2018.] Pieejams: http://qr-pr.ru/qr-code/
5) Izdevēja "Latvijas Vēstneša" portāls. – [atsauce 21.04.2018.] Pieejams: https://lvportals.lv/skaidrojumi/255248-kas-ir-qr-kods-2013
6) Izglītības portāls "Akadēmiķis": vārdnīcas un enciklopēdijas. – [atsauce 08.12.2018.] Pieejams: https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1149180

7) Izglītības portāls “Handy4class: Teaching and Learning with Technology”. – [atsauce 18.12.2018.] Pieejams: http://www.handy4class.com/activitytypes/qr-code-quest/
8) Izziņu tabulas un shēmas. Informatīvs portāls skolēniem un studentiem. – [atsauce 14.04.2018.] Pieejams:http://infotables.ru/strany-i-goroda/8-tablitsa-tovarnyj-shtrikh-kod-proizvoditelya-stran-mira
9) Kompānijas “*R-ID*” (programmatūras veidošana) tīmekļa vietne – [atsauce 14.04.2018.] Pieejams: http://www.r-id.ru/technology/shtrikh-kod/
10) Kompānijas “*SMART sistēmas*” tīmekļa vietne. – [atsauce 21.04.2018.] Pieejams: http://asupro.com/gps-gsm/means-identification/reference/advant-drawback-barcode-identification.html?utm_source=www.google.com
11) Portāls datorspeciālistiem “*Geekpad*”. – [atsauce 15.04.2018.] Pieejams: https://geekpad.ru/lv/how-to-create-your-own-barcode-barcode.html
12) RTU Datorzinātnes un informācijas tehnoloģijas fakultāte, Informācijas tehnoloģijas institūts, Modelēšanas un imitācijas katedra, A. Romānovs, *Loģistikas informācijas sistēmas*, 2.lekcija “Objektu identifikācijas tehnoloģijas loģistikā: svītrkodēšana”. – [atsauce 18.12.2018.] Pieejams: http://www.itl.rtu.lv/mik/file2/2.lekcija.pdf

CREATION AND PRACTICAL UTILIZATION OF QR CODES

Gololobovs Vadims
Dzjumane Natalija (scientific supervisor)
Daugavpils Secondary School No. 9, Latvia

*ABSTRACT**:** Algorithms of the production and reading QR cods are described in the work; as well as their practical usage are shown on the example of QR quest. So the aim of the work is to work out materials for the QR quest and approbate their usage during a lesson. Empirical methods of data acquisition research were used to achieve the objectives (review and analysis of literature, data collection, empirical research, practical work) methods of data processing (approbation of the created practical materials, summing up the received data, analysis and interpretation of the results). During the research the materials for and approbation of QR quest were held for the students of Form 7 with the aim of obtaining an answer to the main question: how QR cods can be used in the educational process.*
Keywords: QR code, code generation, code reading, QR code quest, approbation.

СОЗДАНИЕ QR КОДОВ И ИХ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Гололобов Вадим
Дзюмане Наталия (научный руководитель)
Даугавпилсская средняя школа №9, Латвия

*АННОТАЦИЯ**:** В работе описаны алгоритмы генерации и чтения QR кода, а также рассмотрены практические возможности использования QR кодов на примере QR квеста. Таким образом, цель работы – создать материалы QR квеста и апробировать их использование в ходе учебного урока. Для достижения этой цели использованы эмпирические методы получения данных (обзор литературы, анализ литературы, сбор данных, эмпирическое исследование, практическая работа) и методы обработки полученных данных (апробация созданного практического материала, обобщение полученных данных, анализ и интерпретация результатов). В рамках исследования созданы материалы QR квеста и апробированы для учеников 7-го класса с целью ответить на главный вопрос исследования: каким образом QR коды могут быть использованы в учебном процессе?*
Ключевые слова: QR код, генерация кода, чтение кода, квест, апробация.

CIGAREŠU FILTRA IETEKME UZ TABAKAS DŪMU KAITĪGUMU

Nataļja Osipova
o.natusja@inbox.lv
Daugavpils Valsts ģimnāzijas 12. klases skolniece
Irina Fjodorova (darba vadītāja)
irina.fjodorova@daugrc.edu.lv
Daugavpils Valsts ģimnāzijas ķīmijas skolotāja
Sergejs Osipovs (zinātniskais konsultants)
sergejs.osipovs@du.lv
Daugavpils Universitātes asoc. profesors

IEVADS

Pasaulē, kaitīgu vielu lietošana ir ļoti aktuāla problēma, īpaši smēķēšana un jauniešu vidū turpina pieaugt to cilvēku skaits, kuri lieto šīs vielas. Visbiežāk smēķēšana notiek, izmantojot cigaretes, kuru galā ir filtrs. Tos parasti izgatavo no celulozes, kas samazina ievilkto dūmu daudzumu un kaitīgumu. Vai tiešām cigarešu filtrs atstāj ietekmi uz tabakas dūmu kaitīgumu.

Cigarešu filtrus izgatavo no poraina materiāla, piemēram, papīra, kokvilnas, korķa, lai absorbētu mitrumu, darvu, nikotīnu un dažādus citus piemaisījumus. Tos visbiežāk izgatavo no celulozes acetāta, kas aiztur darvas un citu kaitīgo ķīmisko vielu ieelpošanu.

Šī zinātniskās pētniecības ***darba mērķis*** ir izpētīt, kā cigarešu filtrs ietekmē nikotīna un darvas koncentrāciju tabakas dūmos.

Hipotēze – cigarešu filtrs ievērojami samazina nikotīna un darvas koncentrāciju tabakas dūmos, bet pilnībā neatbrīvo tos no kaitīguma.

Darba uzdevumi:

1. Izveidot mehānismu, kurš imitē smēķēšanas procesu
2. Ņemt nikotīna un darvas paraugus no tabakas dūmiem no cigaretēm ar un bez filtra
3. Izanalizēt paraugus ar gāzes hromatogrāfu ar masspektrometra palīdzību
4. Kvalitatīvi un kvantitatīvi analizēt iegūtos rezultātus
5. Secināt par cigarešu filtru ietekmi uz nikotīna un darvas koncentrāciju tabakas dūmos.

KAS IR TABAKA?

Tabaka (1.att.) ir viengadīgs divdīgļlapju klases augs ar īsu galveno sakni un 6-8 piesaknēm, kas sazarojas blīvā sakņu sistēmā. Kāta galā ziedkopās ar sakopotiem ziediņiem, kam kausiņš ir stobra, vainadziņš piltuves un stobra veidā. Auglis ir divviru pogaļa ar daudzām sīkām sēklām. Auga galvenais stublājs zarojas tikai pašā augšā. Augs var sasniegt 50 cm līdz 3 m augstumu, tas ir atkarīgs no šķirnes un augšanas apstākļiem. Tabaka pieder nakteņu dzimtai.

1. att. Tabakas ārējais izskats (http://bigpicture.ru)

TABAKAS DŪMU ĶĪMISKAIS SASTĀVS

Tabakas dūmi satur tūkstošiem ķīmisku savienojumu [1.Uchiyama*etal.,* 2015]. Daudzi no tiem ir toksiski un organismam kaitīgi. Dūmos nikotīns (tabakas lapās un sēklās esošs alkaloīds, spēcīga nervu sistēmas inde, kas izraisa pieradumu un atkarību) ir tikai 30%. Pārējos 70% veido:

- oglekļa monooksīds jeb tvana gāze – nāvējoša gāze, kas rodas, tabakai sadegot, tā samazina skābekļa daudzumu, kas ar asinīm tiek pievadīts audiem, un veicina sirds slimību attīstību;
- tabakas darva – neapstrādāts bezūdens dūmu kondensāts, kas satur apmēram 4000 ķīmisku komponentu, kuri pieder pie dažādām ķīmisko vielu klasēm (amonjaks, gaistošie amīni, aldehīdi, policikliskie aromātiskie savienojumi, metāli u. c.);
- ķīmiskie savienojumi ar mutagēnu un kancerogēnu iedarbību – arsēns, niķelis, benzols, 4–aminobifenils, sešvērtīgā hroma savienojumi, kadmijs u. c.;
- radioaktīvās vielas (polonijs, rādijs, cēzijs u. c.);
- citas ķīmiskas vielas – benzpirēns, skudrskābe, etiķskābe, zilskābe u. c.

NIKOTĪNS

Nikotīns ir visizteiktākā atkarību radošā viela, pārspējot heroīnu, kokaīnu, alkoholu, kofeīnu un marihuānu. Smēķējot, nikotīns cilvēkam izraisa dažādas reakcijas – vieni smēķējot kļūst mierīgi, turpretim citi - enerģiski. Tas atkarīgs no ieelpotā nikotīna daudzuma un tā, kādas smadzeņu šūnas tiek ietekmētas. Jau septiņas sekundes pēc tabakas dūmu ieelpošanas nikotīns sasniedz smadzeņu šūnas. Nikotīns ir arī ļoti toksisks. Cilvēkam nāvējošā nikotīna deva ir viens miligrams uz vienu kilogramu ķermeņa svara.

DARVA

Tabakas dūmiem nonākot plaušās, tie pārveidojas par brūni melnu lipīgu masu – darvu, kas satur simtiem ķīmisku vielu, ieskaitot indes un ļaundabīgus audzējus izraisošas vielas. Cilvēks, kas dienā izsmēķē paciņu cigarešu, gada laikā ieelpo apmēram 100 gramus darvas.

TVANA GĀZE

Tvana gāze ir indīga gāze, kas veidojas tabakas sadegšanas procesā. Tā saistās ar asinīm skābekļa vietā un pasliktina ķermeņa audu apgādi ar skābekli, iedarbojas uz sirdi un asinsvadiem. Smēķētāja organismā 15% asiņu skābekļa vietā pārnēsā tvana gāzi.

Cigaretes dūmi vēl satur acetonu (krāsu šķīdinātājs), amoniju (tīrīšanas līdzekļu sastāvdaļu), butānu (deggāzi), DDT (insekticīdu), svinu, metanolu (raķešu degviela), sērskābi, zilskābi, radonu (radioaktīvu gāzi) un citas vielas, kurām var būt saistība ar sirds un asinsrites sistēmas, plaušu un citu ļaundabīgo audzēju, emfizēmas un hroniska bronhīta rašanos [2. Zaridze, 1986: 168-191].

Cigarešu filtrs ir veidots no poraina materiāla piemēram papīra, kokvilnas, korķa, kas atrodas cigaretes galā, lai absorbētu mitrumu, darvu, nikotīnu un dažādus piemaisījumus.

Visbiežāk cigarešu filtrus izgatavo no celulozes acetāta, kas aiztur darvas un citu kaitīgo vielu ieelpošanu, kā arī tādas vielas kā akroleīni, fenoli, un ļoti kancerogēni nitrozamīni. Filtru efektivitāti var palielināt, samazinot celulozes acetāta šķiedru diametru, palielinot filtra garumu vai pievienojot noteiktas vielas – ļoti bieži pievieno aktivēto ogli (2. att.). Pie celulozes acetāta kā plastifikatoru pievieno glicerīna triacetātu.

2. att. Cigarešu filtrs no ārēja gala un no gala, kas saskaras ar tabaku, kur redzama melna aktivētā ogle (Foto autore N. Osipova)

Reālais filtru lietošanas ieguvums ir tāds, ka tie fiksē sodrēju daļiņas. Sodrēju daļiņas ir kancerogēnas, un var nosēsties trahejās un plaušās. Sodrēji netiek izvadīti no organisma, filtri sodrējus uztver un neļauj tiem iekļūt organismā. Vēl viens aizsargājošais cigarešu filtru pluss ir sekojošs – samazina ieelpoto tabakas dūmu temperatūru [3.https://tvoi-uvelirr.ru].

Var secināt, ka cigarešu filtrus izmanto, lai samazinātu tabakas dūmu kaitīgumu, jo tie aiztur ieelpoto ķīmisko vielu daudzumu, kā arī fiksē sodrējus, samazina ieelpoto tabakas dūmu temperatūru, līdz ar to samazinot saslimšanas risku.

SMĒĶĒŠANAS MEHĀNISME IZVEIDOŠANA

Lai imitētu smēķēšanas procesu laboratorijā tika izveidots smēķēšanas mehānisms. Viens no svarīgākajiem uzdevumiem šajā etapā bija izveidot "zaļo smēķēšanas mehānismu", t.i., lai "smēķēšanas" laikā mehānisma darbība nekaitētu apkārtējai videi.

3. att. Smēķēšanas mehānisms (Foto autore: N. Osipova)

Smēķēšanas mehānisms parādīts 3. attēlā. Stikla caurulītē, kas ir iestiprināta statīvā, vienā galā ievieto analizējamo cigareti, bet otrā galā – iekārtu, kura sastāv no divām secīgi savienotām sorbcijas kolonnām. Pirmā kolonna ir pildīta ar 500 mg aminopropilsilikagelu. Šis sorbents minēts literatūrā kā viens no labākajiem sorbentiem darvas adsorbcijai [4.Brage, C. u.c.: 1997]. Gadījumā, ja kāda no tabakas dūmos esošajām vielām neadsorbējas aminopropilsilikagelā un iziet cauri, un adsorbējas otrajā sorbcijas kolonnā, kas pildīta ar 100 mg aktivētās ogles.

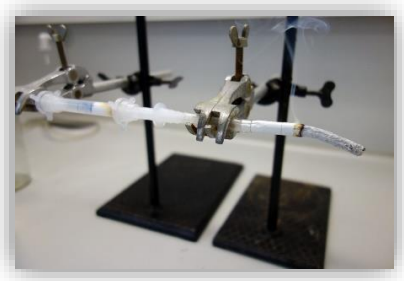
Lai veidotu gaisa plūsmu tika izmantots sūknis ar plūsmas regulējumu. Starp sūkni un sorbcijas kolonnām tika ievietotas trīs Vulfa pudeles, lai pilnībā nodrošinātu kaitīgo vielu nenonākšanu apkārtējā vidē. Pirmajā Vulfa pudelē tika iepildīts izopropanols – organisks šķīdinātājs, kurā pēc literatūras datiem ļoti labi šķīst darvas un nikotīns [5.CEN/TS 15439: 2006]. Lai savāktu izopropanola tvaikus no pirmās Vulfa pudeles otrajā Vulfa pudelē tika ieliets destilēts ūdens. Trešā Vulfa pudele ir tukša, un tika ievietota dzesējošā sniega un vārāmā sāls maisījumā, lai kondensētu izopropanola un ūdens tvaikus. Tātad, sūknis un apkārtējā vide pilnībā tika aizsargāti no nikotīna un darvas "smēķēšanas" laikā.

GĀZU HROMATOGRĀFS AR MASSPEKTROMETRU

Darbā analīzei tika izmantots gāzu hromatogrāfs Shimadzu GCMS-QP2010. Gāzu hromatogrāfijas kapilārkolonna: 30 m × 0,32 mm, nekustīgā fāze Rtx-5SIL-MS (0,25 µm slānis). Gāzhromatogrāfiskās analīzes parametri: nesējgāze – hēlijs, inžektora temperatūra 250°C, parauga tilpums 1 µl. Kolonnas temperatūras programma: 30°C (5 minūtes); 30°C→300°C (15°C minūtē); 300°C (12 minūtes), kopumā analīzes laiks – 35 minūtes.

NIKOTĪNA UN DARVAS PARAUGU ŅEMŠANA

Stikla caurulītē, kas ir iestiprināta statīvā un no viena gala savienota ar kolonnu ar sorbentu aminopropilsilikagelu, otrā galā tika ievietota analizējamā cigarete ar filtru. Pēc sūkņa iedarbināšanas tika iededzināta cigarete. Sūknis tika noregulēts tā, lai cigarete izsmēķējas aptuveni divu minūšu laikā (4. att.).



4. att. Cigaretes “smēķēšana” (Foto autore: N. Osipova)

Pēc kolonnas ar sorbentu aminopropilsilikagelu nomainīšanas visa procedūra tika atkārtota ar cigareti, no kuras iepriekš nogriezts filtrs. Tādā veidā tika iegūtas divas kolonnas ar aminopropilsilikagelu sorbentiem ar analizējamām vielām. Sorbents ar analizējamām vielām iekrāsojās tumši brūnā krāsā un atšķiras no tīra sākotnēja sorbenta (5. att.).

5. att. Kolonnas ar sorbentu pirms un pēc paraugu ņemšanas (Foto autore: N. Osipova)

VIELAS DESORBCIJA NO SORBENTA

Lai veiktu hromatogrāfiskās analīzes pētāmās vielas tiek desorbētas ar šķīdinātāju. No abām aminopropilsorbenta kolonnām desorbcija tika veikta ar dihlormetānu [4.Brage*etal.*,1997]. Sorbentu kolonna tika nostiprināta vertikāli statīvā, no augšas ar adaptera palīdzību tika pievienota tukša sorbentu kolonna, kurā tika ievadīts dihlormetāns. Tālāk dihlormetāns ar šļirces gaisa plūsmas palīdzību tika laists caur sorbentu. Eluenta uztveršanai tika izmantota stikla pudelīte, kura pēc tam tika noslēgta ar skrūvvāku.

HROMATOGRĀFISKA ANALĪZE

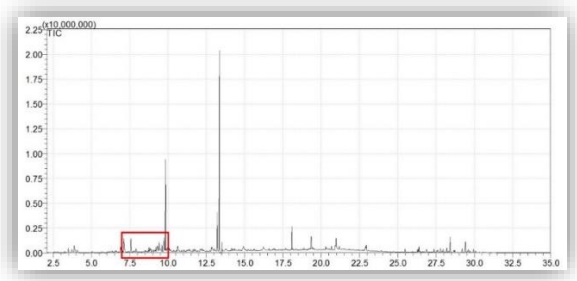
Stikla pudeles saturs tika analizēts ar gāzu hromatogrāfu ar masspektrometru Shimadzu GCMS-QP2010.

Kvalitatīvai analīzei katrā hromatogrammā ar hromatogrāfa masspektrometra palīdzību, izmantojot masspektru bibliotēku, tika identificētas 25 analizējamās vielas ar vislielākām smailēm.

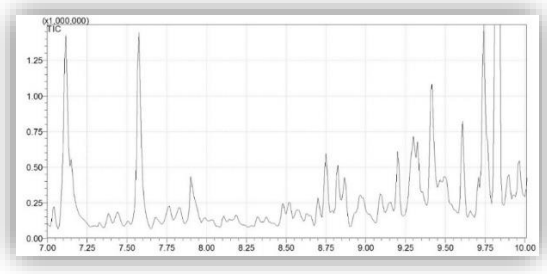
Kvantitatīvai analīzei tika izmantota absolūtās kalibrēšanas metode. Lai noteiktu nikotīna koncentrāciju tabakas dūmos, tika konstruēts kalibrēšanas grafiks. Kā standartviela tika ņemts naftalīns, viela, kas sastopama laboratorijā un kurai struktūrformula maksimāli līdzīga nikotīnam. Protams, tas dod ievērojamu kļūdu, bet nikotīna standartvielas laboratorijā nebija.

KVALITATĪVĀ ANALĪZE

Tika izanalizētas hromatogrammas, kuras iegūtas pēc tabakas dūmu analīzes no cigaretēm ar filtru un bez filtra. Katrā hromatogrammā var redzēt vairākus simtus smaiļu, katra smaile atbilsts vienai noteiktai vielai (6. att.). Kopumā katras hromatogrammas ilgums ir 35 minūtes, bet, lai redzētu, cik daudz smaiļu tur ir, tika izgriezts un palielināts trīs minūšu garš hromatogrammas gabaliņš (7. att.), kur var saskaitīt ap 50 smaiļu.



6. att. Tabakas dūmu analīzes hromatogramma. Vislielākā smaile – nikotīns



7. att. Palielināts "izgriezums" no hromatogrammas

KVANTITATĪVĀ ANALĪZE

Cigarešu filtra ietekme uz analizējamo vielu koncentrāciju

Abu hromatogrammu iepriekš identificēto analizējamo vielu smailes tika manuāli nointegrētas, un ar hromatogrāfa vadošās programmas palīdzību aprēķināts katras smailes laukums. Rezultāti tiek apkopoti tabulā.

1.tab.

Tabakas dūmu analizējamo vielu smailu laukumu salīdzinājums

N p.k.	Savienojums	Izdalīšanas laiks, min	Smailes laukums, bez filtra	Smailes laukums, ar filtru	Smaiļu laukumu bez un ar filtru attiecība
1.	Benzols	2,125	406677	9932	40,9
2.	2,5-Dimetilfurāns	2,738	540513	20237	26,7
3.	1-Metilpirols	3,333	482365	361772	1,3
4.	Piridīns	3,558	692832	412056	1,7
5.	1-(2-Propenil) ciklopentēns	3,717	1053789	682032	1,5
6.	Toluols	3,967	2997465	725892	4,1
7.	Nikotīns	13,308	32682899	12448189	2,6

Nikotīna identificēšana un daudzuma noteikšana vienā cigaretē

Vislielākās smailes masspektrs, kurš iegūts ar hromatogrāfa masspektrometra palīdzību, tika salīdzināts ar nikotīna masspektru no masspektru bibliotēkas ar hromatogrāfa vadošās programmas palīdzību. Ar 98 procentu varbūtības vislielākā smaile ir nikotīns.

Izmantojot naftalīnu kā standartvielu tika konstruēts kalibrēšanas grafiks. Naftalīns – viela, sastopama laboratorijā, kurai struktūrformula maksimāli līdzīga nikotīnam, jo nikotīna standartvielas laboratorijā nebija.

Aprēķiniem tika izmantoti dati no hromatogrammas, kura iegūta pēc tabakas dūmu analīzes no cigaretes bez filtra. Nikotīna masa tika aprēķināta ar formulu:

$$m_{nikotīns} = \frac{A_{nikotīns} \cdot m_{naftalīns}}{A_{naftalīns}} \quad m_{nikotīns} = \frac{32682899 \cdot 0,4}{26899505} = 0,486\,\text{mg}$$

$A_{nikotīns}$ – nikotīna smailes laukums;

$m_{naftalīns}$ – viena no naftalīna standarta masām;

$A_{naftalīns}$ – viens no naftalīna standarta smailes laukumiem;

Nikotīna masa vienā cigaretē aprēķinot sanāca 0,486 mg, bet uz cigarešu paciņas norādīta nikotīna masa vienā cigaretē – 0,8 mg.

SECINĀJUMI

1. Izvirzītā hipotēze apstiprinājās: cigarešu filtrs ievērojami samazina nikotīna un darvas koncentrāciju tabakas dūmos, bet pilnībā neatbrīvo tos no kaitīguma.
2. Filtrs praktiski pilnībā tabakas dūmus atbrīvo no tādām vielām, kā benzols, 2,5-dimetilfurāns, 2-furānmetanols un p-krezols, bet no tādām vielām, kā 1-metilpirols, etilbenzols un stirols filtrs tabakas dūmus praktiski neatbrīvo. Nikotīna koncentrāciju tabakas dūmos filtrs samazina 2,6 reizes.
3. Neizdevās atrast sakarību starp cigarešu filtru efektivitāti atkarībā no identificēto vielu raksturojuma: molmasas, piederības noteiktai vielu klasei, molekulas polaritātes.
4. Nikotīna masa vienā cigaretē aprēķinot sanāca 0,486 mg, kas atšķiras no uz cigarešu paciņas norādītās nikotīna masas vienā cigaretē.

LITERATŪRAS SARAKSTS

1) Uchiyama, S., Hayashida, H., Izu, R., Inaba, Y., Nakagome, H., Kunugita, N. 2015. *Determination of nicotine, tar, volatile organic compounds and carbonyls in*

mainstream cigarette smoke using a glass filter and a sorbent cartridge followed by the two-phase/one-pot elution method with carbon disulfide and methanol. Journal of Chromatography A. 1426 (24): 48-55.
2) Zaridze, D.G. 1986. *Курение и здоровье*. 168-191.
3) https://tvoi-uvelirr.ru/filtr-sigarety/
4) Brage, C., Yu, Q., Chen, G., Sjöström, K. 1997. *Use of Amino-Phase Adsorbent for Biomass Tar. Sampling and Separation. Fuel.* 76 (2): 137-142.
5) CEN/TS 15439:2006. 2006. *Biomass gasification - Tar and particles in product gases - Sampling and analysis.* European Committee for Standardization, Brussels.

ANNOTATION

Title of work: ***CIGARETTE FILTER EFFECT ON HARMFULNESS OF TOBACCO SMOKE***

Hypothesis: Cigarette filter substantially reduces the concentration of nicotine and tar in tobacco smoke, but completely does not reduce the harmfulness of it.

Aim of research: Explore the cigarette filter effects on the reducing of nicotine and tar levels in tobacco smoke.

Objectives of research:

1. Create a mechanism that simulate the process of smoking
2. Sample the nicotine and tar from tobacco smoke from cigarettes with and without filter
3. To analyze samples by a gas chromatograph mass spectrometer
4. Qualitatively and quantitatively analyze the obtained results
5. To conclude on the impact of cigarette filter on the reducing of nicotine and tar levels in tobacco smoke.

This work was developed in Daugavpils University from 12.12.2016 till 27.01.2017.

Keywords: cigarette filter, tobacco, nicotine, tar, chromatography.

АННОТАЦИЯ

Название исследования: ***ВЛИЯНИЕ ФИЛЬТРА СИГАРЕТ НА ВРЕД ТАБАЧНОГО ДЫМА***

Гипотеза: Фильтр сигарет внушительно уменьшает концентрацию никотина и смолы в дыме табака, но полностью не избавляет от вреда.

Цель исследования: Как фильтр сигарет влияет на концентрацию никотина и смолы в дыме табака.

Задания исследования:

1. Сделать механизм, который имитирует процесс курения
2. Взять образец никотина и смолы из табачного дыма из сигарет с и без фильтра
3. Проанализировать образцы с газовым хроматографом с помощью масспектрометра
4. Провести качественный и количественный анализ, полученный результатов
5. Сделать вывод про влияние фильтра сигарет на концентрацию никотина и смолы в табачном дыме.

Исследование проводилось в Даугавпилсом Университете с 12.12.2016 до 27.01.2017.

Ключевые слова: фильтр сигарет, табак, никотин, смола, хроматография.

MAGNĒTU IZMANTOŠANA EFEKTĪVAI BREMZĒŠANAI

Viktors Stehnovskis-Slavskis
viktors.stehnovskis@inbox.lv
Inna Jurkāne-Jurgāne (zinātniskā vadītāja)
inna-j@inbox.lv
Daugavpils 10. vidusskola, Latvija

ANOTĀCIJA: Darba mērķi bija atrast vēl neeksistējošu veidu, kā samazināt automašīnas apstāšanās ceļu, uzzināt kā magnētiskais lauks ietekmē automašīnas kustību un modelēt divas situācijas, kuras paradītu, kā magnētiskais lauks izraisa palēninājumu.
Darba analizēts: Magnētiska lauka ietekme uz automašīnas kustību. Disipatīvo spēku paātrinājuma vērtības, mašīnai kustoties pa slīpo plakni ar magnētisko iekārtu un bez tās.

Darba uzdevumi: veikt divus eksperimentus, kad automobilis pārvietojas pa slīpo plakni bez magnētiskas iekārtas un ar to, aprēķināt disipatīvo spēku paātrinājumu abos gadījumos, aprēķināt, kāds ir palēninājums tieši no magnētiskā lauka, izmantojot divus disipatīvo spēku paātrinājumus: bez magnētiska lauka un ar to, aprēķināt kā tas mainītu apstāšanās ceļu.

Hipotēzes: Magnētiskais lauks palēninās automašīnu Fuko strāvu rašanas dēļ. Disipatīvo spēku paātrinājums bez magneta iekārtas būs mazāks nekā ar to. Ar magnētisko iekārtu apstāšanās ceļš būs mazāks.

Atslēgvārdi: apstāšanās ceļš, magnētiskais lauks, disipatīvo spēku paātrinājums, slīpa plakne, magnētiska iekārta, Fuko strāvas.

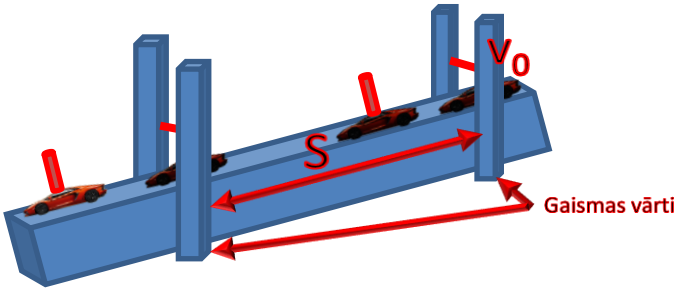
IEVADS

Tēmas aktualitāte: Bremzēšanas ceļa samazināšana ļaus samazināt ceļu satiksmes negadījumu skaitu un samazināt cietušo skaitu tajos, kā arī, uzstādot magnētisko iekārtu, padarīt krustojumus drošākus un tehnoloģiskākus. Arī tas dod iespēju kontrolēt ātrumu konkrēta posmā, pat, ja autovadītājs ignorē ātruma samazināšanas prasības.

EKSPERIMENTĀLĀS DAĻAS TEORĒTISKIE APRĒĶINI

PAĀTRINĀJUMA NOTEIKŠANA KUSTĪBĀ PA SLĪPO PLAKNI

Ar gaismas vārtiem uzzināsim laiku par kuru mašīna paiet noteiktu ceļu. No vienmērīgas paātrinātas kustības vienādojuma atrodam paātrinajumu: $a = \frac{2S-2v_0t}{t^2}$, tā kā v_0=0, tad $a = \frac{2S}{t^2}$ (*1*)



1.att. *Eksperimenta iekārta* (*attēla autors: Viktors Stehnovskis-Slavskis*)

DISIPATĪVO SPĒKU PAĀTRINĀJUMA NOTEIKŠANA

Berzes spēks un magnētiskais lauks veic darbu virs ķermenim, tādējādi samazinot tā pilno mehānisko enerģiju.

$E_{pirms} = E_{k_0} + E_{P_0}$ (2)

$E_{pēc} = E_{k_1} + E_{P_1}$ (3)

No 2. un 3. formulām ieguvām pilnas mehāniskās enerģijas izmaiņu:

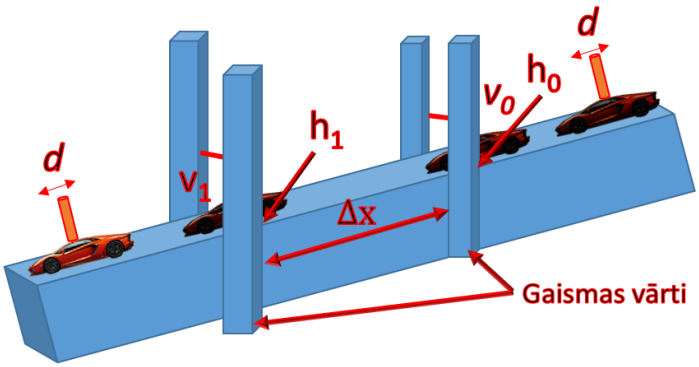
$\Delta E = E_{pēc} - E_{pirms} = (E_{K_1} - E_{K_0}) + (E_{P_1} - E_{P_0}) = \Delta E_k + \Delta E_P$ (4)

Disipatīvo spēku darbs = mehāniskās enerģijas izmaiņai.
Disipatīvo spēku darbs = $-F_{disip.} \cdot \Delta x$ (5), mīnus zīme, jo disipatīvo spēku vektors ir pretējs automašīnas kustībai $A = \vec{F} \cdot \vec{S} \cdot \cos\alpha$, $\alpha = 180°$, $\cos 180° = -1$.
Tā ka disipatīvo spēku formulu var uzrakstīt, kā $F_{disip.} = m a_{disip}$ (6),tad šo paātrinājumu varam nosaukt, kā disipatīvo spēku paātrinājumu, tālākajos aprēķinos un eksperimentā to izmantosim.
Ņemot vērā visu iepriekš minēto, izmantojot 4., 5. un 6. formulu, ieguvām:
$\Delta E_k + \Delta E_P = -F_{disip} \Delta x = -m a_{disip} \Delta x$ (7)
Tad no 7. formulas paātrinājums, ko izraisa disipatīvie spēki, ir vienāds: $a_{disip} = -\frac{\Delta E_k + \Delta E_p}{m \Delta x}$ (8)
Tā ka $\Delta E_k = E_{k1} - E_{k0} = \frac{1}{2} m v_1^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m (v_1^2 - v_0^2)$ (9)

un $\Delta E_p = E_{p1} - E_{p0} = mgh_1 - mgh_0 = mg(h_1 - h_0)$ (10)

Izmantojot 8., 9. un 10. formulu ieguvam:

$a_{disip} = -\frac{\frac{1}{2}(v_1^2 - v_0^2) + g(h_1 - h_0)}{\Delta x}$ (11)
Lai atrastu vēlamo vērtību, uzstādīsim tādu iekārtu (*skat.2 att.*)

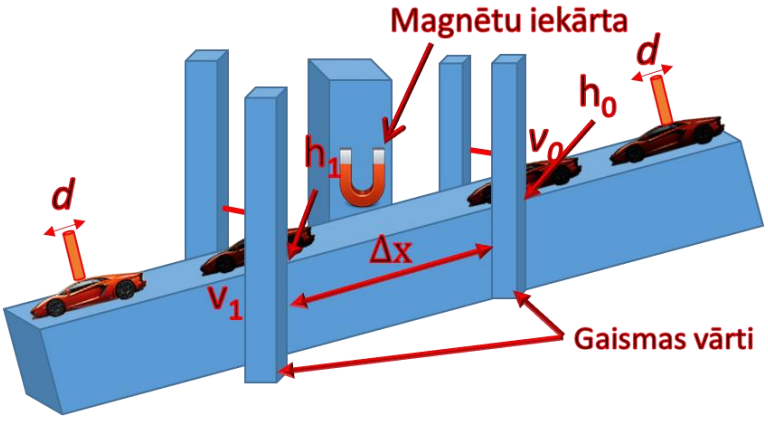


2.att. *2. eksperimenta 1. posma iekārta* (*attēla autors: Viktors Stehnovskis-Slavskis*)

Gaismas vārti spēj aprēķināt laiku starp signāla laušanu un atkārtotu parādīšanos. Tad varam izmantot šo formulu, lai uzzinātu ātrumus: $v = d/t$ (12). Izmantojam vienmērīgas kustības formulu, jo ātruma izmaiņa tajā momenta, kad automašīnā noiet caur vārtiem ir tik niecīga, ka to var neņemt vēra: $v_1 = v_0 + at \Rightarrow \Delta v = at$
Mūsu gadījuma tā ir: ≈ 0,002m/s ;

2. eksperimenta pirmajā posmā tika atrasts disipātīvo spēku paātrinājums bez magnētu iekārtas.

Nākamajā eksperimentā nedaudz izmainām eksperimentā iekārtu un pievienosim magnētu iekārtu (*skat. 3.attēlu*)



3. att. *2. eksperimenta 2. posma iekārta* (*attēla autors: Viktors Stehnovskis-Slavskis*)

PRAKTISKI EKSPERIMENTĀLĀ DAĻA

PAĀTRINĀJUMA NOTEIKŠANA KUSTĪBA PA SLĪPO PLAKNI

Darba uzdevums: veikt eksperimentu, lai atrastu automašīnas paātrinājumu, kuru izraisa Zemes gravitācijas spēks.

Problēma: Kāds ir paātrinājums kustība pa slīpo plakni?

Piederumi: Automašīnas modelis, slīpa plakne, statīvs, gaismas vārti, datu uzkrājējs.

Darba gaita:

1. Uzstādām iekārtu (*skat.1.att.*)
2. Ielaidām automašīnas modeli un izmērām laiku, par kuru tā veic attālumu starp vārtiem ar gaismas vārtu un datu uzkrājējā palīdzību.
3. Atkārtojam to 5 reizes.
4. Izmantojot iegūtu 1. formulu: $a = \frac{2S}{t^2}$, aprēķinam paātrinājumu.
5. Atrodam vidējo paātrinājumu[1].

1. tab. *Paātrinājumā vērtības*

Nr. P.k	S(m)	t(s)	a (m/s^2)	$\bar{a}$ (m/s^2)
1.	0,8	1,22622	1,064	1,071
2.		1,21939	1,076	
3.		1,22735	1,062	
4.		1,21802	1,078	
5.		1,21945	1,076	

DISIPATĪVA PAĀTRINĀJUMA NOTEIKŠANA

[1] Dati ir apkopoti 1. tabulā

Darba uzdevums: veikt eksperimentu, lai atrastu disipatīvo spēku paātrinājumu kustība pa slīpo plakni bez magnētu iekārtas un ar to.

Problēma: Kā magnētiskais lauks ietekmē disipatīvo spēku paātrinājumu?

Hipotēze: Magnētiskā lauka darbības rezultātā iegūtais disipatīvo spēku paātrinājums būs lielāks nekā bez tā.
Piederumi: Automašīnas modelis, slīpa plakne (L=1m), štatīvs, gaismas vārti, datu uzkrājējs, neodīma magnēts, bīdmērs, metāliskais bloks, līmlente, pildspalvas kāts
Darba gaita:

1. Uzstādām iekārtu (*skat.2 att.*).
2. Nomērām augstumu H, izmantojot bīdmēru.
3. Nomērām attālumu starp gaismas vārtiem (Δx), izmantojot iecirtumus uz slīpas plaknes.
4. Aprēķinam h_1-h_0, izmantojot iegūtu formulu: $(h_1 - h_0)$= -H·$\frac{\Delta x}{L}$.
5. Ielaidām automašīnas modeli un izmērām abu vārtu signāla laušanas laiku.
6. Atkārtojam 5. posmu 5 reizes
7. Atrodam ātrumus, izmantojot 12. formulu: v=d/t;
8. Izmantojot iegūto 11. formulu: a_{disip}= - $\frac{\frac{1}{2}(v_1^2 - v_0^2) + g(h_1 - h_0)}{\Delta x}$, atrodam paātrinājumu[2].
9. Aprēķinam paātrinājumā vidējo vērtību.
10. Uzstādām iekārtu (*skat. 4.att.*).
11. Atkārtojam 5., 6.,7., 8. un 9. posmu

2. tab. *Disipatīvo spēku paātrinājuma vērtības bez magnētu iekārtas*

Nr. p.k	1	2	3	4	5
t_0 (s)	0,00213	0,00198	0,00200	0,00216	0,00184
t_1 (s)	0,00149	0,00133	0,00141	0,00160	0,00122
v_0(s)	0,58685	0,63130	0,62500	0,57870	0,67935
v_1(s)	0,83890	0,93985	0,88650	0,78125	1,02459
$\bar{v}_0$ (m/s)	0,6202				
$\bar{v}_1$(m/s)	0,8942				
g (m/s^2)	9,807				
Δh(m)	0,02412				
d(m)	0,00125				
Δx(m)	0,2				

[2] Dati ir apkopoti 2. un 3. tabulā

$\bar{a}_{disip}$ (m/s^2)	0,14

3. tab. *Disipatīvo spēku paātrinājuma vērtības ar magnētu iekārtu*

Nr. p.k	1	2	3	4	5
t_0(s)	0,00186	0,00190	0,00190	0,00191	0,00195
t_1(s)	0,00171	0,00186	0,00184	0,00183	0,00189
v_0(s)	0,67204	0,65789	0,65789	0,65445	0,64103
v_1(s)	0,73099	0,62720	0,67935	0,68306	0,66137
$\bar{v}_0$ (m/s)	0,6567				
$\bar{v}_1$(m/s)	0,6764				
g (m/s^2)	9,807				
Δh(m)	0,02412				
d(m)	0,00125				
Δx(m)	0,2				
$\bar{a}_{disip}$ (m/s^2)	1,12				

IETAUPĪTA CĒĻA APRĒKINĀJUMS

Tieši no magnētiskajā lauka disipatīvo spēku paātrinājums ir vienāds ar 0,98 m/s^2. Vidējais automašīnas apstāšanas ceļš no 90 km/h ir vienāds: 73m [3].Tad no šejienes, izmantojot formulu $v^2 - v_0^2 = 2as$ (13) varam atrast a_{disip}: 4,28 m/s^2. Pievienojam klāt iegūto eksperimentā a_{disip} ar magnētisko iekārtu un ieguvam kopējo disipatīvo spēku paātrinājumu: 5,26 m/s^2. Ar iegūto kopējo a_{disip} atrodam apstāšanas ceļu, izmantojot 13. formulu. Tas ir vienāds ar 59,4m. Ietaupītais ceļš: 13,6m.

DARBA REZULTĀTI UN SECINĀJUMI

Darbā tika atrasts veids, ka samazināt automašīnas apstāšanās ceļu: izmantot magnētisko lauku, Tika uzzināts kā magnētiskais lauks ietekmē automašīnas kustību: palēnina to, tika modelētas divas situācijas, kuras paradīja, ka magnētiskais lauks izraisa palēninājumu, tika veikti divi eksperimenti, kad automobilis pārvietojas pa slīpo plakni bez magnētiskas iekārtas un ar to, tika aprēķināti disipatīvo spēku paātrinājumi abos gadījumos: bez magnētiskas iekārtas: 0,14 m/s^2 ,

[3] *Skat. http://www.1gai.ru/publ/516971-tormoznoy-put-avtomobilya-vse-chto-nuzhno-znat.html*

ar magnētisko iekārtu: 1,12 m/s^2, tika uzzināts kāds ir palēninājums tieši no magnētiskajā lauka: 0,98 m/s^2, izmantojot divus disipatīvo spēku paātrinājumus, tika noskaitīts kā to mainītu apstāšanās ceļu: no 90 km/h magnētiska iekārta samazina to par 13,6m salīdzinājumā ar situāciju bez tā.

LITERATŪRAS SARAKSTS

1. Pēteris, Puķītis. Fizika 10. klasei. Vienmērīgi paātrināta kustība. Rīga, Zvaigzne ABC, 2010.
2. Pēteris Puķītis. Fizika 11. klasei. Elektromagnētisms. Rīga, Zvaigzne ABC, 2010.
3. Dmitrijs Sivukins. Vispārējais kurss Fizika. Elektroenerģija. 3. sējums. Maskava:OZON, 2015
4. Virpuļstrāva. Skatīts 30.01.2019 Pieejams: http://ens.tpu.ru/POSOBIE_FIS_KUSN/электромагнетизм/03-5.htm
5. Pilnā mehāniskā enerģija. Skatīts 30.01.2019 Pieejams:https://www.uzdevumi.lv/p/fizika/10-klase/darbs-energija-un-impulss-8537/re-195e6b18-d407-472a-877c-41a405c4af99
6. Disipatīvie spēki. Skatīts 30.01.2019 Pieejams:https://ru.wikipedia.org/wiki/Диссипативные_силы
7. Magnētism. Skatīts 30.01.2019 Pieejams: https://www.uzdevumi.lv/p/fizika/9-klase/magnetisms-elektromagnetiskie-vilni-6422/re-56e6e126-5918-4922-8664-9520a27017bd

USING MAGNETS FOR EFFECTIVE BRAKING

Victor Stechnovsky-Slavsky
viktors.stehnovskis@inbox.lv
Inna Yurkane-Yurgane (scientific advisor)
inna-j@inbox.lv
Daugavpils Secondary School No. 10, Latvia

ANNOTATION: The aim of the work was to find a non-existent way to reduce the stopping distance of a car, find out how the magnetic field affects the movement of a car, and simulate two situations that show that the magnetic field causes deceleration.
The analyzed work: the influence of the magnetic field on the movement of the machine. The acceleration values of the disipative forces when the machine moves on an inclined plane with and without magnetic installation.
Objectives: Conduct two experiments when the car moves on an inclined plane without and with a magnetic installation, and calculate the acceleration of dissipative forces in both cases, calculate what is the deceleration directly from the magnetic field, using two accelerations of dissipative forces. Calculate the change in stopping distance.
Hypotheses: the magnetic field slows down due to the occurrence of Foucault currents. Acceleration of the dissipative forces without magnetic equipment will be less than with magnetic equipment.

Keywords: stopping path, magnetic field, acceleration of dissipative force, inclined plane, magnetic installation, Foucault currents.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАГНИТОВ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ТОРМОЖЕНИЯ

Виктор Стехновский-Славский
viktors.stehnovskis@inbox.lv
Инна Юркане-Юргане (научный руководитель)
inna-j@inbox.lv
Даугавпилсская средняя школа № 10, Латвия

Аннотация: Цель работы состояла в том, чтобы найти несуществующий способ уменьшения тормозного пути автомобиля, выяснить, как магнитное поле влияет на движение автомобиля, и смоделировать две ситуации, которые показывают, что магнитное поле вызывает замедление.

Анализируемая работа: влияние магнитного поля на движение машины. Значения ускорения дисипативных сил, когда машина движется по наклонной плоскости с магнитной установкой и без него.
Задачи: Провести два эксперимента, когда автомобиль движется по наклонной плоскости без магнитной установки и с ней, и рассчитать ускорение диссипативных сил в обоих случаях, рассчитать, каково замедление непосредственно от магнитного поля, используя два ускорения диссипативных сил. Рассчитать изменение тормозного пути.
Гипотезы: магнитное поле замедляется из-за возникновения токов Фуко. Ускорение дисипативных сил без магнитного оборудования будет меньше, чем с магнитным оборудованием.
Ключевые слова: остановочный путь, магнитное поле, ускорение диссипативной силы, наклонная плоскость, магнитная установка, токи Фуко

ZIEPES BURBUĻA FIZISKĀS ĪPAŠĪBAS

Anastasija Vorobjova
nastja-v@inbox.lv
Svetlana Lukjanova (fizikas skolotāja)
Daugavpils Centra vidusskola, Latvija

ANOTĀCIJA: pētnieciskais darbs ietver sevī dažādu ziepju burbuļu maisījumu salīdzināšanu, izmantojot ziepju burbuļu un to plānā apvalka fizikālās īpašības, jo maisījumu sastāvs nav zināms. Par pirmo pētījuma uzdevumu kļuva divu paštaisītu, atšķirīgu ziepju burbuļu maisījumu izveidošana, balstoties uz teoriju [1]. Lai varētu izmantot tos nopirktājiem veikalā ziepju burbuļu maisījumiem salidzināšanās analīzei. Darba mērķis ir salīdzināt ziepju burbuļu diametra, to eksistēšanas laika un gaismas interferences plānos apvalkos atkarību no maisījuma, balstoties uz teoriju. Par galvenajiem salīdzināšanas kritērijiem kļuva ziepju burbuļu diametrs, to eksistēšanas laiks un gaismas interference plānos apvalkos, ko mēs, patērētāji, saskatām un pamanām. Visi salīdzināšanas kritēriji ir atkarīgi no ziepju burbuļa apvalka biezuma, kuru noteica virsmas spraiguma koeficients. Hipotēze: palielinot virsmas spraiguma koeficientu palielinās ziepju burbuļa eksistēšanas laiks, bet samazinās to diametrs
***Atslēgas vārdi:* virsmas spraiguma koeficients, slapināšana, ziepju burbuļa apvalks, blīvums, maisījums.**

IEVADS

Daudziem no bērnības ir pazīstama tāda izklaidēšanās kā ziepju burbuļu izpūšana. Mūsdienās tirgū tika piedāvāta liela ziepju burbuļu maisījumu daudzveidība, bet ne uz viena iesaiņojuma nav maisījuma sastāva, tāpēc rodas jautājums, vai pastāv kāda atšķirība starp tiem? Zinot ziepju burbuļa trauslo struktūru un neilgo eksistenci, nevar veikt tiešus mērījumus un nosvērt ziepju burbuli ar svariem vai izmērīt ar lineālu apvalka biezumu. Ziepju burbulis- caurspīdīgs, bezkrāsains, sfēriskās formas ķermenis ar plānu zaigojošu virsmu, piepildīts ar gaisu. Tāpēc par pētījuma priekšmetu kļuva ziepju burbuļa plānais apvalks jeb ūdens slānis, kas ir noslēgts starp diviem hidrofobiem aktīvu vielu slāņiem, kuri aizsargā to no ātras iztvaikošanas [5]. Tā kā apvalka uzbūvē ūdenim ir galvenā nozīme (pat maisījuma sastāvā procentos), darbā izmantojam šķidrumu fizikālās īpašības: plūstamība, ātra iztvaikošana, virsmas spraigums, slapināšana**.** Mēs izpūšam ziepju burbuļus, pateicoties maisījumu virsmas spraigumam. Burbulis, kas izgatavots tikai no ūdens nav stabils un ātri plīst. Tāpēc ūdenī izšķīdina virsmas aktīvās vielas, kas samazina šķidrumu virsmas spraigumu, ļaujot izpūst ziepju burbuļus.

1.uzdevums: izveidot atšķirīgus paštaisītus ziepju burbuļu maisījumus (1., 2. tab.). No ūdens burbuļi neveidojas, tāpēc ūdenī izšķīdina virsmas aktīvās vielas: ziepes un glicerīnu, kas ļauj izpūst ziepes burbuļus. Tomēr maisījumu sastāvā ūdens daudzums procentuāli ir vislielākais.

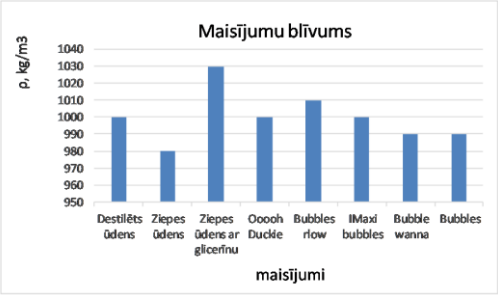
1.tab. Paštaisīto maisījuma sastāvdaļas attiecība

Maisījuma sastāvdaļas	tilpums, ml	koncentrācija,%
Destilēts ūdens	200	80%
Šķīdras ziepes	50	20%

2. tabula "Paštaisīto maisījuma sastāvdaļas attiecība"

Maisījuma sastāvdaļas	tilpums, ml	koncentrācija,%
Destilēts ūdens	200	80%
Šķīdras ziepes	50	20%
glicerīns	15	6%

2. uzdevums ir noteikt maisījumu blīvumu tuvākajiem aprēķiniem un savstarpējai maisījumu salīdzināšanai.

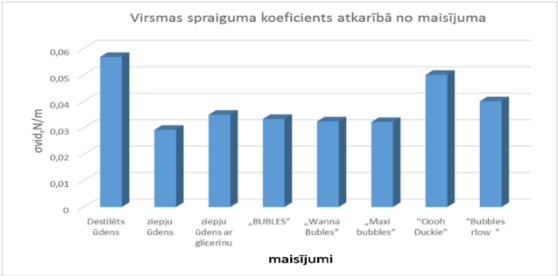


1. att. Masījumu blīvums

Uzpildot noteikta tilpuma trauku, ar svariem nosveram maisījumu masu. Izmantojot blīvuma aprēķināšanai formulu ρ=m/V, jo lielāka ir maisījumu masa, jo lielāks blīvums tam. Rezultātā ieguvām, ka ziepju ūdenim ar glicerīnu ir vislielākais blīvums, bet ziepju ūdenim bez glicerīna ir vismazākais blīvums *(skat. 1. att.)*.

3.uzdevums: eksperimentāli noteikt visu maisījumu virsmas spraiguma koeficientus. Precīzākiem rezultātiem koeficienta noteikšanai izmantojam 2 metodes.

Pirmā metode ietver sevī spēka mērīšanu ar milidinamometru, kāds ir nepieciešams auklā iekārta gredzena atraušanai no maisījumu virsmām. Caur virsmas spraiguma spēka formulu $\sigma = \frac{F}{\pi(d1 + d2)}$ secinām, jo lielāks ir atraušanās spēks, jo lielāks ir virsmas spraiguma koeficients. Rezultāti *(skat.2. diagramma)* ir iegūti ar 6% relatīvu kļūdu *(skat. 3. tab.)*.



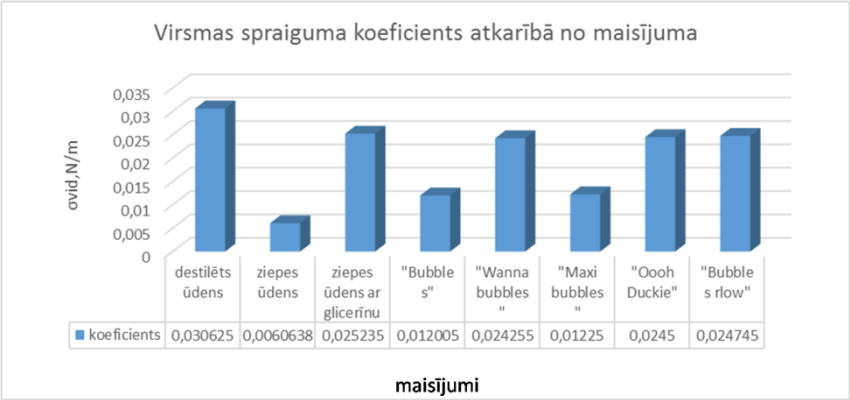
2.att. "Virsmas spraiguma koeficienta atkarībā no maisījuma"

3.tab. Relatīva kļūda

Mērvienības / Lielumi	d1, m	d2, m	Fsp, N
Absolūta kļūda, △	±1*10-3	±1*10 -3	±2*10 -3
Lieluma vidēja vērtība	0,0645	0,0624	0,068
Relatīvā kļūda, r, %	1,551	1,602	2,941
Rezultātu precizitāte, %	6,094		

Otrā metode koeficientu noteikšanai ir statiskā metode, kur mēs novērojam šķidruma stabiņu pacelšanos jeb kapilāras parādības slapināšanas rezultātā, kad ciets ķermenis saskaras ar

šķidrumu. Balstoties uz formulu $\sigma = \frac{h * R * g * \rho}{2}$ redzam likumsakarību, jo lielāks ir maisījumu blīvums un jo augstāk paceļas šķidruma stabiņš, jo lielāks ir virsmas spraiguma koeficients.



3.att. Virsmas spraiguma koeficienta atkarība no maisījuma

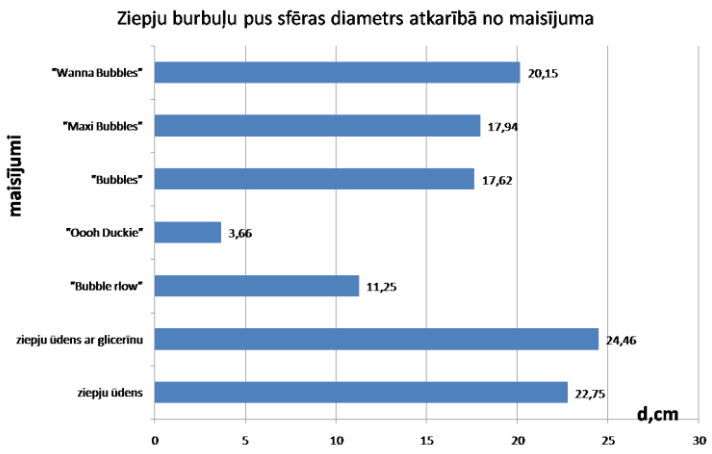
4.tab. Relatīvas kļūdas aprēķināšana

	ρ, kg/m3	h, m	r, m
Absolūta kļūda,		**0,0005**	**0,000001**
Lieluma vidēja vērtība		**0,002**	**0,0005**
Relatīvā kļūda, r, %	**11**	**25**	**0,2**
Rezultātu precizitāte, %	**36,2**		

Rezultāti, kas ir iegūti ar statisku metodi *(skat. 3. att.)* atšķiras no iepriekšējiem, taču saglabājas likumsakarība. Vislielākais maisījuma spraiguma koeficients ir maisījumam „Oooh Duckie", visvairāk pietuvināts ūdens koeficientam. Otrais pēc koeficienta lieluma ir izšķīdināto ziepju un glicerīna maisījums ūdenī. Vismazāko spraiguma koeficientu novērojam izšķīdinātajām ziepēm ūdenī.

Plānā apvalka un trauslās struktūras dēļ nav iespējams izmērīt ziepju burbuļu diametrus ar lineālu. Izmantojot šķidrumu īpašības jeb slapināšanu, piešķiram burbulim statisku novietojumu slapinātā virsmā. Tā kā ārējais apvalka slānis ir hidrofobs, mijiedarbības spēks starp šķidrumu molekulām lielāks par spēku starp šķidruma un cietā ķermeņa molekulām.

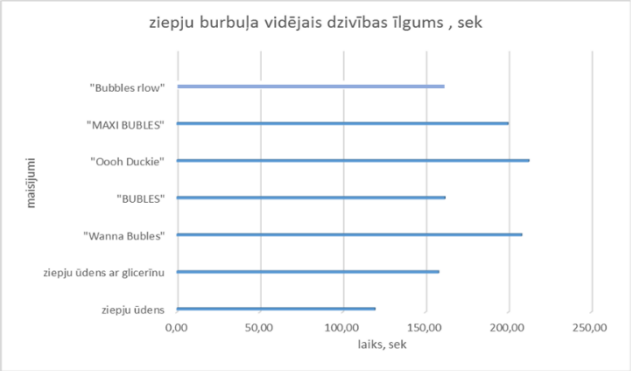
Tāpēc **4. uzdevums** ir noteikt maksimālo ziepju burbuļu pussfēras diametru, izpūšot tos uz slapjas laminētas virsmas, kamēr tie nepārsprāgst;



4.att. Ziepju burbuļu pussfēras diametra atkarība no maisījuma

Rezultātā novērojam *(skat. 4. att.)*, ka vislielākais ziepju burbuļu pussfēras diametrs ir burbuļiem no izšķīdinātām ziepēm ūdenī un izšķīdinātām ziepēm un glicerīna ūdenī. Taču vismazākais diametrs ir ziepju burbuļiem ar vislielāko spraiguma koeficientu no „Oooh Duckie" maisījuma, kas neļauj apvalkam izstiepties.

5.uzdevums: noteikt ziepju burbuļu eksistēšanas laiku, novietojot uz slapinātas virsmas.



5.att. Ziepju berbuļu vedējais eksistēšanas ilgums

Vislielākais ziepju burbuļu eksistēšanas laiks ir burbuļiem no maisījuma „Oooh Duckie" *(skat. 5. diagramma)* ar vislielāko virsmas spraiguma koeficientu, kas palielina apvalka biezumu. Savukārt, vismazākais eksistēšanas laiks ir izpūstajiem burbuļiem no izšķīdinātām ziepēm, jo šim paštaisītajam maisījumam ir vismazākais spraiguma koeficients, un tas nozīmē, vismazākais apvalka biezums.

6.uzdevums: interferences ainas iegūšana uz baltas virsmas ar divām metodēm.

1 metode: izgaismojot ziepju burbuļus lidojuma laikā uz baltās tāfeles fona. Ziepju burbuļu mehānisko īpašību dēļ, tie lidos augšup, kamēr izpūstais siltais plaušu gaiss iekšā neizlīdzināsies ar apkārtējo gaisu. Zināms, ka ziepes burbulis ir labs siltuma vadītājs, tāpēc lidojuma laiks ir samērā mazs. Lai palielinātu novērošanas laiku, novietojam ziepju burbuļus uz slapinātas virsmas. **2. metode:** izgaismojot ziepju burbuļus pussfēras formā uz slapinātas, laminētas virsmas. Kad baltās gaismas stari krīt uz ziepju burbuli, daļa gaismas staru atstarojas no ārējas virsmas, bet daļa tiek lauzta un ieiet apvalka iekšā, kur atstarojas no iekšējas virsmas [2]. Gaismas viļņi parklājas pēc interferences likumiem, radot vai interferences maksimumu un zaigojošu virsmu, vai nu minimumu, kad viļņi dzēš viens otru [4]. Ziepju burbuļu apvalka biezuma atšķirību dēļ rodas varavīksnes krāsas. Šo interferences ainu mēs arī novērojam uz slapinātas virsmas. Pētījuma gaitā nenovērojam noteiktas maisījuma un interferences ainas

likumsakarības, jo ainas rašanās princips ir vienāds un ir atkarīgs no apvalka biezuma atšķirībām katrā ziepju burbulī. Sākumā visi ziepju burbuļi ir bezkrāsaini, jo apvalka biezums visā tā laukumā ir vienāds. Notekot maisījumam lejup gravitācijas iedarbībā, rodas apvalka biezuma atšķirības virzienā no augšas uz leju.

DARBA REZULTĀTI UN SECINĀJUMI

Pētījumu rezultātā mēs apstiprinājām hipotēzi un likumsakarību starp maisījumu spraiguma koeficientu un eksistēšanas laiku, diametru izmēriem.

Pēc šiem parametriem izcēlās tikai nopirktais maisījums „Oooh Duckie" ar vislielāko pielīdzinātu ūdenim spraiguma koeficientu, kas noteica vislielāko eksistēšanas laiku un vismazāko burbuļu diametru. Vislielākais spraiguma koeficients ir destilētam ūdenim, bet vismazākais ir ziepju ūdenim. Maisījums "Oooh Duckie" ieņem 2. vietu, bet maisījums ar glicerīnu 3. vietu (r =6,094%). Neskatoties uz to, ka maisījuma sastāvā ūdens daudzums attiecībā ir vislielākais, bet galvenās ziepju burbuļu maisījumu sastāvdaļas ir virsmas aktīvās vielas, kas samazina virsmas spraigumu.

Jo lielāks ir maisījumu virsmas spraigums, jo mazāka ir iespēja burbuļa apvalkam iztiepties, kas neļauj izpūst burbuļus ar lielu diametru.

Jo lielāks ir virsmas spraigums, jo biezāks ir ziepju burbuļa apvalks, kas nodrošina ilgāku burbuļa eksistenci.

No jebkura ziepju burbuļu maisījuma izpūstajiem ziepju burbuļiem ir sasniedzama interferences aina. Katram burbulim ir sava interferences aina. Katrs burbulis ir īpašs un tam nav citas līdzīgas ainas. Interferences ainas rezultātā nav iespējams izcelt labāko maisījumu, tāpēc izmantojot gaismas interferenci nevar noteikt ziepju burbuļu maisījumu atšķirību.

LITERATŪRAS SARAKSTS

1. Anne Marie Helmenstine, pieejams: https://www.thoughtco.com/bubble-science-603925
2. http://giznyata.ru/razvitie/neprostye-voprosy-o-mylnyx-puzyryax
3. Pēteris Puķītis, Apgāds Zvaigzne ABC, 2003 "Eksperimentu uzdevumi fizikā vidusskolai" formulas ar gredzenu
4. Pēteris Puķītis, Apgāds Zvaigzne ABC, 2013 "Fizika 12. Klasei Gaismas viļņi. Interference"
5. V.N.Vinters pieejams:http://chemistry-chemists.com/Video-Physics/big-soap-bubble.html

THE PHYSICAL PROPERTIES OF THE SOAP BUBBLE

Anastasija Vorobjova
Svetlana Lukjanova (the physics teacher)
Daugavpils City Centre secondary school, Latvija

***Abstract**: the paper includes the comparison of various mixtures for soap bubbles, using the physical properties of the soap bubble and its thin films as the composition of the mixtures is unknown. The first task of the research is to create two different self -made mixtures for soap bubbles, based on the theory [1] using a comparative analysis of soap bubble mixtures sold in the shops. The aim of the work is to compare (based on the theory) the diameter of the soap bubbles, their existence and light interference in thin films depending on the composition of the mixture. The diameter of the bubble, the time of its existence and the light interference in thin films (which consumers see and count) have become the main criteria for comparison. All the comparison criteria depend on the thickness of the soap bubble film, which is determined by the surface tension coefficient.*

Hypothesis: Increasing the surface tension factor increases the life of the soap bubble, but decreases its diameter.

***Key words**: surface tension coefficient, wetability, bubble film, density, mixture.*

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЫЛЬНОГО ПУЗЫРЯ

Анастасия Воробьёва
Светлана Лукьянова (учитель физики)
Даугавпилсская средняя школа Центра, Латвия

***Аннотация**: Работа включает в себя сравнение различных смесей для выдувания мыльных пузырей, через физические свойства мыльного пузыря и тонких плёнок, так как состав смесей неизвестен. Первой задачей исследования стало создание двух отличных по составу раствора для выдувания мыльных пузырей, базируясь на теорию [1] для сравнительного анализа растворов, предоставляемых в магазинах. Цель работы: сравнить зависимость диаметра мыльных пузырей, их время существования и интерференцию света в тонких плёнках в зависимости от смеси, базируясь на теории. Диаметр мыльного пузыря, время его существования и интерференция в тонких плёнках становятся главными критериями сравнения. В свою очередь коэффициент поверхностного натяжения влияет на толщину плёнки, которая отвечает за время существования пузыря, его диаметр и интерференцию света.*
***Ключевые слова**: коэффициент натяжения поверхностей, смачиваемость, плёнка мыльного пузыря, плотность, смесь.*

NEIRONU TĪKLU ARHITEKTŪRAS ANALĪZE STRATĒĢISKĀS SPĒLĒS LĒMUMU OPTIMIZĒŠANAI

Gončarovs Daniils
Daniil.goncarov@gmail.com
Prokofjeva Nataļija (zinātniskā vadītāja)
natalija.prokofjeva@rtu.lv
Rīgas Tehniskas universitāte, Latvija

ANOTĀCIJA: Šajā rakstā analizēta neironu tīklu arhitektūra optimālu lēmumu pieņemšanai "Krustiņi-Nullītes" spēlē. Darbā aprakstīti mākslīgā intelekta un neironu tīklu pamatprincipi, pamatojoties uz kuriem ir izstrādāta programma Python valodā, kas ļauj simulēt spēli starp diviem spēlētājiem, kur neironu tīkli var darboties kā spēlētāji. Darbā ir analizēta neironu tīklu arhitektūra, kas var būt piemērota šāda veida problēmu risināšanai: Deep Feed Forward. Neironu tīkls balstās uz mācīšanās principiem ar pastiprināšanu, īpaši, uz Q-learning. Salīdzinot apmācības ātrumu un efektivitāti, darbs ļauj veidot mašīnmācības algoritmu optimizācijas pamatprincipus. Mērķis: Veikt turnīru starp izveidotiem modeļiem, lai noteiktu optimālos hiperparametrus parametrus. Darba uzdēvums: iepazīties ar neironu tīklu un mašīnu mācīšanās pamatprincipiem, iepazīties ar esošajiem risinājumiem mašīnmācībai - tensorflow bibliotēku, izstrādāt modeli, kas balstīts uz Q-mācībām, lai salīdzinātu modeļus savā starpā.
Atslēgas vārdi: neironu tīkls, mašinmācība, Q-mācība, modelis, mākslīgais intelekts, spēlē

IEVADS

Mākslīgā intelekta metodes ļauj atrast risinājumus sarežģītām problēmām, kurās tradicionāli algoritmi nav efektīvi. Neironu tīkla izbūve ar mūsdienīgam iespējam tiek samazināta līdz optimālu hiperparametru izvēlei[10], tīkla arhitektūras izvēlei un apmācības metodes izvēlei. Nejaušu vērtību izmantošana un metožu nepamatota izmantošana var novest pie:

- Neironu tīkla apmācīšanās laiks būs pārāk ilgs
- Neironu tīkls nesasniedz nepieciešamo minimālo kļūdu.

Mākslīgā intelekta jomā datoru resursu efektīva izmantošana ir viens no galveniem uzdevumiem, bet arī izvēlējot programmēšanas valodu ir jāņem vērā tas pielietojamību izvēlētā jomā, tāpēc programmas izveidei tika izvēlēta programmēšanas valoda Python. Python programmēšanas valodas funkcijas var būt viegli paplašinātas, piemēram ar bibliotēkām (Tensorflow šajā gadījumā). Darbs ievieš programmatūras saskarni, kas īsteno darba komponentus, piemēram: Krustiņi-nullītes spēles procesors, spēlētājs kurš spēlē nejauši (randomik), neironu tīkls, apmācīšanas algoritms, Q-mācīšanas pieeja, turnīra procesors. Interfeiss ļauj izveidot turnīru starp izstrādātiem modeļiem, mainīt modeļa hiperparametrus, saglābāt un pielādēt apmācīto modeļi, izveidot grafikus pēc turnīra. Interfeiss realizē Q-apmācīšanas mehānismu neironu tīkliem. Šis mehānisms ļauj apmācīt modeļi pamatojoties uz atalgojumu, kas saņemts no "apkārtējas vides", aģents veido lietderības funkciju Q, kas ļauj viņam izvēlēties uzvedības stratēģiju, ņemt vērā iepriekšēju pieredzi (mijiedarbības ar apkārtējo vidi). Q-funkcijas optimizācijas tika izvēlēts backpropagation apmācības algoritms.
Lai salīdzinātu un analizētu neironu tīklu efektivitāti, šajā darbā tika realizēta spēle. Tā ir soļu stratēģija starp diviem spēlētājiem. Katrā solī vienam no spēlētajiem jāpieņem optimāls lēmums, lai uzvarētu. Divu spēlētāju lomā ir apmācīti neironu tīkli ar dažādu iekšējo neironu arhitektūru. Spēle tiek implementētā Python programmēšanas valodā, lai atvieglotu turpmāku spēles integrāciju ar realizētu neironu tīkla programmatūras saskarni.

Darba uzdevumi:

1. Iepazīsies ar mākslīgā intelekta un neironu tīklu pamatprincipiem.
2. Realizēt neironu tīkla pamatprincipus Python programmēšanas valodā.

3. Realizēt jauktu metodi neironu tīklu apmācībās.
4. Iepazīsies ar esošajiem pētījumiem šajā jomā.
5. Pamatojoties uz izveidoto programmatūras saskarni, implementēt dažādas neironu tīkla arhitektūras.
6. Izveidot vidi, lai pārbaudītu neironu tīklu efektivitāti. Šajā darbā tiks salīdzināti neironu tīkli, kuriem izvēlēt optimālus risinājumus stratēģiskajā spēlē.
7. Iegūst statistikas datus, veidojiet diagrammas, pamatojoties uz iegūtajiem datiem, salīdzināt iegūtos rezultātus un izdarīt secinājumus.

MODEĻA GALVENO KOMPONENTU APRAKSTS

Spēle[9]

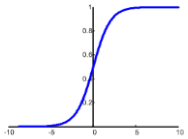
1. Spēles laukums ir 5x5 rūtiņas.
2. Spēlētāji pēc kārtas lauka brīvajās rūtiņās izvieto pa vienai savai figūrai (krustiņus vai nullītes).
3. Spēlē uzvar spēlētājs, kurš izvietojis kopā 4 savas figūras vienā rindā, kolonnā vai uz diagonāles.
4. Spēles rezultāts ir neizšķirts, ja uz spēles lauka nav palikusi neviena brīva rūtiņa un spēlē neviens nav uzvarējis.

Neironu tīkls

Aplūkojamo modeļu kopīgās iezīmes ir[2]:

- Aktivācijas funkcija – sigmoids[1][4]. Izejas vērtības no 0 līdz 1.

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$$



1. att. Sigmoida grafiks

- Neironu skaits ieejas slānī ir vienāds ar spēļu lauka rūtiņu skaitu, kas reizināts ar iespējamo stāvokļu skaitu. Piemērs tukšam laukam 3x3 ieejas slānim būs:

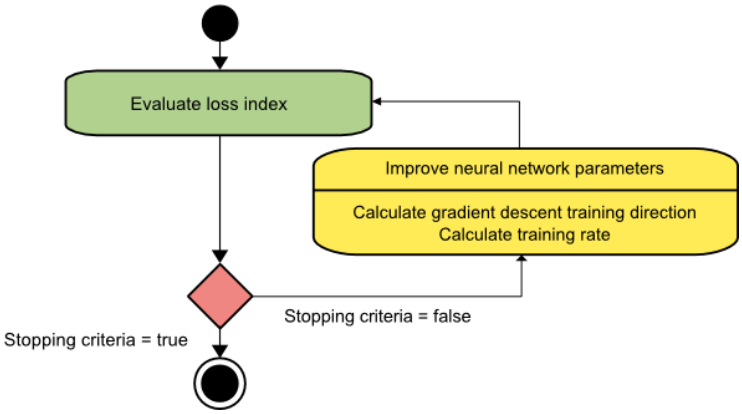
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Crosses	Naughts	Empty

2. att. Ieejas slāņa inicializācijas vērtības

- Izejas slānim būs tik mezglu, cik ir rūtiņu skaits laukam. Darba mezgla vērtības ir interpretētas kā atbilstošās action (kustības) Q vērtību.

- Modeļu optimizēšanai tiks izvēlēts Gradient Descent (Atpakaļ izplātīšanas) algoritms[3], tāpēc ka tas ir vienkāršākais apmācības algoritms. Tas prasa informāciju no gradienta vektora, un tāpēc tā ir pirmās kārtas metode[11].



3. att. Atpakaļ izplātīšanas algoritma blokshēma

Q-mācīšanas pieeja

- Mācīšanās ar pastiprināšanu būtība ir tā, ka aģents veic darbības un ievēro šo darbību rezultātus[6].
- Q (quality) - Q funkcija ir funkcija, kas piešķir kvalitātes rādītāju State – Action (stāvoklis - darbība) pārim. T.i. ņemot vērā stāvokli S un darbību A, funkcija $Q(S,A) \rightarrow IR$ atgriež reālu skaitli, kas atspoguļo šīs darbības A kvalitāti S stāvoklī[13].
- Pieņemsim, ka šī funkcija pastāv un ir deterministiska [12], bet tās konkrētā stāvoklī un darbību kartēšana uz kvalitātes vērtībām ne vienmēr ir zināma. Q-mācīšanās ir apraksta šo kartēšanu un līdz ar to funkciju Q.
- Visām kustībām šajā spēlē izmantosim šādu formulu, lai atjauninātu Q vērtības[7]:
  $$Q(S,A) = Q(S,A) + \alpha * \left(\gamma * maxaQ(S',a) - Q(S,A)\right), \qquad (1)$$
  $$S - tekošais\ stavoklis, A - tekoša\ darbība, S' - stavoklis\ pēc\ A\ darbības,$$
  $$\alpha - mācīšanas\ koeficients, \gamma - 'discount' faktors$$
  $$maxaQ(S',a) - maksimāla\ Q\ vertība\ no\ visiem\ soļiem\ nakama\ stāvokļa\ S.$$

Turnīru procesors

Tika implementētas funkcijas[8]:

- Play_game – katrs no spēlētajiem izdara soļus pēc kārtas, līdz spēles beigām.
- Battle – izdarīt N spēles uz saglabāt rezultātus
- Evaluate_players – Izdarīt M laikmetus pa N spēlēm katrā, saglabāt rezultātus

NEIRONU TĪKLU MODEĻU PĒTĪŠANA

Pētīšanas hiperparametri:

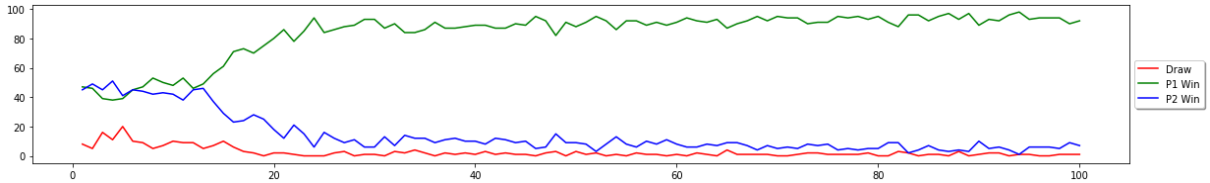
- Laikmetu skaits – 100
- Spēļu skaits laikmetā – 100
- Pētījuma stadijas:
  1. Apmācīšana spēlējot ar "Randomik[4]" (Puse: Krustiņi)
  2. Apmācīšana spēlējot ar "Randomik" (Puse: Nullītes)
  3. Modelis spēle pats ar sevi

[4] Spēlētājs, kurš spēlē nejauši

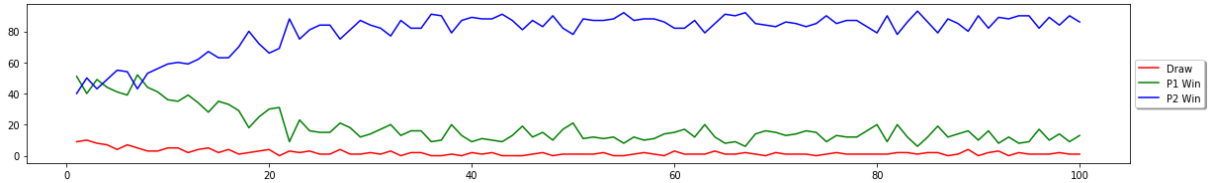
4. Saglābāt modeli
5. Izveidot jaunu modeli, iet uz 1. punktu
6. Dažādi modeli spēle savā starpā

Neironu tīkls ar 1 slēpto slāni (First Model)

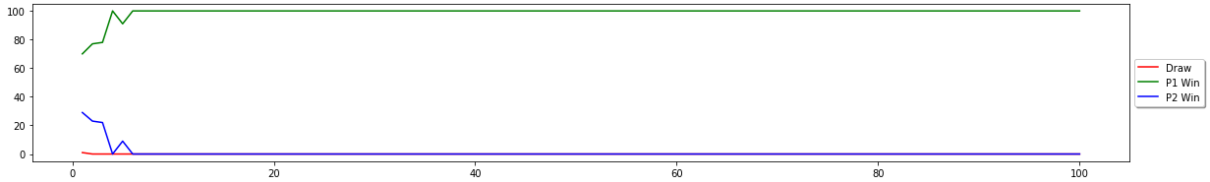
- Slāņu raksturojums:
  - Ieejas – 25 * 3 = 75 neironi
  - Slēptais_1 – 25 * 3 * 9 = 675 neironi
  - Izejas – 25 neironi



4. att. First model (P1: Krustiņi) – Randomik (P2: Nullītes). Laiks: 693 sekundes

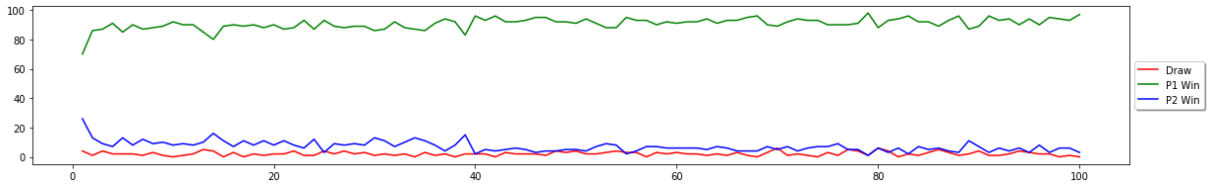


5. att. Randomik (P1: Krustiņi) – First model (P2: Nullītes). Laiks: 772 sekundes

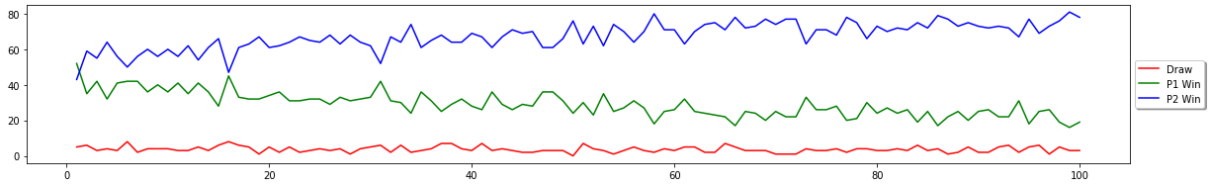


6. att. First model (P1: Krustiņi) – First model (P2: Nullītes). Laiks: 352 sekundes

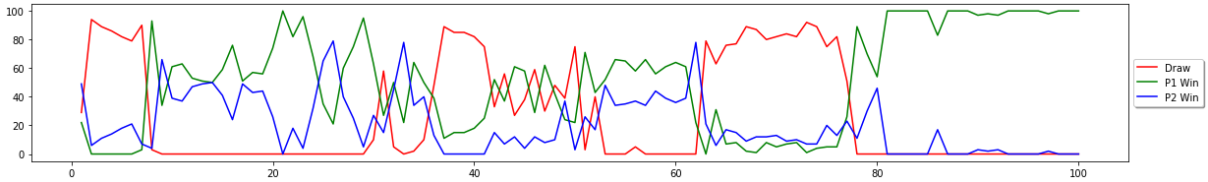
Neironu tīkls ar 100 slēptiem slāņiem (Second Model)
Slāņu raksturojums:
Ieejas – 25 * 3 = 75 neironi
Slēptais(100) – 25 = 2500 neironi
Izejas – 25 neironi



7. att. Second model (P1: Krustiņi) – Randomik (P2: Nullītes). Laiks: 721 sekundes

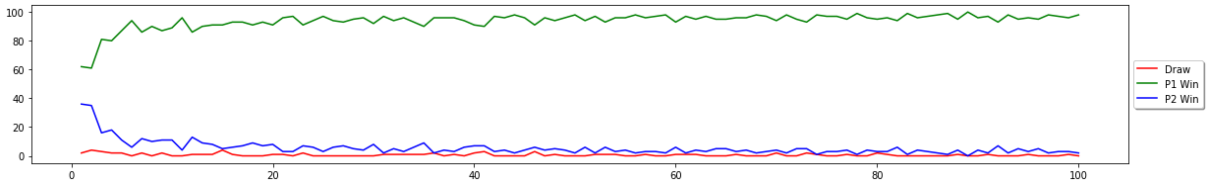


8. att Randomik (P1: Krustiņi) – Second model (P2: Nullītes). Laiks: 1026 sekundes

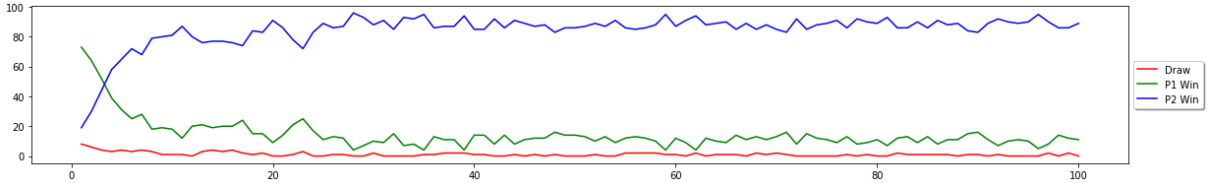


9. att. Second model (P1: Krustiņi) – Second model (P2: Nullītes). Laiks: 1829 sekundes

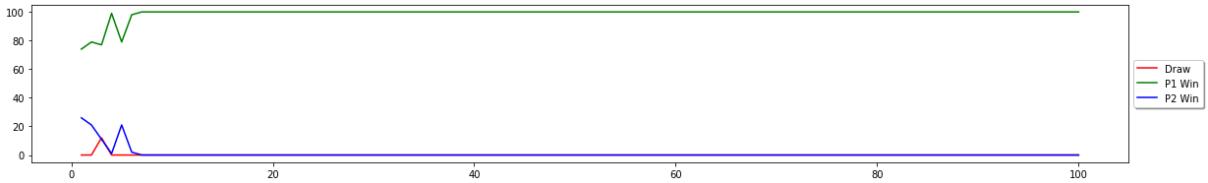
Neironu tīkls ar 3 slēptiem slāņiem (Third Model)
Slāņu raksturojums
Ieejas – 25 * 3 = 75 neironi
Slēptais (3) – 25 * 3 * 9 = 675 *3 = 2025 neironi
Izejas – 25 neironi



10. att. Third model (P1: Krustiņi) – Randomik (P2: Nullītes). Laiks: 550 sekundes

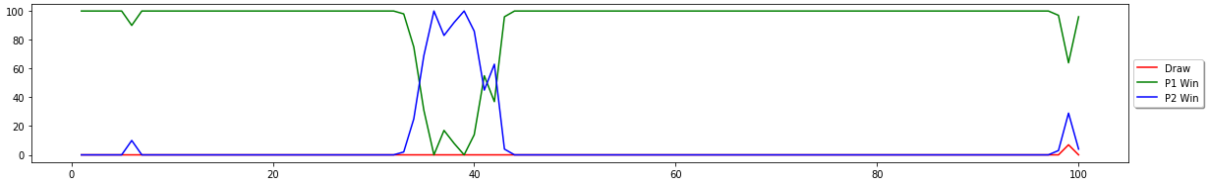


11. att Randomik (P1: Krustiņi) – Third model (P2: Nullītes). Laiks: 734 sekundes

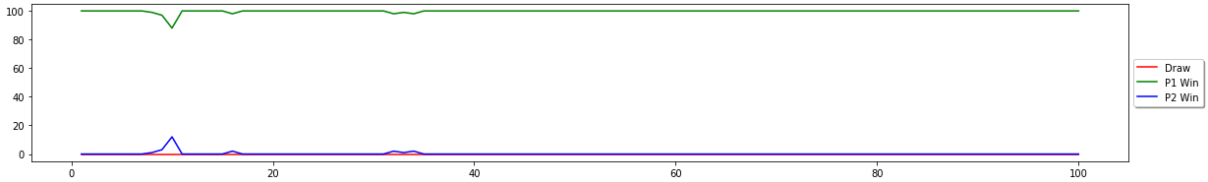


12. att Third model (P1: Krustiņi) – Third model (P2: Nullītes). Laiks: 734 sekundes

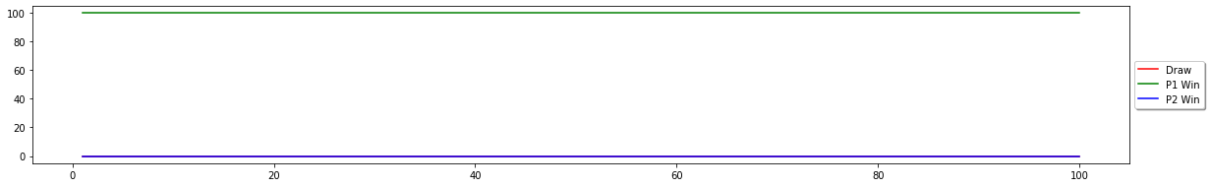
Neironu tīklu turnirs



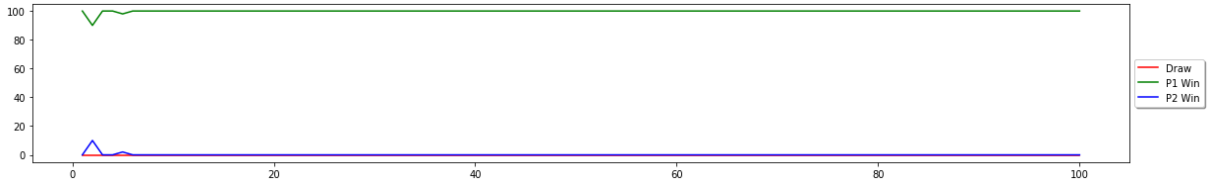
13. att. First model (P1: Krustiņi) – Second model (P2: Nullītes). Laiks: 557 sekundes



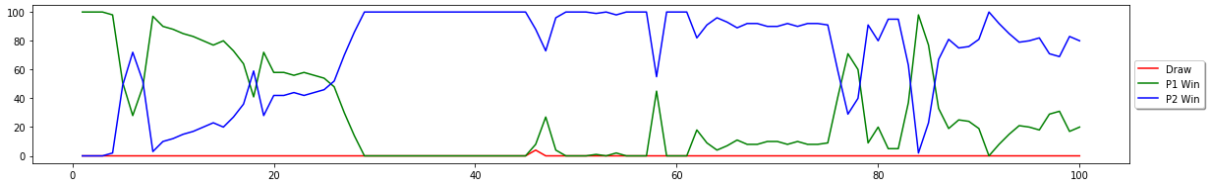
14. att. Second model (P1: Krustiņi) – First model (P2: Nullītes). Laiks: 817 sekundes



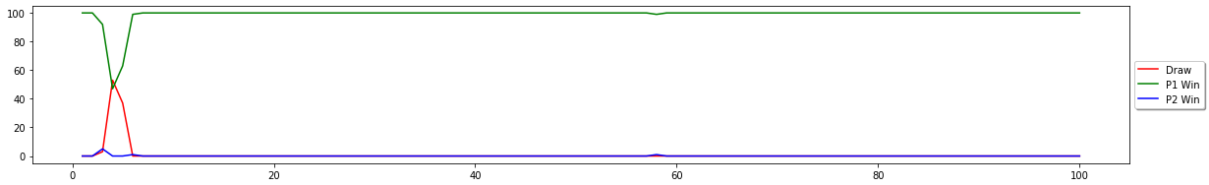
15. att. First model (P1: Krustiņi) – Third model (P2: Nullītes). Laiks: 324 sekundes



16. att. Third model (P1: Krustiņi) – First model (P2: Nullītes). Laiks: 375 sekundes



17. att. Second model (P1: Krustiņi) – Third model (P2: Nullītes). Laiks: 682 sekundes



18. att. Third model (P1: Krustiņi) – Second model (P2: Nullītes). Laiks: 1157 sekundes

DARBA REZULTĀTI UN SECINĀJUMI

Darba laikā tika implementēts "Krustiņi - Nullītes" spēļu mehānisms, funkcijas, kas paredzētas turnīra rīkošanai starp dažādiem spēlētājiem un funkcijas, kas paredzētas grafiku konstruēšanai. Tika īstenota arī funkcionalitāte neironu tīklu izveidei, uzglabāšanai un ielādēšanai. Eksperimenti rāda, ka neironu tīkli, kas spēlēja krustiņiem, sasniedza lielāku precizitāti. No grafikiem var redzēt, ka pamatzināšanas par spēli neironu tikls var iegūt izmantojot vienu slēpto slāni ar neironu skaitu lielāku nekā uz ievades slāņa. Dziļa neironu tīkla izmantošana ar 100 slāņiem ar 25 neironiem katrā, nepalielināja spēles efektivitāti, bet ievērojami palielināja apmācību laiku. Izmantojot dziļu neironu tīklu ar 3 slēptiem slāņiem, ļaujot būtiski palielināt precizitāti spēlējot nullītēm. Grafiks parāda, ka uzvaru skaits konverģē līdz 100%, salīdzinot ar citiem modeļiem, kur grafiks svārstās 80% uzvarām. Eksperimenta precizitāti varētu uzlabot, izmantojot klasisko galdu - 10x10, taču tas ievērojami ietekmētu izlietotos resursus. Iespējams izmantot ne tikai dziļu Q-apmācību, bet arī dubultu dziļo Q-apmācību un konvolucionālo tīklu ar Q apmācību.

LITERATŪRAS SARAKSTS

1. Arnis, Neironu tikli, d.1 [tiešsaiste]. [skatīts 2019.g. 13.janv.]. Pieejams: https://habr.com/post/312450/
2. http://stevenmiller888.github.io/mind-how-to-build-a-neural-network/
3. https://mattmazur.com/2015/03/17/a-step-by-step-backpropagation-example/
4. Arnis, Neironu tikli, d.2 [tiešsaiste]. [skatīts 2019.g. 13.janv.]. Pieejams: https://habr.com/post/313216/

5. Rosenblatt, F. (1958). "The Perceptron: A Probalistic Model For Information Storage And Organization In The Brain". Psychological Review. 65 (6): 386–408.
6. Carsten Friedrich, [tiešsaite]. [skatīts 2019.g. 1. marts]. Piejams: https://medium.com/@carsten.friedrich/teaching-a-computer-to-play-tic-tac-toe-88feb838b5e3
7. Arthur Juliani, [tiešsaite]. [skatīts 2019.g. 10. marts]. Piejams: https://medium.com/@awjuliani/simple-reinforcement-learning-with-tensorflow-part-4-deep-q-networks-and-beyond-8438a3e2b8df
8. Krustiņi-Nullītes [tiešsaite]. [skatīts 2019.g. 13.janv.] Pieejams: https://en.wikipedia.org/wiki/Tic-tac-toe
9. Igors Ščukins. Krustiņi-nullītes [tiešsaite]. [skatīts 2019.g. 13.janv.] Pieejams: http://www.politeh.lv/elibrary/DATA/IT000017/6.X0.pdf
10. The AlphaStar team, AlphaStar: Mastering the Real-Time Strategy Game StarCraft II [tiešsaite]. [skatīts 2019g. 26. maijs]. Pieejams: https://deepmind.com/blog/alphastar-mastering-real-time-strategy-game-starcraft-ii/
11. Alberto Quesada, 5 algorithms to train a neural network [tiešsaite]. [skatīts 2019.g. 13.janv.]. Pieejams: https://www.neuraldesigner.com/blog/5_algorithms_to_train_a_neural_network
12. Ievads apmācība ar pastiprināšanu iesācējiem [tiešsaite]. [skatīts 2019.g. 13.janv.]. Pieejams: https://proglib.io/p/reinforcement-learning/
13. Q-mācība [tiešsaite]. [skatīts 2019.g. 13.janv.]. Pieejams: https://en.wikipedia.org/wiki/Q-learning

ANALYSIS OF NEURAL NETWORK ARCHITECTURES IN STRATEGIC GAME TO OPTIMIZE DECISIONS

Goncharov Daniil
Prokofjeva Natalija (scientific supervisor)
Riga Technical University, Latvia

ABSTRACT: In this work, the analysis of neural network architectures is carried out to make optimal decisions in the tic-tac-toe game. The work describes the basic principles of artificial intelligence and neural networks, in particular. There had been written a program based on the programming language Python, which allows simulating the game between two players, where the players can act as neural networks. The work analyzes the neural network architecture, which is suitable for this type of problem: Deep neural network of direct distribution. The neural network is built on the principles of learning reinforcement, namely on Q-training. Comparing the speed and efficiency of training, the work allows us to form the basic principles of optimizing the algorithms of machine learning. Purpose of work: To hold a tournament between the created models to find out the optimal parameters. Objectives: to get acquainted with the basic principles of neural networks and machine learning, to get acquainted with existing solutions for machine learning - library tensorflow, to develop a model based on Q-training, to compare models among themselves.

Keywords: neural network, machine learning, Q-learning, model, artificial intelligence, game.

АНАЛИЗ АРХИТЕКТУР НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В СТРАТЕГИЧЕСКОЙ ИГРЕ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Гончаров Даниил
Прокофьева Наталья (научный руководитель)
Рижский Технический университет, Латвия

АННОТАЦИЯ: В этой работе проведён анализ архитектур нейронных сетей для принятия оптимальных решений в игре крестики-нолики. В работе описаны основные принципы искусственного интеллекта и нейронных сетей, в частности, на основе которых разработана программа на языке программирования Python, которая

позволяет имитировать игру между двумя игроками, где в качестве игроков могут выступать нейронные сети. В работе проведён анализ архитектур нейронной сети, которая подходит для решения задач такого типа: Глубокая нейронная сеть прямого распространения. Нейронная сеть построена на принципах обучения с подкреплением, а именно на Q-обучении. Сравнивая скорость и эффективность обучения, работа позволяет сформировать основные принципы оптимизации алгоритмов машинного обучения. Цель работы: провести турнир между созданными моделями для выяснения оптимальных параметров. Задачи работы: ознакомиться с основными принципами нейронных сетей и машинного обучения, ознакомиться с существующими решениями для машинного обучения - библиотека tensorflow, разработать модель, основанную на Q-обучении, сравнить модели между собой.
Ключевые слова: нейронная сеть, машинное обучение, Q-обучение, модель, искусственный интеллект, игра.

ĒKU ENERGOEFIKTIVITĀTES PAAUGSTĪNĀŠANA, TĀS CĒLONI UN RISINĀJUMI

Jušanovs Igors
igorsjushanovs@inbox.lv
Strautmanis Guntis, Strautmane Valentīna (zinātniskie vadītāji)
guntis.strautmanis@rtu.lv, valentina.strautmane@rtu.lv
Rīgas Tehniskas universitātes Daugavpils filiāle, Latvija

ANOTĀCIJA: Darba mērķis ir izstrādāt ēkas energoefiktivitātes paaugstināšanas pasākmumu secību un paradīt, kā aprēķināt nepieciešamo siltumizolācijas biezumu atkarībā no norobežojošām konstrukcijām siltuma caurlaidības koeficienta vērtības. Pēc ēkas renovācijas un siltināšanas, siltumvadītspēja norobežojošām konstrukcijām samazinās, attiecīgi siltuma patēriņš apkurei arī samazinās. Uz dzīvojamās mājas piemēra paradīts, ka notiek siltuma noplūde no ēkas, kā arī paradīti termografiskie attēli.
Atslēgas vārdi: siltuma zudumi, energoefektivitātee, energoefektivitātes paagstināšana, energoaudīts.

IEVADS

Siltuma noplūde piemīt jebkura tipa ēkai iekštelpas un ārēja gaisa temperatūras vai iekštelpu temperatūru starpību dēļ. Tie ir atkarīgi, izņemot temperatūras starpību, vēl no norobežojošo konstrukciju (sienu, grīdas, jumta, logu, durvju) slāņu biezuma un no siltumvadītspējas koeficienta. Materiālus, kuru siltumvadītspējas koeficients ir mazāks par 1,2 W/(m·°C) uzskata par siltuma izolējošiem materiāliem. Vēl uz siltuma zudumiem ietekmē norobežojošās konstrukcijas laukums, termiskie tilti un citi parametri. Lai saprastu, vai ir nepieciešams siltināt ēku, veic termogrāfisko analīzi un pēc tā rezultāta veic energoauditu un sastāda ēkas energosertifikātu. Tikai pēc tam veic siltināšanas darbus un pēc gadiem tie darbi atmaksās un patērētāji par apkuri jau maksā mazāko naudas vienību.

SILTUMA ZUDUMI CAUR NOROBEŽOJOŠĀM KONSTRUKCIJĀM

Lai aprēķinātu siltuma zudumu koeficientu norobežojošām konstrukcijām energosertifikāta sastādīšanai, izskaidrosim dažādus jēdzienus.

Pie ēku ārējām norobežojošām konstrukcijām pieder ārējās sienas, jumti, bēniņu pārsegumi, pārsegumi, kas saskaras ar āra gaisu, grīdas virs neapkurināmiem pagrabiem, aukstās pagrīdes un grīdas uz grunts, pagraba ārsienas, kas saskaras ar āra gaisu vai grunti, ārsienu logi, durvis un vārti, kā arī iekšējās sienas un citas virsmas, ja tās norobežo telpas, starp kurām gaisa temperatūras starpība ir 4 °C un vairāk. [3], [7].
Ārējām norobežojošajām konstrukcijām jāatbilst LBN 002-15 prasībām [1].

Norobežojošo konstrukciju siltuma caurlaidības koeficientu *U*, W/(m^2·°C) aprēķina pēc formulas (1). Siltuma caurlaidības koeficients norāda norobežojošās konstrukcijas spēju vadīt siltumu [2].

$$U = \frac{1}{R_{SI} + R_1 + R_2 + ... + R_n + R_{SE}} \qquad (1)$$

kur R_{SI} – iekš virsmas termiskā pretestība, *(m^2·°C)/W;*
R_n –slāņa termiskā pretestība, *(m^2·°C)/W;*
R_{SE} – ārējās virsmas termiskā pretestība, *(m^2·°C)/W.*

Termiskā pretestība ir materiāla spēja pretoties siltuma vadīšanai.
Norobežojošo konstrukciju virsmu termiskās pretestības R_{SI} un R_{SE} ir dota 1.tabulā.

1. tab.

Termiskās pretestības vērtība no siltuma plūsmas virziena, *(m²·°C)/W*.

Termiskā pretestība	Siltuma plūsmas virziens		
	Uz augšu	Horizontāls	Uz leju
R_{SI}	0,10	0,13	0,17
R_{SE}	0,04	0,04	0,04

Kā redzams, termiskās pretestības R_{SI} un R_{SE} vērtības ir atkarīgas no siltuma plūsmas virziena. Ja siltums plūst uz augšu, kas attiecas uz griestiem, kuri tieši saskaras ar ārā gaisu, un uz jumtiem, tad iekšējā termiskā pretestība R_{SI} ir vismazākā. Ja siltums plūst uz leju (siltuma zudumi notiek caur grīdu), tad termiskā pretestība R_{SI} ir vislielākā. [14].

Norobežojošās konstrukcijas katra slāņa termisko pretestību R_n, *(m²·°C)/W* nosaka izmantojot formulu:

$$R_n = \frac{\delta_n}{\lambda_n} \tag{2}$$

kur δ_n –slāņa biezums, *m*;
λ_n –slāņa materiāla siltumvadīspēja, *W/(m·°C)*.

Izmantojot standartu LVS EN ISO 13370 [15].

Latvijā siltuma caurlaidības koeficienta U aprēķināšanai caur grīdu, kurai nav saskares ar āra gaisu (grīda uz grunts) izmanto standartu LVS EN ISO 13370. Šajā gadījumā aprēķins izskatās šādi:

Grīdai uz grunts bez izolācijas:

1. Nosaka grīdas raksturojošo izmēru B, *m* pēc formulas:

$$B = \frac{A}{0,5 \cdot P} \tag{3}$$

kur A - grīdas laukums, *m²*;
P - grīdas perimetrs, *m*.

Grīdas perimetrs P ir grīdas atklātais perimetrs: pilns ārējo sienu, kas atdala apkurināto ēku no ārējās vides vai neapkurinātas daļas, garums. Ļoti garām grīdām B ir vienāds ar grīdas platums, bet kvadrātiskai grīdai tas ir vienāds ar pusi no sānu lieluma.

Veselai ēkai P ir ēkas kopējais ārējais perimetrs, A ir ēkas pirmā stāva platība.

2. Nosaka grīdas ekvivalento biezumu d, *m* pēc formulas (4).

Ekvivalentais biezums - grunts biezums, kam termiskās pretestības vērtība sakrīt ar apskatāmas grīdas termiskā pretestība.

$$d = w + \lambda \cdot (R_{SI} + R_F + R_{SE}) \tag{4}$$

kur w – sienas biezums, ievērojot visus sienas slāņus, *m*;
λ – nesasalušas grunts siltumvadītspējas koeficients, *W/(m·°C)*;
R_F – grīdas siltuma zudumu pretestība, *(m²·°C)/W*.

Grunts siltumvadītspējas koeficients λ pieņem sekojošas vērtības:

- māla iežiem un nogulu iežiem – 1,5 W/(m·°C),
- smiltīm un grantij – 2,0 W/(m·°C),
- homogēniem kalnu iežiem – 3,5 W/(m·°C),

Ja dati par grunts sastāvu nav pieejami, tad zemes siltumvadītspēju pieņem 2,0 W/(m·°C).

Grīdas konstrukcijas siltuma zudumu pretestību R_F noteic kā visu grīdas slāņu termisko pretestību summu.

3. Noteic siltuma caurlaidības koeficientu U_0, *W/(m²·°C):*

3.1.Ja d < B (neizolētas un vāji izolētas grīdas), tad:

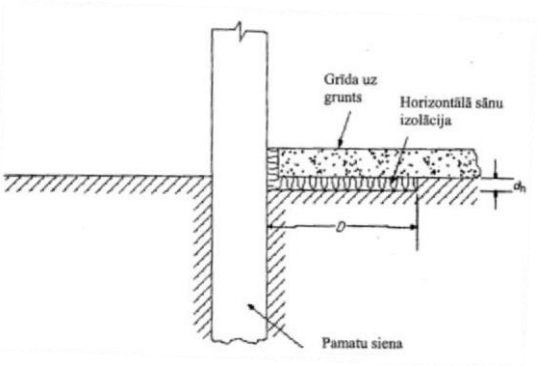
$$U_0 = \frac{2 \cdot \lambda}{\pi \cdot B + d} \cdot \ln\left(\frac{\pi \cdot B}{d} + 1\right) \quad (5)$$

3.2.Ja d ≥ B (labi izolētas grīdas), tad:

$$U_0 = \frac{\lambda}{0,457 \cdot B + d} \quad (6)$$

Grīdai uz grunts ar izolāciju:
Izšķir 2 grīdas izolācijas veidus: horizontālā (1.att.) un vertikālā (2.att.) [14].

APRĒĶINS GRĪDAI UZ GRUNTS AR HORIZONTĀLO IZOLĀCIJU:



1.att. Horizontālās sānu izolācijas shematisks attēls.

1., 2. un 3. punkts tādi paši kā grīdai izolācijas.
4. punktā nosaka sānu faktoru ΔΨ, *W/(m·°C)*:

$$\Delta\psi = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \left[\ln\left(\frac{D}{d + d'} + 1\right) - \ln\left(\frac{D}{d} + 1\right)\right] \quad (7)$$

kur D - izolācijas slāņa platums (attālums no ārsienas iekšējās puses līdz izolācijas galam, *m*.

Ja tiek siltināta visa grīda, tad attālums no ārsienas iekšējās puses līdz telpas mazākā šķērsgriezuma vidum).

d' – papildus ekvivalentais biezums, kas rodas pateicoties sānu izolācijai, *m,* kuru noteic pēc formulas:

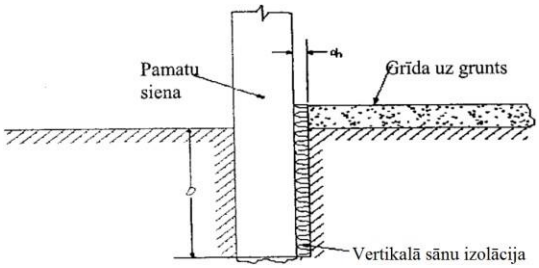
$$d' = R' \cdot \lambda \quad (8)$$

kur R'– papildus siltuma zudumu pretestība, kas parādās pateicoties sānu izolācijai, *(m²·°C)/W*.
To noteic pēc formulas (9):

$$R' = R_{izol} - \frac{d_{izol}}{\lambda} \quad (9)$$

kur R_{izol} – sānu izolācijas siltuma zudumu pretestība, *(m²·°C)/W*;
d_{izol} – izolācijas slāņa biezums, *m*.

Aprēķins grīdai uz grunts ar vertikālo izolāciju:



2.att. Vertikālās sānu izolācijas shematisks attēls.

1., 2. un 3. punkts tādi paši kā grīdai izolācijas.
4. punktā nosaka sānu faktoru ΔΨ, *W/(m²·°C)*:

$$\Delta\psi = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \left[\ln\left(\frac{2 \cdot D}{d + d'} + 1 \right) - \ln\left(\frac{2 \cdot D}{d} + 1 \right) \right] \quad (10)$$

Siltuma caurlaidības koeficientu U, *W/(m²·°C)* noteic pēc formulas (11):

$$U = U_0 + 2 \cdot \frac{\Delta\psi}{B} \quad (11)$$

SILTUMA ZUDUMU APRĒĶINĀŠANAS METODIKA

Šī metodika ir nepieciešama lai pēc energosertifikāta sastādīšanas un īpatnēja siltuma zudumu koeficienta noteikšanas izvelēties jauno, mazjaudīgo siltumapgādes avotu. [9], [10], [11], [12]. Siltuma zudumu aprēķinu sāk, kad ir noteikti visu norobežojošo konstrukciju siltuma caurlaidības koeficienti un ir pieejami ēkas stāvu plāni un ēkas griezumi. [12], [13].

Ēkas plānos un griezumā jābūt izliktiem visiem izmēriem, kas siltuma zudumu aprēķinam ir nepieciešami. Visām telpām ēkas plānos jābūt numurētām [17].

Ēkas siltuma zudumi sastāv no pamata un papildus siltuma zudumiem. Pamata un papildu siltuma zudumus telpai aprēķina katrai norobežojošai konstrukcijai un pēc tam visas vērtības summē. Siltuma zudumi arī sastāv no siltuma daudzuma, kurš ir patērēts infiltrācijas gaisa uzsildīšanai vai caur dabisko ventilāciju ieplūstošā gaisa uzsildīšanai. [4]. No tās divas vērtības pieņem lielāko un pieskaita pie pamata siltuma zudumiem. Siltuma zudumu aprēķināšanas metodika sastādīta pēc literatūras avotiem. [16].

PAMATA SILTUMA ZUDUMU APRĒĶINĀŠANA

Pamata siltuma zudumus Q_{apk}, *W* visām norobežojošām konstrukcijām aprēķina pēc formulas (12) [19].

$$Q_{apk} = F \cdot U \cdot (t_{ie} - t_a) \cdot n \quad (12)$$

kur n – temperatūras starpību samazinošs labojuma koeficients, kas atkarīgs no norobežojošās konstrukcijas stāvokļa attiecībā pret āra gaisu.

Ja attiecīgā telpas norobežojošā konstrukcija tieši saskaras ar āra gaisu, tad n = 1,0; savukārt bēniņu pārsedzēm pieņem n = 0,9; pārsedzēm virs neapkurināma pagraba ar logiem n = 0,75; neapkurināmam pagrabam bez logiem n = 0,6. [7], [8], [20].

F- atsevišķo norobežojošo konstrukciju laukums, m^2;

t_{ie} – iekštelpas temperatūra, ^oC;

t_{ar} – ārējā temperatūra, ^oC.

ĒKAS SILTINĀŠANA

Pēc energoaudita veikšanas nepieciešams siltināt ēku. Tā mēdz būt logu un durvju nomaiņa, siltumizolācijas ielikšana sienās, griestu vai grīdas segumā [6], [18].

Lai aprēķinātu nepieciešamo siltumizolācijas slāni δ, *mm* jāpārveido formula (1):

$$U_{TR} = \frac{1}{R_{SI} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + ... + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{\delta_{izol}}{\lambda_{izol}} + R_{SE}} \Rightarrow \delta_{izol} = \left(\frac{1}{U_{TR}} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - R_{SE} - R_{SI} \right) \cdot \lambda_{izol} \quad (13)$$

TERMOGRAFISKO ATTĒLU IEGŪŠANA

Termogrāfija ir infrasarkanā starojuma vizuāls attēlojums ar termokameras **palīdzību, kas nosaka virsmas temperatūru un attēlo to plaknē, izmantojot krāsu skalu – siltākas vietas iezīmējot sarkanas, bet aukstākas zilā krāsā [13].**

Termogrāfijas priekšrocība ir tā, ka tā atklāj slēptos enerģijas zudumus, piemēram, būvniecības nepilnības vai ekspluatācijas laikā radušos bojājumus. Veicot termogrāfiju, speciālists ar termogrāfijas kameru apseko ēku, iekštelpas un ārpuses elektriskās ierīces. Vietās, kur ir siltuma noplūde, attēls iekrāsojas sarkans [5].

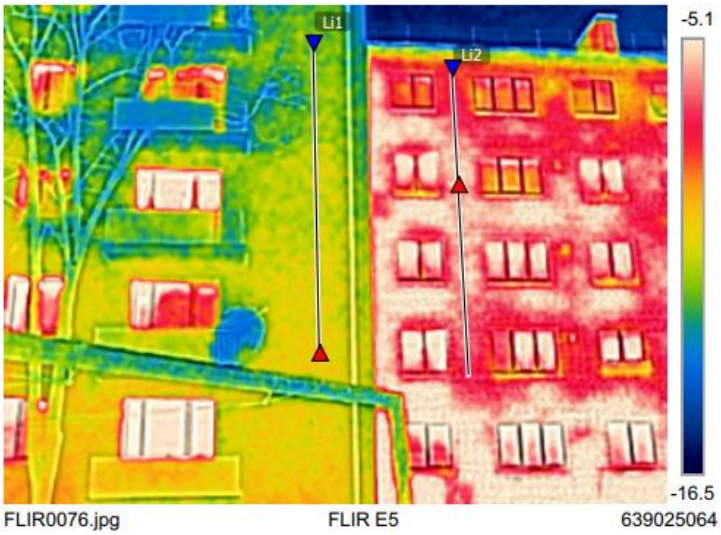
Ja tiek plānota ēkas renovācija, termogrāfiju iesakām veikt gan pirms plānotās renovācijas (lai noteiktu problēmu zonas), gan pēc tās (lai pārliecinātos par materiālu siltumizturību, par iespējamajām nepilnībām un kopējo būvdarbu kvalitāti, ko ir īpaši svarīgi novērtēt pirms ēkas nodošanas ekspluatācijā).

Tikai veicot termogrāfisko apsekošanu, iespējams noteikt siltuma zuduma vietas.

SILTINĀTĀS UN NESILTINĀTĀS ĒKAS SALĪDZINĀŠANA

3.att. Renovētā dzīvojamā māja Cietokšņa iela 70 un nesiltinātā māja Cietokšņa iela 68.

Cietokšņa 68 atrodas ēka, kura nav siltināta. Tā ir uzbūvēta padomju laikos un no energoefektivitātes paaugstināšanas pasākumiem var pieminēt tikai logu nomaiņu dzīvokļos. Savukārt dzīvojamā māja Cietokšņa ielā 70 ir renovēta un nosiltināta 2015. gadā.



4.att. Renovētā dzīvojamā māja Cietokšņa iela 70 un nesiltinātā māja Cietokšņa iela 68, Daugavpilī. Termogrāfiskais attēls.

Kā redzams, nesiltinātai ēkai siltuma zudumi ir lielākie. Īpaši att.4 to var redzēt vislabāk, jo blakus stāv renovētā ēka, kurai siltuma zudumi ir vismazākie. Ar sarkano krāsu ir atzīmētas vietas, caur kuriem notiek vislielākie siltuma zudumi, savukārt ar zilo krāsu atzīmētas vietas, kuras tie ir vismazākie. Termogrāfija veikta 22. janvāri, kad ārā bija -5 grādi Celsija.

SECINĀJUMS

Salīdzināti pamata siltuma zudumu koeficienti ar papildus, kuri ir atkarīgi no norobežojošās konstrukcijas pret debespusēm, no infiltrācijas paisa daudzuma un no vārtu un ārdurvju skaita. Vislielākais siltuma daudzums patērēts infiltrācijas gaisa uzsildīšanai, kā arī purviem un vārtiem. Veikta termogrāfisko attēlu iegūšana ziemas laikā, kad ārā bija -5 ^{o}C. Siltinātai mājai siltuma zudumu ir mazākie nekā nesiltinātai, kas ir pieradīts ar termogrāfisko attēlu. Aplūkoti normatīvi un literatūra, kura var veidot priekšstatu par siltuma zudumu procesiem un energoefektivitātes paaugstināšanas iespējām.

LITERATŪRAS SARAKSTS

1. MK noteikumi Nr. 339 par Latvijas būvnormatīvu LBN 002-15 "Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika" // „Latvijas vēstnesis”. 125 (5443), 30.06.2015
2. MK noteikumi Nr. 338 par Latvijas būvnormatīvu LBN 003-15 " Būvklimatoloģija" // „Latvijas vēstnesis”. 125 (5443), 30.06.2015
3. MK noteikumi Nr. 383 " Noteikumi par ēku energosertifikāciju" // „Latvijas vēstnesis”. 138 (4944), 18.07.2013
4. MK noteikumi Nr. 348 " Ēkas energoefektivitātes aprēķina metode" // „Latvijas vēstnesis”. 132 (4938), 10.07.2013
5. MK noteikumi Nr. 487 " Uzņēmumu energoaudita noteikumi" // „Latvijas vēstnesis”. 143 (5715), 27.07.2016
6. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование. /Под ред. проф. Б. М. Хрусталева - М.: Изд-во АСВ, 2005.
7. Малявина Е. Г. Теплопотери здания: справочное пособие / Е. Г. Малявина. — М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. - 144 с. — 2 000 экз. - ISBN 978-5-98267-030-4.
8. Nagla J., Saveļjevs P., Cars A. “Siltumtehniskie aprēķini piemēros”. // Rīga, Zvaigze 1982.

9. Nagla J., Saveļjevs P., Ciemiņš R. Siltumtehnikas pamati. // Rīga: Zvaigzne, 1981. 356 lpp.
10. Nagla J., Saveļjevs P., Turlajs D. Siltumenerģētikas teorētiskie pamati. Rīga: RTU, 2008. 194 lpp
11. Akmens P., Krēsliņš A. Ēku apkure un ventilācija. I daļa. - R.:"Zvaigzne ABC", 1995.-166 lpp
12. Akmens P., Krēsliņš A. Ēku apkure un ventilācija. II daļa. - R.:"Zvaigzne ABC", 1995.-166 lpp
13. Lešinskis A. Metodieskie norādījumi kursā darbam.
14. Jakovičs A., Gendelis S., Dimdiņa I., Džeriņš J.. Metodiskais palīgmateriāls energoaudita veikšanai saskaņā ar pasūtījuma „Ēkas energoefektivitātes aprēķina programmas aktualizēšana un metodiskā palīgmateriāla energoaudita veikšanai izstrāde”. // Rīga. 2011.
15. Liepiņš M.. “PAR ĒKU ENERGOEFEKTIVITĀTI. Metodiskie norādījumi diplomandiem”. // Rīga. 2018.
16. Пилипенко Н.В. Энергетическое обследование зданий и сооружений. Энергоаудит: Учебное пособие - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2016.
17. Фокин К.Ф.. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. // Москва. АВОК-ПРЕСС. 2006
18. http://www.ekodoma.lv/lv/pakalpojumi/termografija
19. Троицкий-Марков Т.Е., Будадин О.Н., Михайлов С.А., Потапов А.И. Научно-методические принципы энергосбережения и энергоаудита
20. Басманов В.Г., Порошин Д.А. Энергоаудит предприятий, организаций и учреждений.

ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS, THE REASONS AND SOLUTIONS

Jušanovs Igors
Strautmanis Guntis, Strautmane Valentina (scientific supervisors)
Riga Technical University, Daugavpils branch, Latvia

ABSTRACT: The paper describes how to properly determine the heat loss coefficients and determine whether the building needs renovation. A comparison is made of the heat loss coefficients taking into account additional heat losses, which depend on the location of the enclosing structures relative to the cardinal points, and on the amount of infiltrated air. It also provides for the calculation of heat loss across the floor, dividing it into zones. The end result is compared with the normative and maximum heat loss coefficients. A comparison was made of measures to improve energy efficiency in both cases.
Keywords: *heat losses, energy efficiency, building needs renovation*

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ, ПРИЧИНЫ И РЕШЕНИЯ

Юшанов Игорь
Страутманис Гунтис, Страутмане Валентина (научные руководители)
Даугавпилсский филиал Рижского Технического университета, Латвия

АННОТАЦИЯ: Цель работы разработать порядок мероприятий по улучшению энергоэффективности зданий. Также предусмотрено показать, как считается теплоизоляция в зависимости от коэффициента теплопередачи. После реновации и утепления зданий теплопроводность ограждающих конструкций снижается. На примере жилого дома показано, как из здания уходит тепло, а также показаны термографические изображения здания.
Ключевые слова: энергоэффективность, теплопотери, тепловые потери, утепления зданий.

PĒTĪJUMS PAR DRONU (UAV) AKUMULATORA IZLĀDI

Iļja Kaļiņins
Iljakalinin27@gmail.com
Smirnova Raisa (zinātniskā vadītāja)
raja@df.rtu.lv
Rīgas Tehniskas universitātes Daugavpils filiāle, Latvija

ANOTĀCIJA: Bezpilota lidaparāti (UAV), ko sauc arī par droniem, ir populārākais 20. un 21. gadsimta izgudrojums, kura funkcijas ir daudzvērtīgas. Savā darbā autors pārbauda UAV uzturēšanās ilgumu atvērtā trīsdimensiju telpā, atkarībā no ierīcē instalētās baterijas, kā arī pievienoto slodzi bezpilota lidaparātiem.
Šī problēma ir aktuāla, jo zinātne ir nobažījusies par jautājumiem, kas tiek saistīti ar UAV autonomiju ar vislielāko kravnesību.
Atslēgas vārdi: Bezpilota lidaparāts, UAV, automātiska vadība, kravnesība, trajektorija.

IEVADS

Bezpilota lidaparātiem var noteikt vairākus uzdevumus, kas ir saistīti ar sarežģītu telpisko kustību plānošanu un īstenošanu, kas pēdējos gados pievērš vislielāko uzmanību UAV attīstībā[1-5]. Šī sērija ietver arī uzdevumu atrast maksimālo celtspēju, ko vienam vai citam bezpilota lidaparātam ir trīsdimensiju telpā.
Šajā darbā autors pēta un analizē maksimālo laiku, kurā UAV atrodas atvērtā trīsdimensiju telpā. Darba autors veic pētījumus, testējot dažādus akumulatorus divos bezpilota lidaparātos, un kuriem bija pievienota papildu slodze (100 g, 500 g, 900 g).
Precīzākam pētījumam autors savā zinātniskajā darbā apskatīja vairākus UAV modeļus ("DJI Mavic Air" un "DJI Phantom 4PRO"), kā arī dažādu konfigurāciju nomaināmas baterijas "LiPo X5SW", "MJX B80016", "DJI Spart - Part3S "un" DJI Mavic Air-part1 ". Šī darba pētījuma rezultāta jāizvēlas UAV variants pēc pētījuma rezultātu analīzes, lai nodrošinātu vislabāko optimālo variantu, kas varēs ilgstoši strādāt ar maksimālo slodzi.

VĒSTURE UN PIELIETOJUMS MŪSDIENĀS

Drons, kvadrokopteris jeb bezpilota lidaparāts ir ļoti mūsdienīgs. Droni jeb UAV ir lidaparāti ar četriem rotoriem, kuros divas pretējās skrūves rotē vienā virzienā, bet otras - pretējā virzienā, bet manevri tiek veikti, mainot skrūves rotācijas ātrumu.
Ierīces tiek izmantotas pētniecībai tādās jomās: foto un video uzņemšanas un meklēšanas operāciju veikšana, vides monitorings, neliela izmēra un svara kravu piegāde, konstrukciju pārbaude, militāriem mērķiem, kā arī lauksaimniecībā un citās tautsaimniecības nozarēs.

PĒTĪJUMA MĒRĶIS UN AKTUALITĀTE

Mērķis: pārbaudīt UAV uzturēšanās ilgumu atvērtā trīsdimensiju telpā, atkarībā no ierīcē instalētās baterijas, kā arī pievienoto slodzi bezpilota lidaparātiem.
Aktualitāte: problēma par dronu akumulatora izlādi mūsdienās ir aktuāla, jo zinātne ir nobažījusies par problēmām, kas tiek saistīti ar UAV autonomiju ar vislielāko kravnesību, kā arī saglābāt pilnvērtīgu pārvaldi ar to.

PĒTĪJUMĀ IZMANTOTIE PRODUKTI

Bezpilota lidaparāti (Droni): DJI Phantom 4PRO un DJI Mavic Air.
Dronu akumulatori: Akumulators, kas ietilpst komplektācijā un akumulators no cita izstrādātāja.

DARBA UZDEVUMI

- Iegūt zināšanas par dronu fizikālām īpašībām dažādos apstākļos.
- Izpētīt, kā izmainās dronu akumulatora izlādes laiks, pieslēdzot tām noteiktu svaru, un arī izmantojot gan oriģinālus akumulatorus, gan citus.
- Izdarīt secinājumus, kuri no akumulatoriem izlādējas ātrāk (vai nu akumulatori no dronu komplektācijas, vai no citiem ražotājiem).
- Izpētīt dronu parametru ietekmi uz piespiedu kustībām dronu dinamiskās sistēmās SPRING programmā, izmantojot sistemātisku pieeju, mūsdienu metodes un to attīstību, lai veiktu bifurkāciju analīzi [6-7].
- Izstrādāt tīmekļa vietni ar pētīšanas rezultātiem, lai citas personas varētu izmantot gatavu koncepciju savās interesēs un darbā.

PĒTĪJUMA DARBA KĀRTĪBA

Pirms eksperimenta, tika uzzināts dronu akumulatoru izlādēšanas laiks bezsvaru stāvoklī teorētiski, izmantojot fizikas formulas.

Eksperiments ietver divus posmus:

Eksperiments bezsvara stāvoklī:

1. Iekļauti dronu oriģinālajā komplektācijā, akumulatori bija uzlādēti līdz 5% (akumulatora lādiņu skaits bija redzams, savienojoties pa Bluetooth piekļuvi ar dronu caur tālruņa programmu «DJI Go»).
2. Ar hronometru fiksējās laiks, kurā drons tiek izlādēts līdz pilnai izlādei augšā.
3. Tādam pašam dronam tika samainīts akumulators no cita ražotāja, kas arī bija uzlādēts līdz 5% atzīmei, un atkārtojās tāds pats eksperiments.
4. Notika tāda pati darbība ar otru dronu, izmantojot oriģinālu un cita ražotus akumulatorus, kas arī bija uzlādēti līdz 5%.
5. Visi iegūtie eksperimenta dati tika ienesti tabulā.
6. Izdarīti secinājumi par pavadīto pētījumu.

Eksperiments, lietojot noteiktu svaru:

1. Veicam eksperimentu, pieslēdzot pirmajām dronam noteiktus svarus pēc kārtības (100 g, 500 g, 900 g).
2. Laiku, kuru drons pavadīja trīs-dimensiju telpā, fiksējām ar hronometru.
3. Veicam eksperimentu, pieslēdzot otrām dronam noteiktus svarus pēc kārtības (100 g, 500 g, 900 g).
4. Saņemtos rezultātus ienesām tabulā.
5. Veikti secinājumi.

1.tabulā ir ietverti dati par teorētiskajiem aprēķiniem eksperimentam bez pievienoto slodzi UAV. Pēc eksperimenta iegūtie rezultāti tiks attēloti 2.tabulā.

1. tab. Eksperimenta teorētiskie rezultāti

UAV modelis	Akumulatora modelis	Akumulatora lādiņš (procentos)	Izlādēšanas laiks bez svara (teorētiski)
DJI Mavic Air	LiPo X5SW	5	93
	MJX B80016	5	87
	DJI Spart – Part3S	5	82
	DJI Mavic air-part1	5	45
DJI Phantom 4PRO	LiPo X5SW	5	46
	MJX B80016	5	42
	DJI Spart – Part3S	5	40
	DJI Mavic air-part1	5	22

2.tab. Eksperimenta praktiskie rezultāti

UAV modelis	Akumulatora modelis	Akumulatora lādiņš (procentos)	Izlādēšanas laiks bez svara (praktiski)	Izlādēšanas laiks bez svara (100 g; 500 g; 900 g praktiski)
DJI Mavic Air	LiPo X5SW	5	89	85; 78; 71.
	MJX B80016	5	91	89; 83; 74.
	DJI Spart – Part3S	5	89	88; 84, 76.
	DJI Mavic air-part1	5	48	46; 42; 37.
DJI Phantom 4PRO	LiPo X5SW	5	40	34; 29; 23.
	MJX B80016	5	42	39; 32; 27.
	DJI Spart – Part3S	5	39	36; 31; 25.
	DJI Mavic air-part1	5	23	20; 15; 8.

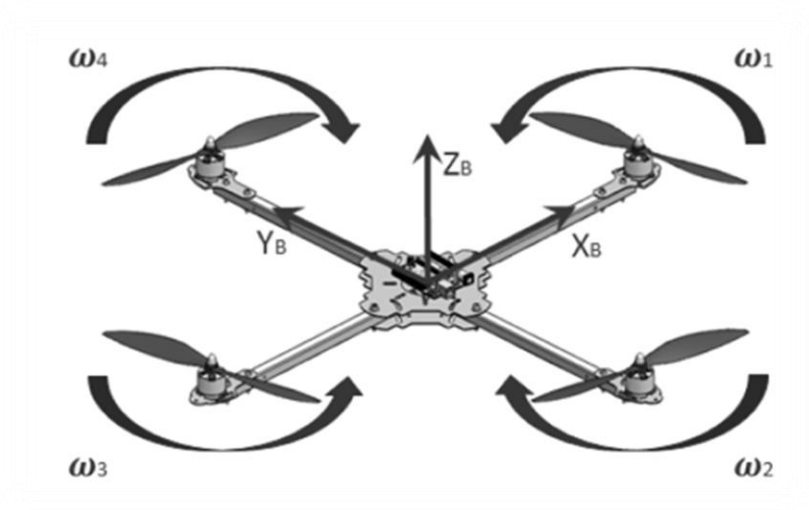
SECINĀJUMI EKSPERIMENTA NOSLĒGUMĀ

- Pēc eksperimenta iegūtiem rezultātiem, var secināt, ka visvairāk laika UAV pavadīja darbā ar diviem akumulatora modeļiem, kas iekļauti standartā, komplektācijā ar ierīcēm. Tie ir "DJI Spart – Part3S" un "DJI Mavic air-part1" akumulatoru modeļi.
- Pirmā un otrā bezpilota ierīce var pacelt maksimālu svaru, lietojot tikai oriģinālus akumulatorus, neņemot vērā to, ka lādiņa apjoms citos akumulatoros būtu pat lielāks, nekā oriģinālajos.
- Šis pētījums tika veikts, lai noskaidrotu, cik svarīgi ir iegādāties baterijas no sākotnējiem ražotājiem bezpilota lidaparātiem, un cik ir redzama atšķirība vienādu raksturlielumu bateriju izmantošanā no dažādiem ražotājiem.

DRONU KUSTĪBAS TRAJEKTORIJAS MODEĻA PĒTĪŠANA

DRONA MATEMĀTISKĀ MODELĒŠANA

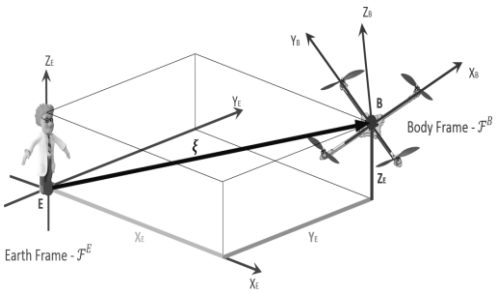
Kā piemērs tiek apskatīts pētāmās dronu sistēmas modelis [2-3]. Šīs matemātiskais modelis apraksta kvadrokoptera (drona) kustību un uzvedību, ņemot vērā modeļa iekšējas sakarības un ārējo ietekmi uz kvadrokopteri.

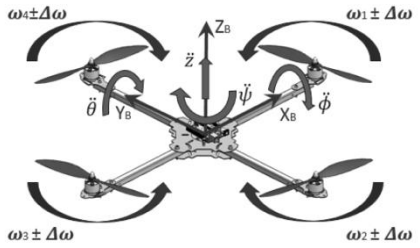


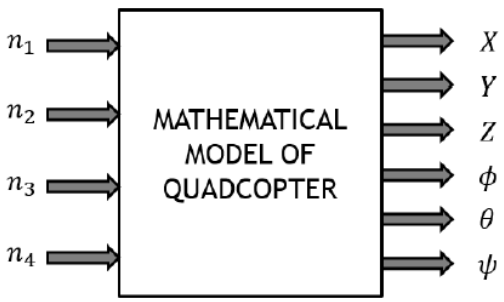
1. att. "Kvadrokoptera struktūra"

KVADROKOPTERA KOORDINĀTU SISTĒMAS

Kvadrokoptera dinamiku raksturo diferenciālvienādojumi (4.att.), kas iegūti, izmantojot Ņūtona – Eilera likumus.







2. att. “Zemes un ķermeņa rāmji”

$$
\begin{cases}
\ddot{x} = (C_\psi S_\theta C_\varphi + S_\psi S_\varphi)\dfrac{k({\omega_1}^2 + {\omega_2}^2 + {\omega_3}^2 + {\omega_4}^2)}{m_t} - sign(\dot{x})c_d\dfrac{\rho\dot{x}^2}{2}S_x, \\
\ddot{y} = (S_\psi S_\theta C_\varphi - C_\psi S_\varphi)\dfrac{k({\omega_1}^2 + {\omega_2}^2 + {\omega_3}^2 + {\omega_4}^2)}{m_t} - sign(\dot{y})c_d\dfrac{\rho\dot{y}^2}{2}S_y, \\
\ddot{z} = C_\varphi C_\theta\dfrac{k({\omega_1}^2 + {\omega_2}^2 + {\omega_3}^2 + {\omega_4}^2)}{m_t} - g - sign(\dot{z})c_d\dfrac{\rho\dot{z}^2}{2}S_z, \\
\ddot{\varphi} = ({\omega_4}^2 - {\omega_2}^2)\dfrac{lk}{J_x}, \\
\ddot{\theta} = ({\omega_3}^2 - {\omega_1}^2)\dfrac{lk}{J_y}, \\
\ddot{\psi} = (-{\omega_1}^2 + {\omega_2}^2 - {\omega_3}^2 + {\omega_4}^2)\dfrac{b}{J_z}, \\
\dot{\omega}_1 = -c_{1,\omega}(\omega_1 - {\omega_1}^*) - c_{2,\omega}\dot{\omega}_1, \\
\dot{\omega}_2 = -c_{1,\omega}(\omega_2 - {\omega_2}^*) - c_{2,\omega}\dot{\omega}_2, \\
\dot{\omega}_3 = -c_{1,\omega}(\omega_3 - {\omega_3}^*) - c_{2,\omega}\dot{\omega}_3, \\
\dot{\omega}_4 = -c_{1,\omega}(\omega_4 - {\omega_4}^*) - c_{2,\omega}\dot{\omega}_4,
\end{cases}
$$

3. att. “Lineārie un leņķiskie paātrinājumi attiecībā pret $\mathcal{F}$B”

MATEMĀTISKAIS MODELIS

4. att. Kvadrokoptera parametri, koordinātas un dinamikas sistēmas diferenciālvienādojumi

SECINĀJUMI UN PRIEKŠLIKUMI TURPMĀKĀ DARBA GAITAI

- Tiek apkopota un analizēta liela apjoma informācija par dronu fizikālām īpašībām.
- Tika izpētīts dronu akumulatora izlādes laiks, pieslēdzot tām noteiktu svaru, un arī izmantojot gan oriģinālus akumulatorus, gan citus.
- Pēc eksperimenta rezultātiem ir iespēja secināt, ka akumulatori no citiem ražotājiem izlādējas ātrāk nekā akumulatori no dronu komplektācijas.
- Turpināt dināmisko sistēmu - dronu kustības pētīšanu SPRING programmā.
- Izstrādāt un atbalstīt tīmekļa vietni ar pētīšanas rezultātiem.

LITERATŪRAS SARAKSTS

1. Luukkonen T., Modelling and control of quadcopter: (http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11_public.pdf) School of Science Mat-2.4108, Independent research project in applied mathematics Espoo, August 22, 2011
2. Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером. Электронный научно – технический журнал «Инженерный вестник», # 08, август 2014. УДК: 519.711.2. Россия, МГТУ им. Баумана: http://engsi.ru/file/out/723336
3. Колотов М. Е. Синтез робастных регуляторов для управлениякводрокоптером . СПГУ: (https://nauchkor.ru/pubs/)руководитель кандидат физ.-мат. наук,д Сотникова М. В. Санкт-Петербург, 2016
4. Zoran Benić, Petar Piljek and Denis Kotarski. Mathematical model of an unmanned aerial vehicle with four propulsors:(https://hrcak.srce.hr/file/223725) Interdisciplinary Description of Complex Systems 14(1), 88-100, 2016
5. Min Goo Yoo and Sung Kyung Hong. Dynamic System Identification and Validation of a Quadrotor UAV: (https://pdfs.semanticscholar.org/49c1/796e1af5f17da2166ea16da1fab46c295d9f.pdf) International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 11, Number 2 (2016) pp 1089-1093
6. Schukin I., Zakrzhevsky M., Ivanov Yu., Kugelevich V., Malgin V., Frolov V. Application of software SPRING and method of complete bifurcation groups for the bifurcation analysis of nonlinear dynamical system. Journal of Vibroengineering, Volume 10, Issue 4, 2008, pp. 510-518.

7. Smirnova, R., Zakrzhevsky M., Schukin I. Global Analysis of the Nonlinear Duffing-van der Pol Type Equation by a Bifurcation Theory and Complete Bifurcation Groups Method. Vibroengineering Procedia, 2014, Vol.16, Iss.3, 139.-143.lpp. ISSN 2345-0533.

RESEARCH ON DRAIN (UAV) BATTERY CHARGING
Battery charge research drone (UAV)

Ilya Kalinin
Smirnova Raisa (scientific supervisor)
Riga Technical University, Daugavpils branch, Latvia

ABSTRACT: Unmanned Aircraft (also called drones) is the most popular invention of the 20th and 21st century, functions of that are multi-valued. In this work the author checks the length of drone's standing in an open three - dimensional space, that depends on the battery installed in the device, and the added load on the device.
This problem is topical, because nowadays science is concerned about issues that are related to unmanned aircraft autonomy with maximum carrying capacity.
Keywords: unmanned aircraft, UAV, automatic control, load capacity, trajectory.

ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАРЯДА АККУМУЛЯТОРА ДРОНОВ (БПЛА)

Илья Калинин
Смирнова Раиса (научный руководитель)
Даугавпилсский филиал Рижского Технического университета, Латвия

АННОТАЦИЯ: Беспилотные летательные аппараты (БПЛА также называемые дронами) являются популярным изобретением 20-го и 21-го века, функции которого многозначны. В своей работе автор проверяет продолжительность пребывания беспилотного летательного аппарата в открытом трехмерном пространстве в зависимости от установленной в устройстве батареи, а также от дополнительной нагрузки на беспилотный летательный аппарат.
Эта проблема актуальна, потому что в настоящее время наука обеспокоена автономностью беспилотных летательных аппаратов с максимальной грузоподъемностью.
Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, беспилотник, автоматическое управление, грузоподъемность, траектория.

SMADZEŅU KONEKTOMAS ANALĪZE AR GRAFU TEORIJAS ELEMENTIEM

Minejeva Oļesja
Olesja.Minejeva@rtu.lv
Markovičs Zigurds (zinātniskais vadītājs)
Zigurds.Markovics@rtu.lv
Rīgas Tehniskā universitāte, Latvija

ANOTĀCIJA: Smadzenes ir organisma sarežģītas struktūras daļa, kas veic vairākas funkcijas, kas atbild par cilvēka galvenajām funkcijām: runa, dzirde, kustība, redze utt. Smadzenes sastāv no vairākiem apgabaliem, kas ne tikai tieši saistīti ar dažādām orgānu sistēmām, bet arī atkarīgas un var ietekmēt viens otru. Termins "konektoma", kas ir smadzeņu savienojumu pilnīgs strukturāls apraksts vai savienojumu karte, tiek izmantots smadzeņu attiecību vispārējai uztveršanai. Smadzeņu neironu reģionu saites var attēlot kā grafu ar virsotnēm, kas atbilst konkrētiem reģioniem, bet loki ir saiknes starp šiem apgabaliem. Šo grafu var analizēt, izmantojot kvantitatīvus mērījumus, piemēram, virsotņu pakāpi, centralitāti, modularitāti u.c Šajā rakstā aplūkoti dažādi grafa parametri savienojumiem starp smadzeņu reģioniem. Mērķis ir noteikt svarīgākus apgabalus un atsevišķu savienojumu nozīmi vispārējā funkcionālajā smadzeņu modelī.
Atslēgas vārdi: smadzeņu grafs, konektoma, grafu teorija, smadzeņu neironu apgabali

IEVADS

Katram cilvēkam ir sava unikāla ģenētikas, apkārtējās vides ietekmes un dzīves pieredzes kombinācija. Šie faktori ietekmē smadzeņu detalizētu „uzbūvi", tā kā pat dvīņiem ir iespējams dažāds neironu saišu līmenis. Sakārtojot šīs saites, pētnieki cenšas izprast, kādas var būt dažādu cilvēku konektomas. Konektoma ir smadzeņu pilns strukturālo savienojumu apraksts. Šie savienojumi var būt starp dažādiem nervu sistēmas elementiem – sākot no neironiem un beidzot ar veseliem smadzeņu apgabaliem [1].

Konektoma ir pietiekami sarežģīti un slikti izprotama. Līdz šim tikai viena konektoma tika izstrādāta līdz galam. Tā bija apaļkāja, Caenorhabditis elegans, konektoma. Problēma ir tāda, ka šim tārpam ir tikai 300 neironi, kas savienoti savā starpā ar 7000 saitēm, bet cilvēkam ir 100 biljonu reižu vairāk neironu un miljons reižu lielāks saišu skaits [2].

Pašlaik ir izstrādāti vairāki t.s. konektivitātes atlanti, kuros līdzīgi kā mapēs tiek attēloti dažādas cilvēka galvassmadzeņu lokācijas jeb reģioni. Šai problemātikai veltīti vairāki zinātniskie projekti. Viens no tiem ir Brainnetome Atlas [3]. Galvenais mērķis ir izpētīt cilvēka smadzeņu hierarhiju, izdalot divus galvenos elementus – mezglus un savienojumus starp tiem. Pats galvenais ir ne tikai noteikt šo mezglu strukturālo arhitektūru, bet savietot to ar atsevišķo reģionu funkcionālo konektivitāti, t.i. kā reģioni var ietekmēt cits citu un kā saišu esamība vai pārtrūkšana var iespaidot saistīto reģionu funkcionalitāti.

Izrādās, ka tādu smadzeņu struktūru var iztēloties grafa veidā. Grafa struktūra sastāv no virsotnēm un lokiem. Dažādās sarežģītās sistēmās tie var attēlot dažādus elementus un saites starp tiem, piemēram, cilvēkus un viņu sociālās attiecības, interneta mājaslapas un hiperlinkus utt [1], [4]. Smadzeņu gadījumā virsotņu lomu spēlēs reģioni, un loki implementēs saites starp šiem reģioniem.

SMAZDEŅU SAVIENOJUMU GRAFA PARAMETRI

Grafu teorija piedāvā dažādus instrumentus darbam ar sarežģīto sistēmu modeļiem, pie kuriem attiecina arī smadzeņu struktūru. Tātad, izveidotajam grafam var izrēķināt vairākus matemātiskus lielumus, lai pēc tam tos integrētu kompleksajā tīklā.

Pirms veikt jebkādus aprēķinus, jānosaka grafa veids. Dotajā rakstā tiek analizēts grafs, kuru ieguva Brainnetome Atlas [15] projekta ietvaros, kur ir sniegta informācija par smadzeņu reģioniem un par savienojumu esamību, respektīvi, vai šis reģions ir saistīts ar šo. Tāpēc te iet runa par t.s. neorientētu grafu [5]. Lai iegūtu un vizualizētu šo grafu, nepieciešami dati par saitēm, kas ir apkopoti vienā matricā, ko pieņemts saukt par savienojumu matricu. Šī ir divdimensiju matrica, kas sastāv no rindām un stabiņiem, kas atspoguļo reģionu nosaukumus (1. att.) [6] – [8].

Lobe	Gyrus	Left and Right Hemisphere
Frontal Lobe	SFG, Superior Frontal Gyrus	SFG_L(R)_7_1
		SFG_L(R)_7_2
		SFG_L(R)_7_3
		SFG_L(R)_7_4
		SFG_L(R)_7_5
		SFG_L(R)_7_6
		SFG_L(R)_7_7
	MFG, Middle Frontal Gyrus	MFG_L(R)_7_1
		MFG_L(R)_7_2
		MFG_L(R)_7_3
		MFG_L(R)_7_4
		MFG_L(R)_7_5
		MFG_L(R)_7_6
		MFG_L(R)_7_7
	IFG, Inferior Frontal Gyrus	IFG_L(R)_6_1
		IFG_L(R)_6_2
		IFG_L(R)_6_3
		IFG_L(R)_6_4

1. att. Smadzeņu reģionu nosaukumi no savienojumu matricas

Informācijas glabāšana savienojumu matricas veidā parasti ir saistīta ar grafa izmaksām, ko apzīmē ar terminu blīvums (density). Šis parametrs ir vienāds ar attiecību starp faktisko loku skaitu grafā un kopējo iespējamo loku skaitu[1], [5].

Savienojumu matricā iekļauti 246 reģionu nosaukumi (SFG_L(R)_7_1, MFG_L(R)_7_7, IFG_L(R)_6_3 utt.) un divu veidu cipari – nulles un vieninieki. Ja loks starp reģionu a un reģionu b eksistē, tad attiecīgais matricas elements ir $A_{ab} = 1$, citādi $A_{ab} = 0$ [7]. Dati tiek glabāti .csv faila formātā. Savienojumu matricas fragments sniegts 2. att.. Loku skaitu, kas savieno virsotni ar pārējām, sauc par šīs virsotnes pakāpi. Tātad, vieninieku skaits attiecīgajā savienojumu matricas rindiņā atbilst šīs rindas virsotnes pakāpei. Virsotnes, kurām pakāpes ir visaugstākās, mēdz saukt par centrmezgliem [1], [5]. Balstoties uz virsotņu pakāpēm var izskaitļot t.s. asortativitāti (assortativity) [10], kas raksturo korelāciju starp savienotām virsotnēm. Ja šis rādītājs ir pozitīvs, tas nozīmē, ka augstas pakāpes virsotnes tendētas tikt savienotas savā starpā.

Vēl viens raksturlielums ir vidējais ceļa garums. Ja runa iet par klasisko matemātisko priekšstatu, tad ceļa garums ir loku skaits, kas jāiziet cauri, lai tiktu no vienas virsotnes līdz otrajai. Ja runa iet par smadzeņu topoloģiju, tad ceļa garumu var pielietot, lai novērtētu informācijas pārraides iespējas starp reģioniem. Īsi ceļu garumi atvieglo ātru informācijas pārraidi un samazina resursu patēriņu. Šis faktors noved pie termina „small world" [9]. Ar šo jēdzienu saista tīklus, kuros visi elementi saistīti ar pārējiem caur ļoti īsu ceļu. Sabiedrībā bieži sastop terminu ar līdzīgu nozīmi - „six degrees of separation" starp jebkuriem diviem cilvēkiem, kas nozīmē, ka viņi pazīst viens otru caur sešām paziņām (ir savienoti ar 6 vai mazāku loku skaitu). Smadzeņu savienojumu grafu arī pieskaita „small world" sistēmām.

,1 SFG_L_7_1	2 SFG_R_7_1	3 SFG_L_7_2	4 SFG_R_7_2	5 SFG_L_7_3	6 SFG_R_7_3	7 SFG_L
1 SFG_L_7_1	0	1	1	1	1	1
2 SFG_R_7_1	1	0	1	1	1	1
3 SFG_L_7_2	1	1	0	1	1	1
4 SFG_R_7_2	1	1	1	0	0	1
5 SFG_L_7_3	1	1	1	0	0	1
6 SFG_R_7_3	1	1	1	1	1	0
7 SFG_L_7_4	1	1	1	1	1	0
8 SFG_R_7_4	1	1	1	1	0	1
9 SFG_L_7_5	1	1	1	1	1	1
10 SFG_R_7_5	1	1	0	1	1	1
11 SFG_L_7_6	1	1	1	1	1	1
12 SFG_R_7_6	1	1	1	1	1	0
13 SFG_L_7_7	1	1	1	0	1	1
14 SFG_R_7_7	1	1	0	0	1	1
15 MFG_L_7_1	1	0	1	0	1	1
16 MFG_R_7_1	1	1	1	1	1	1
17 MFG_L_7_2	1	1	1	0	0	0
18 MFG_R_7_2	1	1	1	1	0	0
19 MFG_L_7_3	1	1	1	0	1	1
20 MFG_R_7_3	1	0	0	1	1	1
21 MFG_L_7_4	1	1	1	1	1	1

2. att. Savienojumu matricas fragments

Runājot par grafa analīzi, viens no nozīmīgākajiem jautājumiem ir „svarīgāko” virsotņu noteikšana. Ko nozīmē „svarīgums”? Te var būt vairākas interpretācijas. Viena no tām skaidro, ka „svarīgums” attiecas uz informācijas plūsmu tīklā. Tiek ieviests jēdziens centralitāte [1], [11]. Ja centralitāte ir augsta, tas nozīmē, ka šī virsotne aizņem nozīmīgu vietu informācijas apmaiņas procesā grafā.

Jāatzīmē, ka šim raksturlielumam ir daži priekšstati un dažādas noteikšanas pieejas. Vienkāršākā ideja saistīta ar hipotēzi, ka virsotne ar augstu pakāpi ir potenciāli aktīva. Tādu mēru sauc par pakāpes centralitāti (degree centrality) un izsaka kā virsotņu skaitu, kas savienotas ar doto [12]. Cits uzskats par centralitāti balstās uz īsāko ceļu starp visiem virsotņu pāriem iešanu cauri dotajai virsotnei. Tāda virsotne var ietekmēt pārējās, uzturēt, apturēt vai pārtraukt informācijas pārraides procesu. Šai pieejai tika iedots nosaukums starpību centralitāte (betweenness centrality). Ir vēl vairāki ar centralitāti saistīti mēri, bet šajā darbā apskatīts vēl viens – tuvuma centralitāte (closeness centrality). No nosaukuma izriet, ka šī centralitāte raksturo tuvumu, tāpēc, jo lielāka ir šī centralitāte, jo tuvāka šī virsotne ir visām pārējām. Šo lielumu rēķina kā virsotnes apgrieztu ceļu garumu summu [13].

Tīklam ir vēl viens lokāls raksturlielums – klasterizācija. Tā raksturo mijiedarbību starp virsotnes kaimiņiem. Citiem vārdiem, matemātiski var aprēķināt varbūtību, ka divi virsotnes kaimiņi savā starpā arī ir tuvākiem kaimiņi. Iegūto vērtību sauc par klasterizācijas koeficientu [14]. Ar šo lielumu var noteikt, cik fragmentēts ir apskatāmais tīkls. Tātad, pie augsta klasterizācijas koeficienta smadzeņu grafā var sagaidīt, ka kāds notikums (piemēram, insults) skars tikai vienu klasteri, t.i. kādu reģionu grupu. Pie zemas klasterizācijas ir otrādi, informācija izplatīsies pa visu tīklu.

DATU APSTRĀDE AR NETWORKX PROGRAMMATŪRU

Protams, aprakstītie grafu analīzes parametri ir tikai neliela daļa no grafu teorijas instrumentiem. Bet attiecībā uz smadzeņu savienojumiem, tie dod kopējo priekšstatu par reģionu saistību un savstarpējo mijiedarbību. Ir plašs programmatūras klāsts, ko var izmantot dotā grafa matemātiskajai un statistiskajai apstrādei un parametru aprēķinam. To var nosacīti iedalīt divās grupās: universālās matemātiskās paketēs (Mathcad, Matlab, Wolfram Mathematica utt.), kurās ir instrumentu grupas darbam ar grafiem, un specializētās datorprogrammās (piemēram, Gephi), kuras radītas mērķtiecīgi priekš grafu apstrādes un analīzes.

Šajā rakstā apskatīta NetworkX programmpakete. Tā ir bezmaksas programmatūra sarežģītu tīklu veidošanai un analīzei. Programma grafu apstrādei tiek veidota Python

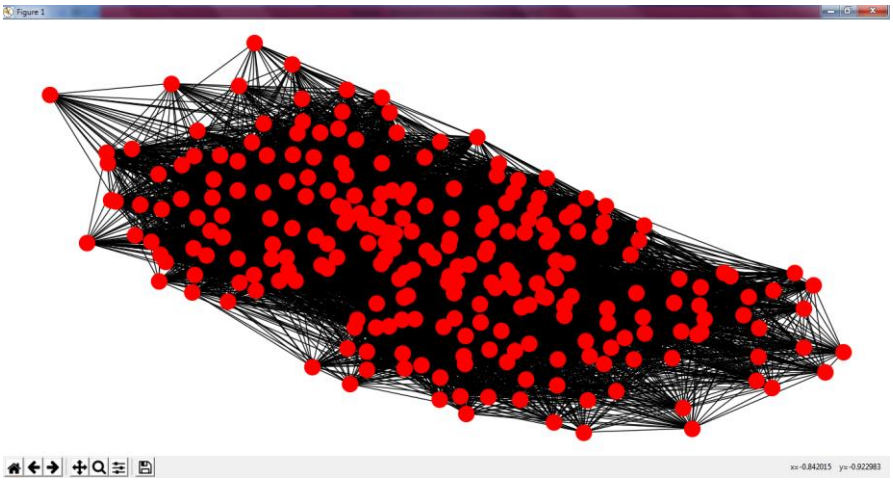
programmēšanas valodā. Palaižot izveidoto programmu, iegūst augstāk aprakstītos parametrus, kas sniedz priekšstatu par saitēm starp smadzeņu reģioniem.

NetworkX programma ļauj importēt datus no .csv faila formāta. Kā reiz, tāds fails ir savienojumu matrica no Brainnetome Atlas [15], kur glabāta informācija par savienojumiem starp 246 smadzeņu reģioniem. Izveidoto programmu mydata.py palaiž cmd logā. Savienojumu matricas dati tiek izvadīti uz ekrāna (3. att.). Tā kā matrica ir liela, uz ekrāna redzama tās daļa.

```
[[0. 1. 1. ... 1. 1. 1.]
 [1. 0. 1. ... 1. 1. 1.]
 [1. 1. 0. ... 0. 1. 1.]
 ...
 [1. 1. 0. ... 0. 1. 1.]
 [1. 1. 1. ... 1. 0. 1.]
 [1. 1. 1. ... 1. 1. 0.]]
```

3. att. Importēta matrica no .csv faila

NetworkX programma ir konsoles aplikācija, bet eksistē papildus paplašinājumu paketes, kas ļauj pielietot arī vizualizāciju. Dažāda veida grafisko objektu konstruēšanai NetworkX var pieslēgt bibliotēku Matplotlib. Pieslēdzot bibliotēkas, tiek izveidots grafs no savienojumu matricas. Palaižot kodu, atveras jauns iznirstošs logs ar grafa attēlojumu (4. att.). Tā kā virsotņu un loku skaits grafā ir pietiekami liels un grafs ir plašs, jo smadzeņu savienojumi veido sarežģītu sistēmu, tad arī iegūtais zīmējums ir komplicēts un neinformatīvs. Virsotnes un loki saplūst, pārklājas, tāpēc grafa analīzei tādu attēlu nevar pielietot.

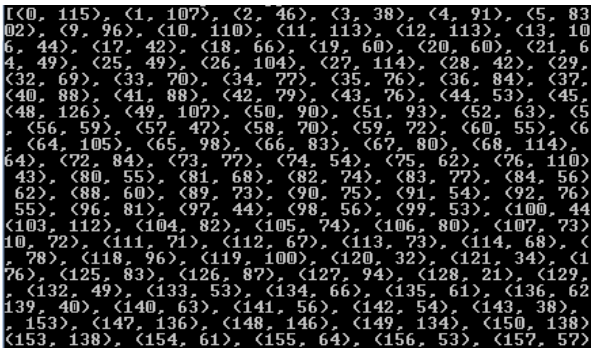


4. att. Smadzeņu savienojumu grafs

SMADZEŅU GRAFA RAKSTURLIELUMU APRĒĶINĀŠANA

NetworkX ir bibliotēkas ar dažādiem grafu parametriem, kurus var skaitliski noteikt. Pirmais vienkāršākais parametrs ir virsotnes pakāpe. Tās aprēķinam ir speciāla iebūvēta funkcija - Graph.degree. Te ir divi varianti. Ja analizējam kādu konkrētu virsotni vai dažas virsotnes, t.i. smadzeņu reģionus, tad varam šai funkcijai kā parametru pievienot virsotnes numuru, piemēram: G.degree[10] vai list(G.degree([0, 1, 2])). Cits variants ir izvadīt uz ekrāna veselu masīvu ar virsotņu numuriem un attiecīgām pakāpēm (5. att.).

Grafa analīzei tika aprēķināti arī citi parametri, kuru skaitliskās vērtības apkopotas tabulā.



5. att. Grafa virsotņu pakāpes

Aprēķinātie grafa parametri

Grafa parametri	Vērtība
Asortativitāte (assortativity)	0
Klasterizācijas koeficients	0.69
Vidējais ceļa garums grafā	1.65
Blīvums (density)	0.37
Diametrs	3

Pirmā vērtība – asortativitāte – vienāda ar 0. Šis koeficients norāda, vai augstas pakāpes virsotnes tiecas savienoties ar tādām pašām virsotnēm. Tā kā aprēķinātais koeficients ir vienāds ar 0, tas nozīmē, ka šo grafu var nosaukt par nesaistošu grafu. Tādos grafos nepastāv korelācija starp virsotņu pakāpēm, kas ļauj tāda veida sarežģītas sistēmas saukt par nekorelētiem tīkliem. Ja pievērst uzmanību grafa fragmentēšanai, apskatīsim iegūto klasterizācijas koeficienta vērtību. Skaitliski tas ir vienāds ar 0.69. Grūti novērtēt, vai šo skaitli uzskatīt par mazu vai par lielu. No teorijas viedokļa „small – world" grafiem ir augsta klasterizācija. Koeficients atrodas robežās no 0 līdz 1. Dotajam grafam šī vērtība sasniedz 0.69, kas ir pamanāmi lielāka par pusi, respektīvi, smadzeņu reģioni veido atsevišķas grupiņas jeb apakšgrafus, kuros iekšā gandrīz visām virsotnēm ir saites ar pārējām. Detalizētāku priekšstatu var sniegt klasteru analīzes metodes.

Atsevišķi jāizanalizē informācijas apmaiņas raksturlielumi grafā. Blīvuma (density) iegūtā vērtība 0.37. Pēc šīs attiecības, it īpaši smadzeņu darbības kontekstā, objektīvi un viennozīmīgi nevar pateikt, vai informācijas pārraide starp savienojumu matricā esošajiem reģioniem ir laba vai slikta. Protams, šis koeficients netuvojas 1.0, kad eksistē visi iespējamie loki starp virsotnēm, bet no otras puses tas ir pietiekami tālu „aizgājis" no 0. Lai izveidotu pilnu ainu, paskatīsimies, kā var tikt no vienas virsotnes līdz otrai. Vidējais ceļa garums grafā ir 1.65. Tātad, no reģiona a līdz reģionam b var pārsūtīt impulsus, aizskarot tikai dažus reģionus pa ceļam. Maksimālais īsākais ceļa garums., t.i. diametrs, ir 3. Tāpēc tas arī apstiprina salīdzinoši efektīvu un ātru informācijas plūsmu grafā.

DARBA REZULTĀTI UN SECINĀJUMI

Šajā rakstā ir aprakstīta metode smadzeņu savienojamības raksturošanai, izmantojot grafu teorijas raksturlielumus. Ir daudz parametru, kurus var aprēķināt smadzeņu reģionu savienojumu grafam. Pirmkārt, mēs varam secināt, ka smadzeņu darbība ir ļoti kompleksa sistēma un to var attēlot kā plašu grafiku ar lielu virsotņu un loku skaitu. Tātad ir apgrūtinoši analizēt veselu grafu. Smadzeņu savienojumu grafu var nosaukt par „small world" sistēmu.

“Small world” grafam ir tendence saturēt apakšgrupas, kuru iekšā eksistē saites gandrīz starp visām tur esošajām virsotnēm. Tas izriet arī no tāda grafa parametra kā augsta klasterizācijas koeficienta definīcijas.

Otrkārt, lielākā daļa virsotņu pāru ir savienoti vismaz ar vienu īsāko ceļu. Tādējādi daži smadzeņu reģioni mēdz veidot atsevišķas, atdalītas grupas. Tas nozīmē, ka signāli, kas ies caur savienojumiem, ietekmēs tikai kādu vienu reģionu grupu, bet ne veselas smadzenes.

Matemātiskā analīze veikta, izmantojot NetworkX programmatūru. Aprēķinātās vērtības ir radījušas kopīgu priekšstatu par analizējamo grafu. Taču precīzākai analīzei var izmantot vairāk matemātisku programmatūras pakotņu, lai salīdzinātu iegūtos rezultātus.

LITERATŪRAS SARAKSTS

1. E. Bullmore and O. Sporns, “Complex brain networks: graph theoretical analysis of structural and functional systems”, Nat. Rev. Neurosci. 10, pp. 186–198, 2009.
2. J. M. Perkel, “This Is Your Brain: Mapping the Connectome”, LIFE SCIENCE TECHNOLOGIES.
3. L. Fan, H. Li, J. Zhuo, Y. Zhang, J. Wang, L. Chen, Z. Yang, C. Chu, S. Xie, A. R. Laird, P. T. Fox, S. B. Eickhoff, C. Yu, and T. Jiang, “The Human Brainnetome Atlas: A New Brain Atlas Based on Connectional Architecture”, Cereb Cortex. 2016 Aug; 26(8): 3508–3526.
4. O. Sporns, D. Chialvo, M. Kaiser, and C. C. Hilgetag, “Organization, development and function of complex brain networks”, Trends Cogn. Sci. 8, 418–425 (2004)
5. K. Börner, S. Sanyal, and A. Vespignani, “Network science”. Annu. Rev. Inform. Sci. Technol. 41, 537–607 (2007).
6. J. C. Reijneveld, S. C. Ponten, H. W. Berendse, and C. J. Stam, “The application of graph theoretical analysis to complex networks in the brain”, Clin. Neurophysiol. 118, 2317–2331 (2007).
7. C. J. Stam and J. C. Reijneveld, “Graph theoretical analysis of complex networks in the brain”, Nonlin. Biomed. Phys. 1, 3 (2007).
8. O. Sporns, G. Tononi, and R. Kotter, “The human connectome: A structural description of the human brain”, PLoS Comput Biol 1(4): e42. 2005.
9. D. J. Watts, and S. H. Strogatz, “Collective dynamics of 'small-world' networks”, *Nature,* 393:440-442, 1998.
10. R. Noldus and P. V. Mieghem, “Assortativity in complex networks”, *Journal of Complex Networks,* Volume 3, Issue 4, pp. 507–542. 1 December 2015.
11. S.P. Borgatti and M.G. Everett, “A Graph-theoretic perspective on centrality”, Social Networks. 28 (4), pp. 466-484. 2006.
12. M. E. Shaw, “Group structure and the behavior of individuals in small groups”, J. Psychology,. V. 38. pp. 139-149.1954.
13. G. Sabidussi, “The centrality index of a graph”, Psychometrika. 31 (4): 581–603. 1966.
14. T. Opsahl and P. Panzarasa (2009). "Clustering in Weighted Networks". Social Networks. 31 (2): 155–163.

BRAIN CONNECTIONS ANALYSIS USING GRAPH THEORY MEASURES

Minejeva Olesja

Markovics Zigurds (scientific supervisor)

Riga Technical University, Latvia

ABSTRACT: Brain is a part of the body's complex structure that performs several functions that are responsible for the human's main functions: speech, hearing, movement, vision, and so on. The brain consists of several areas that are not only directly related to different organ systems, but also depend and may affect each other. The term "connectome", which is the complete structural description of the brain connections, or the map of connections, is used for the common perception of brain relationships. The relationships of brain neural regions can be represented as a graph with vertices corresponding to specific areas, but edges are links between these areas. This graph can be analyzed using quantitative measurements such as node degree, centrality, modularity, etc. This article discusses various graph parameters for connections between brain regions. The aim is to identify the most important areas and the role of individual connections in the overall functional brain model.

Keywords: brain graph, connectome, graph theory, neural brain regions

АНАЛИЗ СОЕДИНЕНИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕОРИИ ГРАФОВ

Минеева Олеся
Марковичс Зигурдс (научный руководитель)
Рижский Технический университет, Латвия

АННОТАЦИЯ: Мозг является частью сложной структуры организма, которая выполняет несколько функций, которые отвечают за основные функции человека: речь, слух, движение, зрение и так далее. Мозг состоит из нескольких областей, которые не только напрямую связаны с различными системами органов, но также зависят и могут влиять друг на друга. Термин «коннектом», который представляет собой полное структурное описание соединения мозга или карту соединений, используется для общего восприятия связей мозга. Связи нейронных областей мозга могут быть представлены в виде графов с вершинами, которые соответствуют определенным областям, а дуги являются связями между этими областями. Этот граф можно проанализировать с помощью количественных измерений, таких как степень вершин, центральность, модульность и т.д. В этой статье рассматриваются различные параметры графа для связей между областями мозга. Цель работы определить наиболее важные области головного мозга и роль отдельных соединений в общей функциональной модели мозга.

Ключевые слова: граф головного мозга, коннектом, теория графов, нейронные области мозга

OPTIMALAS VIRTUALIZĀCIJAS METODES IZVĒLE TESTĒŠANAS AUTOMATIZĀCIJAI

Diāna Mironova
diana.mironova.ds@df.rtu.lv
Zaiceva Larisa (zinātniskā vadītāja)
Larisa.Zaiceva@rtu.lv
Rīgas Tehniskas universitātes Daugavpils filiāle, Latvija

ANOTĀCIJA: Darbā tiek salīdzinātas divas virtualizācijas pieejas testēšanā, izmantojot tādus rīkus kā Docker un Vagrant. Darba mērķis: labākās virtualizācijas metodes izvēle programmatūras testēšanā. Darba uzdevums ir testu īstenošana, izmantojot šo programmatūru, kā arī dažādu raksturlielumu salīdzinājums, piemēram, laiks, resursu patēriņš un. utt.
Atslēgas vārdi: virtualizācija, automatizācija, testēšana, izstrāde, Docker, Vagrant

IEVADS

Attīstības dzīves ciklā viena no svarīgākajām daļām ir produkta kvalitātes atbilstības pārbaude. Neskatoties uz to, ka pirmā acu uzmetiena testēšanas pasākumi ne vienmēr šķiet resursu saprātīga izšķērdēšana, ilgtermiņā tie palīdz samazināt riskus, kā arī ietaupīt laiku un citus resursus. Testēšanas automatizācija lielā mērā atvieglo testēšanas specialista darbu lielos projektos, kuri bieži prasa atkārtot tās pašas darbības - piemēram, regresijas testēšanas stadijā. Automatizācija novērš daudzus riskus, tostarp cilvēcisko faktoru, mazo produktivitāti, lieku atkārtošanu un citus, tomēr nav noliedzams, ka tā rada arī citas problēmas. Runājot par riskiem, ir vērts pieminēt ļoti bieži sastopamu problēmu programmatūras izstrādes sfērā - „strādā pie manas mašīnas". Problēmas cēlonis ir to platformu daudzveidība, uz kurām produkts darbojas. Šīs problēmas dabisks risinājums ir atkārtot testēšanu dažādās platformās un vīdēs, ko gandrīz neiespējami padarīt manuāli, izmantojot fiziskas ierīces testēšanas nolūkiem. Programmētāji, izstrādājot produktu, bieži izmanto emulatorus un citus virtualizācijas līdzekļus, tāpat kā testētāji ari var izmantot virtualizāciju, lai atvieglotu darbu ar dažādām platformām un ierīcēm.

TESTĒŠANAS PLANA IZVEIDE

Tā kā darbs ir veltīts virtualizācijas metodēm, nevis tieši testēšanas procesam, par testa objektu tika izvēlēta triviāla vietne, kas īpaši izstrādāta testēšanas automatizācijai - saucedemo.com. Šī vietne ir tiešsaistes veikala primitīvs modelis.

Sakarā ar trūkstošo dokumentāciju saucedemo.com, ir izmantota pieeja, kas pazīstama kā pētniecības testēšana. Tas gaitā, pirmkārt, tika veikta funkcionala petīšana un ātrā pamatfunkciju pārbaude, un tikai tad tika dokumentēti soļi un testa scenāriji. Tā rezultātā tika panākts gandrīz pilnīgs produkta pārklājums ar testiem. Kopā ir ieplānoti **16** testi.
Funkcionālais nosacījums ir sadalīts **6** kategorijās:

1. Kārtošana
2. Darbības ar precēm (pievienot, dzēst, skatīt)
3. Karšu operācijas
4. Informācijas ievadīšana veidlapā
5. Pārskatīšana
6. Pāradresācija

Microsoft Excel tika izmantots, lai dokumentētu testēšanas scenārijus, jo testētājs, kurš strādā bez komandas un kam nevienam nav nepieciešams sniegt sava darba rezultātus, var brīvi izvēlēties ziņošanas līdzekļus.

TESTU REALIZĀCIJA

Testu realizācijai šajā darbā tika izmantots tīmekļa pārlūkprogrammas darbības automatizācijas līdzeklis Selenium, jo tas ir viens no populārākajiem rīkiem lietotāja interfeisa testēšanai ar bezmaksas licenci. Testi tiek rakstīti Java valodā IntelliJ IDEA vidē. Tika izmantots Maven projekta būvēšanas automatizācijas rīks - šis risinājums ļāva vienkāršot pakotņu atkarību izšķiršanu, kā arī veidot pareizu projekta struktūru. Sākotnēji bija izvēle starp divām testēšanas sistēmām - TestNG un Junit. Abām ir nenoliedzamas priekšrocības, lai gan tās atšķiras pēc funkcionalitātes - TestNG aptver ne tikai vienībtestēšanu, bet arī atbalstu integrācijas testiem un citiem. Tomēr Junit tika izvēlēts, jo tika izmantotas tikai pamatfunkcijas (anotācijas, assertions).

Īstenotās **13** testēšanas funkcijas. Lai optimizētu tīmekļa draivera inicializāciju un draiveru noņemšanu, tas tiek realizēts ar atsevišķām funkcijām ar anotācijām @Before un @After, kas ļauj automatiski izpildīt šīs funkcijas pirms un pēc testu izpildes. Papildu funkcijas ir realizētas, lai veiktu darbības, kas atkārtotas vairākos testos, lai optimizētu kodu. Piemēram, dažas funkcijas ietver tādas darbības kā pāradresācijas pārbaude (izsauc 10 reizes), noteiktas preces pievienošana kartei (izsauc 5 reizes) un tā tālāk.

VIRTUALIZĀCIJA AR VAGRANT

Ubuntu 18.04 (Bionic Beaver) ir izvēlēta kā saimniekdatora platforma. Operētājsistēmas, kas balstīta uz Linux kodolu, izvēle ir saistīta ar to, ka šāda sistēma ir vieglāk konfigurējama, kā arī tāpēc, ka reālajā dzīvē Linux tiek bieži izmantots tīmekļa izstrādē. Šī platforma ir izvēlēta abiem virtualizācijas rīkiem.

Vagrant ir konfigurēts katram projektam atsevišķi, un katram projektam ir sava izolēta darba vide. Projektu raksturo īpaša faila “Vagrantfile” klātbūtne. Viens projekts - viens Vagrantfile.

Šis fails ir vienkāršs teksta fails, ko lasa Vagrant, lai noteiktu, kas nepieciešams, lai izveidotu darba vidi. Virtuālās mašīnas izveide no nulles ir resursu ziņā ietilpīgs, laikietilpīgs uzņēmums, tāpēc Vagrant izmanto bāzes attēlu un klonē to, lai izveidotu gatavu mašīnu paātrinātā režīmā. Vagrant terminoloģijā šis pamatattēls tiek saukts par “kasti” (box) un tiek izplatīts kā tā sauktie “kastes” faili.

“Kasti” var izveidot automātiski no esošajām Vagrant vidēm vai manuāli no esošajām virtuālajām mašīnām, kuras nav vadītas ar Vagrant. Mūsu gadījumā ir ērtāk izveidot savas kastes ar darbvirsmas operētājsistēmu, kurā instalē pārlūkprogrammas un Selenium mezgls autoloadā.

Pirmais solis bija instalēt Oracle VM VirtualBox kā virtualizācijas līdzekli, uz kura pamata tika izvietota virtuālā izstrādāšanas vide. Tālāk tika izveidota un konfigurēta virtuālā mašīna, kā rezultātā tika iegūta testēšanas platforma. Vagrant ļauj simulēt gandrīz jebkuru vidi - mašīnu, kurā darbojas sistēma Windows, MacOS un tā tālāk. Tomēr, tā kā darba mērķis ir salīdzināt ar Docker, ir lietderīgi izveidot virtuālo mašīnu ar tādu pašu kodolu kā saimniekdators.

OS	Desktop	Bitu skaits	Browsers	Versions
Ubuntu 18.04 LTS - Bionic Beaver - kernel 4.15	Unity	32-bit	Chromium Mozilla Firefox Opera	73.0.3635.0 66.0.2 58.0.3135.127

1. tab. Vagrant konfigurācijas apraksts

Pēdējais sagatavošanas posms ir izveidot katrai “kastei” Vagrantfile. Pēc šī soļa tika uzsākti Selenium testi un apkopoti statistikas dati.

VIRTUALIZĀCIJA AR DOCKER

Docker - programmatūra, kas automatizē lietojumprogrammu izvietošanu un pārvaldību vidēs ar konteinerizācijas atbalstu. Konteiners nav virtuālā mašīna termina pilnā nozīmē. Virtuālā mašīna būtībā ir pilntiesīga operētājsistēma, kas darbojas virs saimniekdatora operētājsistēmas, bet konteinera gadījumā saimniekdatoram un konteineram ir vienāds operētājsistēmas kodols. Tādējādi konteiners patērē mazāk sistēmas resursu, bet tajā pašā laikā ir spiests izmantot resursdatora operētājsistēmu kā bāzi.

Katrs Docker attēls sastāv no viena vai vairākiem failu sistēmas slāņiem, kam parasti ir tieša viena pret vienu kartēšana ar katru atsevišķu veidošanas posmu, ko izmanto, lai izveidotu šo attēlu. Lai izveidotu savu Docker attēlu, izmantojot noklusējuma rīkus, ir jāiepazīstas ar Dockerfile. Šajā failā ir aprakstītas visas darbības, kas nepieciešamas, lai izveidotu vienu attēlu, un parasti atrodamas programmas pirmkodu krātuves direktorijā. Katra Dockerfile rinda izveido jaunu attēla slāni, kas tiek saglabāta Docker.

Tāpat kā Vagrant kastes gadījumā, ir iespējams atrast gatavus konteinerus. Tomēr šajā darbā tika nolemts no jauna izveidot Dockerfile ar nepieciešamajiem parametriem, kas ļaus precīzi pielāgot vidi un tuvināt testēšanas nosacījumus tiem, kas minēti iepriekšējā daļā.

Kernel	Desktop	Web-draiveri	Versions
Linux 4.15	Unity	ChromeDriver GeckoDriver (Mozilla Firefox) Opera	73.0.3683.68 v0.24.0 58.0.3135.127

2. tab. Vagrant konfigurācijas apraksts

1. Chromium 73.0.3635.0
2. Mozilla Firefox 59.0.2
3. Opera 58.0.3135.127

Tālāk ir uzrakstīti Bash skripti, lai atvieglotu testa rezultātu uzstādīšanas, darbības un apstrādes procesu.

STATISTĪKAS ANALĪZE

Neskatoties uz to, ka optimizācijas līdzekļa optimāla izvēle ir balstīta uz daudziem faktoriem, pētījumā iegūtie dati arī spēlē lomu pētījumā. Ubuntu iebūvētas utilitas tiek izmantotas, lai izmērītu sistēmas resursu patēriņu un testēšanas laiku.

No Java rīkiem izmanto org.apache.commons.lang3.time.StopWatch klasi, lai novērtētu laiku. Docker izmanto docker stats komandu. Pamatojoties uz mērījumu rezultātiem, iegūti šādi rezultāti:

Vidējais visu testu izpildes laiks Vagrant: **154,1** sekundes

Vidējais visu testu izpildes laiks Docker: **106,1** sekundes

Par incidentu uzskata dažāda tipa kļūdas. Piemēram, cenu summas neatbilstība dažādos testos ir tāds pats incidents.

Incidentu skaits Vagrant: **19**

Incidentu skaits Docker: **19**

Tas ļauj uzskatīt abus rezultātus par uzticamiem. To apstiprina fakts, ka incidentu skaits manuālās testēšanas laikā ir: **19**

Kā papildu eksperiments tika reģistrēts manuālās testēšanas laiks, kas tika veikts testa plāna sastādīšanas posmā, neuzskaitot laiku, kas pavadīts incidentu reģistrēšanai. **401** sekunde - kas vairākkārt pārsniedz automātiskās testēšanas vidējo laiku, neskatoties uz to, ka funkcionalitāte bija maksimāli vienkāršota un pirms testēšanas tika veikta iepazīšanās ar saskarni.

DARBA REZULTĀTI UN SECINĀJUMI

Darbā analizēta dažādu virtualizācijas līdzekļu izmantošanas efektivitāte. Noteikti ir ieteicams izmantot virtualizāciju, īpaši lielo komerciālo projektu gadījumā, jo tas ļauj ievērojami samazināt riskus un atmaksāsies nākotnē. Laiks, kas pavadīts vienreizējai manuālajai pārbaudei, nepārsniedz laiku, kas pavadīts testu rakstīšanai un vides konfigurācijai testēšanai. Tomēr tas ir vērts atcerēties:

- atkārtoti atkārtojot testus, starpība aug eksponenciāli;
- veicot automatizētās pārbaudes, nav nepieciešams testēšanas speciālists, kas ļauj efektīvi pavadīt darba laiku;
- automatizācija nenovērš cilvēka kļūdu faktoru, bet samazina to.

Katrai virtualizācijas metodei ir savas priekšrocības, kā arī katrai no tām raksturīgās priekšrocības - izvēlei jābūt balstītai uz noteiktiem nosacījumiem. Piemēram, izstrādātāju prasmes, prasības gala produktam utt.

Priekšrocības, izmantojot Vagrant:

- spēja aptvert vairāk dažādu konfigurāciju;
- neatkarība no saimniekdatora platformas

Docker izmantošanas priekšrocības:

- mazāks resursu patēriņš;
- kompakts konteiners.

Ir vērts ņemt vērā ārējos faktorus, kas var ietekmēt statistiku, piemēram, interneta savienojuma stabilitāti un ātrumu vai fona procesu darbību. Nākotnē, lai uzlabotu pētniecības kvalitāti, ir vairākas iespējas:

1. izvēlieties sarežģītāku testa objektu un rakstiet testus gan frontendam, gan backendam, ka ari mobilajiem platformam;
2. izmantot citas valodas un platformas, jo Java var zaudēt citām valodām resursu izmantošanas ātruma un racionalitātes ziņā;
3. analizēt citu esošo virtualizācijas veidu priekšrocības;
4. neizmantot kopmītnes Wi-Fi tīklu.

LITERATŪRAS SARAKSTS

1. M. Hashimoto. Vagrant: Up and Running, O'Reilly Media, 2013.
2. K. Matthias, S. Kane. Docker: Up and Running, O'Reilly Media, 2018.
3. International Software Testing Qualifications Board. Certified Tester Foundation Level Syllabus. 2018
4. N. Garg. Test Automation using Selenium WebDriver with Java: Step by Step Guide. 2014

CHOOSING AN OPTIMAL VIRTUALIZATION METHOD FOR TEST AUTOMATION

Mironova Diana
Zaiceva Larisa (scientific supervisor)
Riga Technical University, Latvia

ABSTRACT: The paper compares two approaches to virtualization in testing using examples such as Docker and Vagrant. The purpose of the work: the choice of the best virtualization method in software testing. The task of the work is the implementation of tests using this

software, as well as a comparison of various characteristics, such as time, resource consumption and. etc.
Keywords: virtualization, automation, testing, development, Docker, Vagrant

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДА ВИРТУАЛИЗАЦИИ В АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕСТИРОВАНИЯ

Миронова Диана
Зайцева Лариса (научный руководитель)
Рижский Техническтй университет, Латвия

АННОТАЦИЯ: В работе проведено сравнение двух подходов к виртуализации в тестировании на примере таких средств как Docker и Vagrant. *Цель работы: выбор наиболее оптимального метода виртуализации в тестировании ПО. Задачей работы является реализация тестов с использованием данного программного обеспечения, а также сравнение различных характеристик, таких как время, потребление ресурсов и. т. д.*
Ключевые слова: виртуализация, автоматизация, тестирование, разработка, Docker, Vagrant

ŠŪNAS AUTOMĀTI IESĀCĒJIEM

Veronika Petkeviča
verpet1@inbox.lv
Smirnova Raisa (zinātniskā vadītāja)
raja@df.rtu.lv
Rīgas Tehniskas universitātes Daugavpils filiāle, Latvija

ANOTĀCIJA: Darba mērķis ir tīmekļa vietnes "Šūnas automāti: vienkārši par sarežģīto" izveidošana skolēniem un visiem ieinteresētajiem angļu valodā. Tīmekļvietne ir izveidota skolēniem, lai tiem būtu iespēja izpētīt dinamiskos procesus ar šūnu automātu palīdzību. Šī mācību programma, kura ir paredzēta 6. – 12. klašu skolēniem, izmanto vizuālus piemērus. Tīmekļa vietnes testi dod iespēju pārbaudīt savas zināšanas. Aizraujošās daļas programmā ir iespēja uzzināt par pašreproducējošam sistēmām, iegūtas zināšanas pielietojumiem algoritmu realizācijai un programmēšanā. Viens no darba uzdevumiem ietver sevī tīmekļa vietnes izstrādāšanu, kurā tiek apkopota informācija par šūnas automātiem un arī interpretēta bērnu vieglai uztveršanai. Vēl viens uzdevums - atrast šūnas automātu pielietošanu dinamiska procesa pētījumiem un, izmantojot vizuālas programmas, grafiski demonstrēt tos, ka arī dod iespēju bērniem pašiem izmēģināt šo darbību un pašiem realizēt pašreproducējošas sistēmas. Lai pārbaudītu bērna zināšanas par iemācītu tēmu, izstrādāt krāsainu testu.

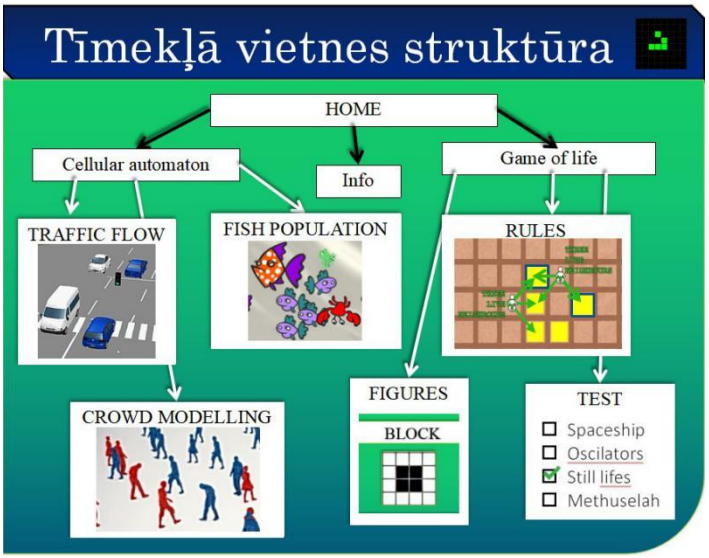
Atslēgas vārdi: spēle "Dzīve", pūļa modelēšana, dinamisks process, šūnu automāti, transporta plūsma

IEVADS

Šūnas automāti var ne tikai paradīt dinamisko procesu modelēšanu, bet arī dod bērniem prasmes programmēšanai, jo tie izmanto algoritmu bāzes struktūras, kuri ir piemēroti jauno programmēšanas valodas apgūšanai [1-3]. Dinamiskos procesos ir izmantojami pašreproducējošas sistēmas, kuri ietekmē uz zinātnes attīstību tādas jomās, kā algoritmu teorija, spēļu teorija un matemātiskā programmēšana, algebra un skaitļu teorija, varbūtības teorijas un matemātiskā statistika, kombinatorika un grafu teorija, matemātiskā modelēšana un t.t.

TĪMEKĻA VIETNE "ŠŪNAS AUTOMĀTI: VIENKĀRŠI PAR SAREŽĢĪTO"

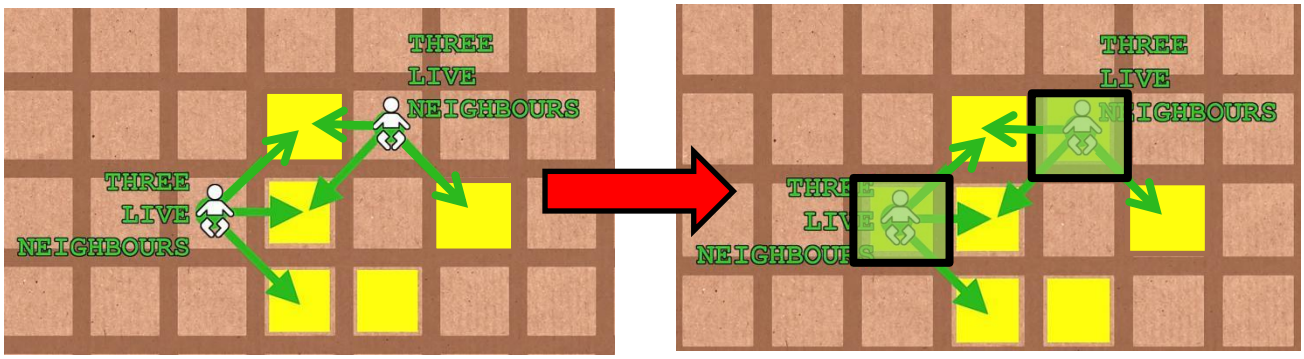
Mazliet vēstures par šūnas automātu jēdzienu. Šūnas automāts - laukums n-dimensionālajā telpā, kas izmainās laika gaitā un kas sastāv no šūnām, katra no kurām var eksistēt vienā no vairākiem stāvokļiem. Katrai šūnai ir definēta kaimiņu šūnu kopa (kaimiņniecība), kas atkarībā no noteiktiem nosacījumiem (likumiem), var ietekmēt šūnas stāvokli nākamajā attīstības stadijā (paaudzē, iterācijā). Pirmoreiz tāds modelis, kas izstrādāts ar mērķi izveidot pašreproducējošo sistēmu, tika prezentēts Džona fon Neimana darbos XX gadsimta vidū. Spēja pašreproducēties ilgu laiku izskatījās tikai dzīvo organismu prerogatīva. Taču dažas parādības, kuras notiek nedzīvajā dabā (piemēram, kristālu augšana, sarežģīto molekulu sintēze autokopēšanas ceļā) ir ļoti līdzīgi pašreproducēšanai.50. gadu sākumā Dž. fon Neimans sāka pamatīgi pētīt pašreproducēšanos un lika pamatus "pašreproducējošo automātu" matemātiskajai teorijai [1-7].



1.att. Tīmekļa vietnes struktūra

Šī informācija tika atspoguļota galvenā tīmekļa vietnes lappuse (1.att.). Pārejā informācija ir ievesta katrā tīmekļvietnes nodaļā atsevišķi. Tīmekļa vietne sastāv no diviem galveniem blokiem: šūnas automāti (cellular automaton) un spēle "Dzīve" (game of life). Pirmajā blokā (cellular automaton) ievietota bāzes informācija par šūnas automātu vēsturi. Bloks satur trīs papildblokus, kuri apraksta pašreproducējošas sistēmas pielietošanu. Šeit ir transporta plūsmas apraksts (traffic flow), zivju populācijas krāsaina attēlošana (fish population) un pūļa modelēšana (crowd modelling). Otrais bloks (game of life) pilnīgi veltīts spēlei "Dzīve", kura ir izveidota uz šūnu automātu bāzes. Šeit arī ir papildbloki, lai sadalītu informāciju un uzdevumus par šo tēmu. Viens no papildblokiem (figures) apraksta figūras izskatus, to pielietošanu un soļi pa soļiem parāda figūras izcelsmi. Otrais papildbloks (rules) paskaidro ar attēliem nolikumus (2.att.), kuri ir spēlei "Dzīve". Pēdējais bloks (test) ir izveidots, lai bērni pārbauda savas iegūtas zināšanas.

Turpmāka darba gaita ir ieplānots turpināt dinamisko sistēmu pētīšanu. Arī mēģināt pārtulkot angļu terminus un izveidot tīmekļa vietni latviešu valodā. Lai tīmekļvietne būtu aizraujoša ne tikai bērniem, bet arī pieaugušajiem, ir ideja paplašināt tīmekļvietnes izvēlni un izveidot studējošo vecumu izvēli, ka arī paplašināt nodaļas saturu. Tīmekļvietnei jābūt krāsainai, ērtai un skaidrai, tāpēc tā ir jāizlabo un pievieno vairāk animācijas. Arī jāizdomā jaunas spēles, caur kuriem bērni attīsta savu domāšanu un loģiku. Pēc pilnas mācību programmas izstrādei ir iespēja ievest to Daugavpils programmētāju skolā skolēnu apmācībai.



2.att. Šūnu automātu galvenie likumi (pēc Džona Konveja idejām)

DARBA REZULTĀTI UN SECINĀJUMI

Darbā tiek apkopota un analizēta liela apjoma informācija par šūnu automātiem, to svarīgāko tēmu, terminu un vēsturi. Izplānota tīmekļvietnes shēma, kur bērni var izvēlēties gan praktiskos uzdevumus, gan izlasīt sīkāku informāciju par modeļa vēsturi, gan izpildīt testu. Tīmekļa nodaļas ir izvēlētas tā, lai palīdzētu bērniem vieglāk orientēties dotajā vietnē. Ir izveidota krāsaina tīmekļvietne ar animāciju aizraujošai matemātiskai modelēšanai. Mācību programmas mērķis ir dod bērniem pamatzināšanas un nostiprināt savas zināšanas ar testu.

LITERATŪRAS SARAKSTS

1. Konveja intervija -https://www.youtube.com/watch?v=E8kUJL04ELA
2. Spēle “Dzīve” galvena web-lappuse -http://www.conwaylife.com/wiki/Main_Page
3. Konveja idejas realizācija - Гарднер М. Математические досуги.1972 .496 с.
4. Spēle “Dzīve” vārdnīca - http://beluch.ru/life/lifelex/lexr_k.htm#spaceship.com
5. Spēle “Dzīve” realizācija -http://www.michurin.net/online-tools/life-game.html
6. Šūnu automātu vēsture - Тоффоли Т., Марголус Н. Машины клеточных автоматов. М.: Мир, 1991. 280 с.
7. Šūnu automātu piemēri - Короновский А.А., Трубецков Д.И., Храмов А.Е.. Динамика популяции как процесс, подчиняющийся нелинейному уравнению диффузии // ДАН. №3. 2000. С. 397-400.

CELLULAR AUTOMATON FOR BEGINNERS

Veronika Petkeviča

Smirnova Raisa (scientific supervisor)

Riga Technical University, Daugavpils branch, Latvia

ABSTRACT: The purpose of the work is to develop a website “Cellular automaton for beginners” for children and for all people interested in this topic. The site is made for children to offer them an opportunity to study dynamic processes with the help of cellular automaton. This training program, which is designed for children from 6 to 12 grades, uses visual examples and with the help of tests gives you an opportunity to test your knowledge and find out where in the future they can be applied.The tasks of this work include the development of the site, and for this information on cellular automaton is summarized and interpreted for children. The tasks of this work include the development of the site, and for this information of cellular automaton is summarized and interpreted for children. Another task is to find the use of cellular automaton to study the dynamic process and, using visual programs, graphically demonstrate them and allow children to try how it works. The main task is to make a colorful test to check the knowledge of children.

Keywords: Game of life, crowd modelling, dynamic process, cellular automaton, traffic flow

КЛЕТОЧНЫЕ АВТОМАТЫ ДЛЯ НАЧИНАЮЩИХ

Вероника Петкевич
Смирнова Раиса (научный руководитель)
Даугавпилсский филиал Рижского Технического университета, Латвия

АННОТАЦИЯ: Цель работы - разработать сайт "Клеточные автоматы: просто о сложном" для детей и для всех заинтересованных в этой теме. Сайт сделан для детей для того, чтобы у них была возможность изучить динамические процессы с помощью клеточных автоматов. Эта учебная программа, которая предназначена для детей 6-12 классов, использует визуальные примеры и с помощью тестов дает возможность проверить свои знания, и узнать, где в дальнейшем их можно применить. В задачи этой работы входит разработка сайта, и для этого предварительно обобщена информация о клеточных автоматах и интерпретирована для детей. Еще одна задача - найти применения клеточных автоматов для изучения динамического процесса и, используя визуальные программы, графически продемонстрировать их и дать возможность детям опробовать их действие. В основные задачи входит составления красочного теста для проверки знаний детей.

Ключевые слова: Игра "Жизнь", моделирование толпы, динамический процесс, клеточный автомат, транспортный поток

NELINEĀRAS ELEKTRISKAS UN MEHĀNISKAS SISTĒMAS DINAMIKA AR TRIM BRĪVĪBAS PAKĀPĒM

Ņiķita Petrovs
sdghhg100@gmail.com
Vladimirs Ņikišins (zinātniskais vadītājs)
Nikis@df.rtu.lv
Rīgas Tehniskas universitātes Daugavpils filiāle, Latvija

ANOTĀCIJA: Šajā darbā tiek pētītas lineāro un nelineāro sistēmu amplitūdas-frekvenču raksturojumi. Darba mērķis ir parādīt, ka nelineārajās sistēmās vienā frekvencē ir iespējami vairāki realizējami režīmi, nelineāras sistēmas amplitūdas-frekvenču raksturlīknē ir iespējamas salas un salu atrašanās vieta ir atkarīga no nelineāritātes koeficienta viena no sistēmas elementiem.

Atslēgas vārdi: nelinearitāte, dinamika, svārstības, trīs brīvības pakāpes, rezonanse, ekvivalentas sistēmas

IEVADS

Visas reālas sistēmas ir nelineāras. Lineāras sistēmas modeļi ir reālas sistēmas idealizācijas. Lineāru modeli izmanto tad, kad šis modelis pietiekami precīzi apraksta procesu dinamiku. Tomēr daudzām sistēmām dinamiku nevar aprakstīt ar lineāriem modeļiem. Šādas sistēmas un to matemātiskie modeļi tiek saukti par nelineāriem. Nelineāru sistēmu analīzei nav universālas metodes nelineāro diferenciālo vienādojumu atrisināšanai, un superpozīcijas princips nav izpildīts. Šādu sistēmu risināšanai var izmantot linearizācijas metodes, ja tās nodrošina pietiekamu precizitāti sistēmas analīzei.

ANALOĢIJA STARP ELEKTRISKU UN MEHĀNISKU SISTĒMU

Mehāniskai un elektriskai sistēmai var satdādīt līdzīgus vienādojumus. Ja vienādojumus uzrakstīt ar bezdimensijas parametriem, tad zinot vienas sistēmas parametri var atrast otras sistēmas parametrus.

Diferenciālvienādojums ar dimensijas parametriem mehāniskai sistēmai(1.att.):

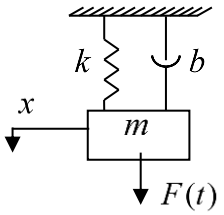
$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = F_m \sin(\omega\, t), \tag{1}$$

kur *x(t)* masas *m* pārvietojums.

Diferenciālvienādojums pēc pārveidumiem ar bezdimensijas parametriem mehāniskai sistēmai(1.att.):

$$\ddot{\tilde{x}} + \tilde{b}\dot{\tilde{x}} + \tilde{k}\tilde{x} = \tilde{F}_m \sin(\tilde{\omega}\, \tilde{t}), \tag{2}$$

kur $\tilde{x} = \dfrac{x}{x_0}, x_0 = \dfrac{F_m}{k}, \tilde{t} = \dfrac{t}{\tau}, \tau = 2\pi\sqrt{m/k}, \tilde{k} = \dfrac{k\tau^2}{m}, \tilde{b} = \dfrac{b\tau^2}{m}, \tilde{F}_m = \dfrac{F_m\tau^2}{mx_0}, \tilde{\omega} = \omega\tau$ (3)



1.att. Mehāniska sistēma

Diferenciālvienādojums ar dimensijas parametriem elektriskai sistēmai(2.att.):

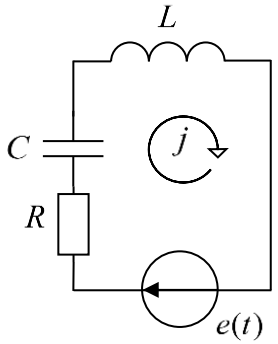
$$L\ddot{q} + R\dot{q} + Sq = E_m \sin(\omega\, t), \tag{4}$$

kur $S = \dfrac{1}{C}$ un $q=q(t)$ ir elektriskais lādiņš.

Diferenciālvienādojums pēc pārveidojumiem ar bezdimensijas parametriem elektriskai sistēmai(2.att.):

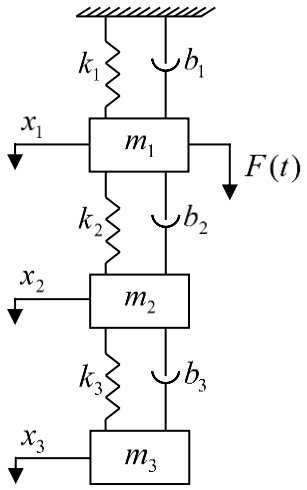
$$\ddot{\tilde{q}} + \tilde{R}\dot{\tilde{q}} + \tilde{S}\tilde{q} = \tilde{E}_m \sin(\tilde{\omega}\, \tilde{t}), \tag{5}$$

kur $\tilde{q} = \dfrac{q}{q_0}, q_0 = \dfrac{E_m}{S}, \tilde{t} = \dfrac{t}{\tau}, \tau = 2\pi\sqrt{L/S}, \tilde{S} = \dfrac{S\tau}{L}, \tilde{R} = \dfrac{R\tau}{L}, \tilde{E}_m = \dfrac{E_m\tau^2}{Lq_0}, \tilde{\omega} = \omega\tau$ (6)



2. att. Elektriska shēma

MEHĀNISKAS SITĒMAS VIENĀDOJUMI AR TRIM BRĪVĪBAS PAKĀPĒM



3.att. Mehāniska sistēma

Pēc Lagranža vienādojumiem mehāniskai sistēmai(3.att.).

Kinētiskā enerģija: $\mathrm{T} = \dfrac{1}{2}\sum_{i=1}^{s}\sum_{j=1}^{s} a_{ij}\dot{q}_i\dot{q}_j = \dfrac{1}{2}\left(m_1\dot{x}_1^2 + m_2\dot{x}_2^2 + m_3\dot{x}_3^2\right)$ (7)

Potenciālā enerģija: $\Pi = \dfrac{1}{2}\sum_{i=1}^{s}\sum_{j=1}^{s} c_{ij}q_iq_j = \dfrac{1}{2}\left(k_1x_1^2 + k_2(x_2 - x_1)^2 + k_3(x_3 - x_2)^2\right)$ (8)

Disipācijas funkcija: $\Phi = \dfrac{1}{2}\sum_{i=1}^{s}\sum_{j=1}^{s} b_{ij}\dot{q}_i\dot{q}_j = \dfrac{1}{2}\left(b_1\dot{x}_1^2 + b_2(\dot{x}_2 - \dot{x}_1)^2 + b_3(\dot{x}_3 - \dot{x}_2)^2\right)$ (9)

Inerces koeficientu matrica: $A = \begin{pmatrix} m_1 & 0 & 0 \\ 0 & m_2 & 0 \\ 0 & 0 & m_3 \end{pmatrix}$ (10)

Stinguma koeficientu matrica: $K = \begin{pmatrix} k_1 + k_2 & -k_2 & 0 \\ -k_2 & k_2 + k_3 & -k_3 \\ 0 & -k_3 & k_3 \end{pmatrix}$ (11)

Dissipativu elementu matrica: $B = \begin{pmatrix} b_1 + b_2 & -b_2 & 0 \\ -b_2 & b_2 + b_3 & -b_3 \\ 0 & -b_3 & b_3 \end{pmatrix}$ (12)

Spēku vektors: $F = \begin{pmatrix} F(t) \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ (13)

Ķermeņu pārvietojuma vektors: $x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix}$ (14)

Diferenciālvienādojums matricas formā: $A \cdot \ddot{x} + B \cdot \dot{x} + K \cdot x = F$ (15)

Izmantojot otrā veida Lagranža vienādojums: $\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial \dot{q}_j}\right) - \frac{\partial \mathrm{T}}{\partial q_j} = -\frac{\partial \Pi}{\partial \dot{q}_j} - \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}_j} + F_j$ (16)

Iegūsim diferenciālvienādojumu sistēmu mehāniskai sistēmai:

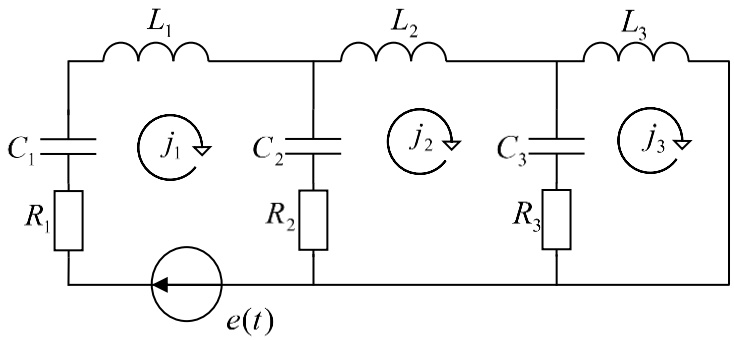
$$\begin{cases} m_1\ddot{x}_1 + (b_1 + b_2)\dot{x}_1 - b_2\dot{x}_2 + (k_1 + k_2)x_1 - k_2x_2 = F(t), \\ m_2\ddot{x}_2 + (b_2 + b_3)\dot{x}_2 - b_2\dot{x}_1 - b_3\dot{x}_3 + (k_2 + k_3)x_2 - k_2x_1 - k_3x_3 = 0, \\ m_3\ddot{x}_3 + b_3\dot{x}_3 - b_3\dot{x}_2 + k_3x_3 - k_3x_2 = 0. \end{cases} \quad (17)$$

Lai iegūt nelineāru sistēmu, pirmo atsperi mainām uz nelineāro $k_1x_1 + kx_1^3$:

$$\begin{cases} m_1\ddot{x}_1 + (b_1 + b_2)\dot{x}_1 - b_2\dot{x}_2 + (k_1 + k_2)x_1 - k_2x_2 + kx_1^3 = F(t), \\ m_2\ddot{x}_2 + (b_2 + b_3)\dot{x}_2 - b_2\dot{x}_1 - b_3\dot{x}_3 + (k_2 + k_3)x_2 - k_2x_1 - k_3x_3 = 0, \\ m_3\ddot{x}_3 + b_3\dot{x}_3 - b_3\dot{x}_2 + k_3x_3 - k_3x_2 = 0, \end{cases} \quad (18)$$

kur k – nelinearitātes koeficients.

EKVIVALENTA ELEKTRISKA SISTĒMA



4.att. Elektriska shēma

Elektriskas shēmas(4.att.) vienādojumu sistēma tiek iegūta pēc kontūrstrāvas metodes:

$$\begin{cases} L_1 \dfrac{dj_1}{dt} + R_1 j_1 + S_1 \int j_1 dt + R_2 (j_1 - j_2) + S_2 \int (j_1 - j_2) dt = e(t), \\ L_2 \dfrac{dj_2}{dt} - R_2 (j_1 - j_2) - S_2 \int (j_1 - j_2) dt + R_3 (j_2 - j_3) + S_3 \int (j_2 - j_3) dt = 0, \\ L_3 \dfrac{dj_3}{dt} - R_3 (j_2 - j_3) - S_3 \int (j_2 - j_3) dt = 0, \end{cases} \tag{19}$$

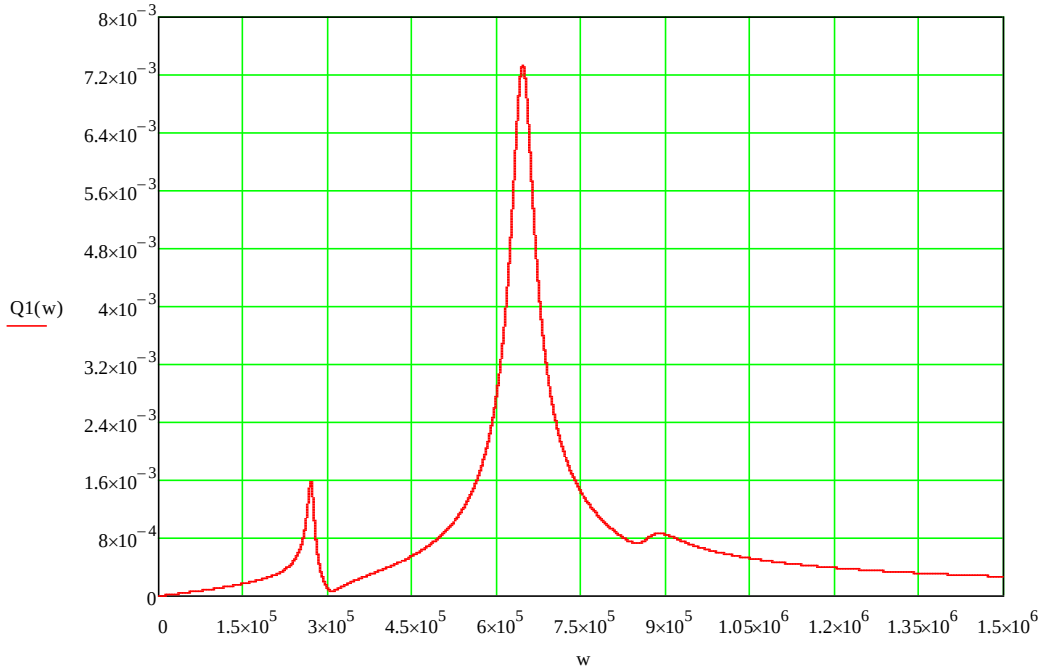
kur $j_k(k=1,2,3)$ - kontūrstrāvas.

Vienādojumu sistēma pēc pārveidojumiem izmantojot simbolisko metodi:

$$\begin{cases} \dot{Q}_1 \left(j\omega L_1 + S_1 \dfrac{1}{j\omega} + S_2 \dfrac{1}{j\omega} + R_1 + R_2 \right) + \dot{Q}_2 \left(-R_2 - S_2 \dfrac{1}{j\omega} \right) = E_m, \\ \dot{Q}_1 \left(-R_2 - S_2 \dfrac{1}{j\omega} \right) + \dot{Q}_2 \left(j\omega L_2 + S_2 \dfrac{1}{j\omega} + S_3 \dfrac{1}{j\omega} + R_2 + R_3 \right) + \dot{Q}_3 \left(-R_3 - S_3 \dfrac{1}{j\omega} \right) = 0, \\ \dot{Q}_2 \left(-R_3 - S_3 \dfrac{1}{j\omega} \right) + \dot{Q}_3 \left(j\omega L_3 + S_3 \dfrac{1}{j\omega} + R_3 \right) = 0, \end{cases} \tag{20}$$

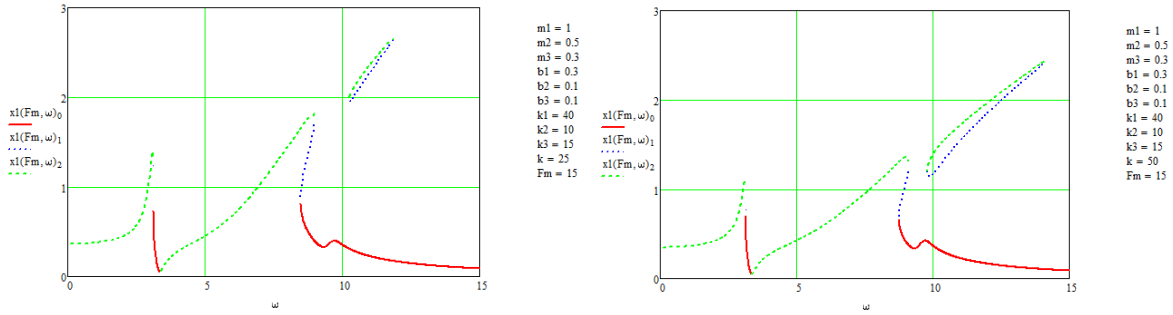
kur $\dot{Q}_k$ *(k=1,2,3)* - kontūrstrāvas kompleksās amplitūdas.

Lineāras sistēmas (20) amplitūdas-frekvences raksturojums parādīts 5.att.

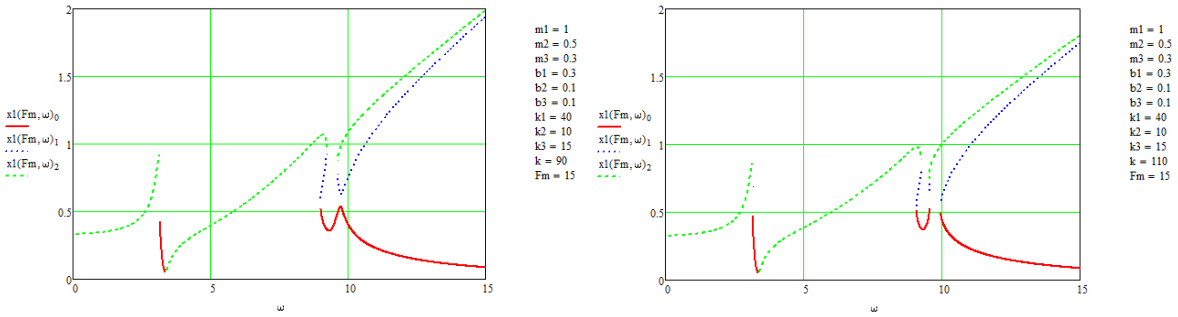


5.att. Elektriskas shēmas AFR strāvai caur C_1

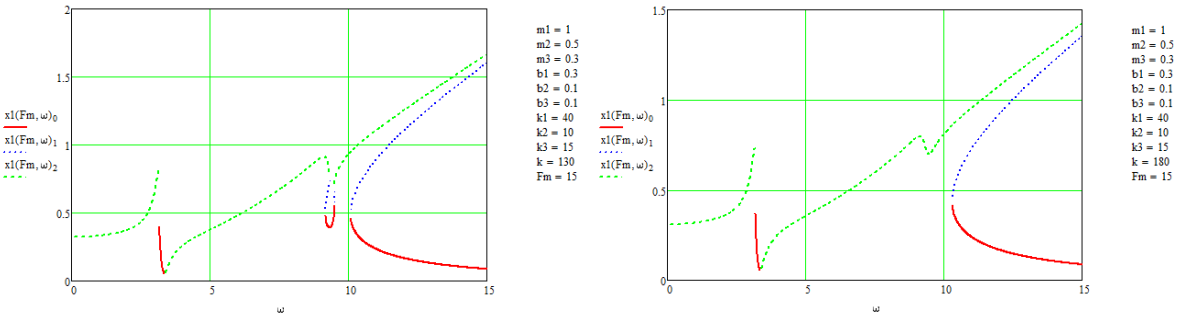
Nelineāras sistēmas(18) atrisinājumi dažādiem nelineāritātes koeficienta vērtībām ar liberalizācijas metodes palīdzību tiek parādīti 6.att.-8.att. Uz abscisu ass ir atzīmētas bezdimensijas frekvences vērtības, uz ordinātu ass relatīvais pārvietojums.



6.att. AFR ar nelineāritātes koeficienta vērtībām 25 un 50



7.att. Nelineāritātes koeficienta vērtībām 90 un 110



8.att. Nelineāritātes koeficienta vērtībām 130 un 180

DARBA REZULTĀTI UN SECINĀJUMI

Šajā darbā tiek pētīta nelineārās sistēmas uzvedība atkarībā no nelinearitātes koeficienta. No iegūtiem rezultātiem ir redzams, ka sistēmas nelineārās īpašības izpaužas augstfrekvences apgabalā attiecībā pret pirmās rezonanses frekvenci. Sistēmas nelinearitāte rada vairākus režīmus vienā frekvencē. Palielinoties nelinearitātes koeficientam, sala pakāpeniski palielinās, un pie lielās vērtībās amplitūdas-frekvenču raksturlīkne kļūst homogēna. Nelineārie elementi pievieno amplitūdas-frekvenču raksturlīknei rezonanses ar lielu relatīvo vērtību. Nelineāro elementu izmantošana var izraisīt sistēmas negaidītu režīmu un iznīcināšanu.

Mehāniskai sistēmai atbilst ekvivalenta elektriska sistēma, šo sistēmu vienādojumi bezdimensiju parametros pilnībā sakrīt. Tāpēc, lai iegūtu sistēmas amplitūdas-frekvenču raksturlīkni, var atrisināt jebkuru no šīm sistēmām. Tā kā risinājumi ir identiski un izmantojot formulas bezdimensiju parametriem, var atrast dimensiju parametrus, eksperimentiem ir lietderīgi izmantot elektrisko sistēmu. Ekvivalentu elektrisku sistēmu izmantošana paplašina mehānisku sistēmu pētījuma iespējas.

LITERATŪRAS SARAKSTS
1. Зубов В. И. Теория колебаний: Учеб. пособие для университетов. – М.: Высш. школа, 1979. – 400 с.
2. Пановко Я. Г. Основы прикладной теории колебаний и удара. Изд. 3-е, доп. и переработ. Л., «Машиностроение» (Ленингр. отд-ние), 1976. 320 с.
3. Нелинейные колебания механических систем / Избр. тр. Кононенко В. О. – Киев : Наук. думка, 1980. – 384 с.

DYNAMICS OF NON-LINEAR ELECTRICAL AND MECHANICAL SYSTEMS WITH THREE DEGREES OF FREEDOM

Nikita Petrov
Vladimirs Nikishins (scientific supervisor)
Riga Technical University Daugavpils branch, Latvia

ABSTRACT: The frequency characteristics of linear and nonlinear systems are studied in this work. The objective of this is to show that in non-linear systems, several feasible modes are possible at one frequency, islands are possible in the non-linear system amplitude-frequency characteristic, and the location of islands depends on the nonlinear coefficient of one of the elements of the system.
Keywords: nonlinearity, dynamics, fluctuations, three degrees of freedom, resonance, equivalent systems

ДИНАМИКА НЕЛИНЕЙНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ТРЕМЯ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ

Никита Петров
Владимир Никишин (научный руководитель)
Даугавпилсский филиал Рижского Технического университета, Латвия

АННОТАЦИЯ: В этой работе исследуются частотные характеристики линейных и нелинейных систем. Цель работы: показать, что в нелинейных системах на одной частоте возможны несколько реализуемых режимов, на амплитудно-частотной характеристике нелинейной системы возможны острова и положение островов зависит от коэффициента нелинейности одного из элементов системы.
Ключевые слова: нелинейность, динамика, колебания, три степени свободы, резонанс, эквивалентные системы