

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Andrej VLASENKO

STUDENTŲ EMOCINĖS BŪKLĖS
TESTAVIMO METU TYRIMAS
PANAUDUOJANT BIOMETRINES
TECHNOLOGIJAS

DAKTARO DISERTACIJOS SANTRAUKA

TECHNOLOGIJOS MOKSLAI,
INFORMATIKOS INŽINERIJA (07T)



LEIDYKLA
Vilnius TECHNIKA 2011

Disertacija rengta 2007–2011 metais Vilniaus Gedimino technikos universitete.
Moksliniai vadovai

prof. habil. dr. Edmundas Kazimieras ZAVADSKAS (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, technologijos mokslai, Informatikos inžinerija – 07T, 2008-2011),

prof. habil. dr. Leonas USTINOVIČIUS (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, technologijos mokslai, Informatikos inžinerija – 07T, 2007-2008).

Disertacija ginama Vilniaus Gedimino technikos universiteto Informatikos inžinerijos mokslo krypties taryboje:

Pirmininkas

prof. dr. Olegas VASILECAS (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, technologijos mokslai, Informatikos inžinerija – 07T).

Nariai:

prof. habil. dr. Romualdas BAUŠYS (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, technologijos mokslai, Informatikos inžinerija – 07T),

prof. habil. dr. Friedel PELDSCHUS (Leipcigo taikomųjų mokslų universitetas, socialiniai mokslai, vadyba ir administravimas – 03S),

prof. habil. dr. Adolfas Laimutis TELKSNYŠ (Vilniaus universitetas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T),

dr. Zenonas TURSKIS (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, technologijos mokslai, Informatikos inžinerija – 07T).

Oponentai:

prof. habil. dr. Genadijus KULVETIS (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, technologijos mokslai, Informatikos inžinerija – 07T),

prof. habil. dr. Henrikas PRANEVIČIUS (Kauno technologijos universitetas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T).

Disertacija bus ginama viešame Informatikos inžinerijos mokslo krypties tarybos posėdyje 2012 m. sausio 26 d. 12 val. Vilniaus Gedimino technikos universiteto senato posėdžių salėje.

Adresas: Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lietuva.

Tel.: (8 5) 274 4952, (8 5) 274 4956; faksas (8 5) 270 0112;

el. paštas doktor@vgtu.lt

Disertacijos santrauka išsiuntinėta 2011 m. gruodžio 23 d.

Disertaciją galima peržiūrėti Vilniaus Gedimino technikos universiteto bibliotekoje (Saulėtekio al. 14, LT-10223 Vilnius, Lietuva).

VGTU leidyklos „Technika“ 1978-M mokslo literatūros knyga.

VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY

Andrej Vlasenko

RESEARCH OF EMOTIONAL STATE STUDENTS DURING TEST USING BIOMETRIC TECHNOLOGY

SUMMARY OF DOCTORAL DISSERTATION

TECHNOLOGICAL SCIENCES,
INFORMATICS ENGINEERING (07T)



LEIDYKLA
Vilnius TECHNIKA 2011

Doctoral dissertation was prepared at Vilnius Gediminas Technical University in 2007–2011.

Scientific Supervisors

Prof Dr Habil Edmundas Kazimieras ZAVADSKAS (Vilnius Gediminas Technical University, Technological Sciences, Informatics Engineering – 07T, 2008-2011),

Prof Dr Habil Leonas USTINOVICĪUS (Vilnius Gediminas Technical University, Technological Sciences, Informatics Engineering – 07T, 2007-2008).

The dissertation is being defended at the Council of Scientific Field of Informatics Engineering at Vilnius Gediminas Technical University:

Chairman:

Prof Dr Olegas VASILECAS (Vilnius Gediminas Technical University, Technological Sciences, Informatics Engineering – 07T).

Members:

Prof Dr Habil Romualdas BAUŠYS (Vilnius Gediminas Technical University, Technological Sciences, Informatics Engineering – 07T),

prof. Dr Habil Friedel PELDSCHUS (Leipzig University of Applied Science, Social Sciences, Management and Administration – 03S),

Prof Dr Habil Adolfas Laimutis TELKSNYŠ (Vilnius University, Technological Sciences, Informatic Engineering – 07T),

Dr Zenonas TURSKIS (Vilnius Gediminas Technical University, Technological Sciences, Informatics Engineering – 07T).

Opponents:

Prof Dr Habil Genadijus KULVETIS (Vilnius Gediminas Technical University, Technological Sciences, Informatics Engineering – 07T),

Prof Dr Habil Henrikas PRANEVIČIUS (Kaunas University of Technology, Technological Sciences, Informatics Engineering – 07T).

The dissertation will be defended at the public meeting of the Council of Scientific Field of Informatics Engineering in the Senate Hall of Vilnius Gediminas Technical University at 10 a. m. on 26 January 2012.

Address: Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lithuania.

Tel.: +370 5 274 4952, +370 5 274 4956; fax +370 5 270 0112;

e-mail: *doktor@vgtu.lt*

The summary of the doctoral dissertation was distributed on 23 December 2011.

A copy of the doctoral dissertation is available for review at the Library of Vilnius Gediminas Technical University (Saulėtekio al. 14, LT-10223 Vilnius, Lithuania).

© Andrej Vlasenko, 2011

Įvadas

Mokslo problemos aktualumas. Šiuo metu kompiuteriai yra plačiai naudojami profesionalioje veikloje. Tai sukelia būtinybę gerinti darbo efektyvumą, taikyti informacines technologijas gamybos ir valdymo srityse.

Atsižvelgiant į aplinkybes, gali būti išskiriami keli pagrindiniai stesą sukeliantys faktoriai. Vienas iš jų - protinės įtampos įtaka, atsirandanti dėl užduoties sudėtingumo. Buvo įrodyta, kad protinis krūvis labai lemia gyvenimo funkcionavimą ir sveikatą (Thum M. ir kt., 1995).

Dar vienas faktorius, į kurį verta atkreipti dėmesį – laiko spaudimas. L. M. Schleifer ir O. D. Okodbaa (1990) savo tyrimuose pateikė atlyginimą, suteiktą už greitą ir kruopštų užduoties įvykdymą ir pastebėjo, kad laiko spaudimas prisideda prie streso reakcijų stiprinimo.

Konkrečiau egzamino (kompiuterinio testo) metu, kai visiems studentams yra užduodami egzamino klausimai, jie yra veikiami abiejų faktorių. Protinis krūvis ir laiko spaudimas lemia stresą. Egzaminas puikiai tinka taikant bandymo modelį, naudojamą žodiniam savybių ir vyzdžio dydžio pasikeitimo stresinėje situacijoje tyrimui bei streso nustatymo metodų plėtojimui.

Darbo tikslas ir uždaviniai. Darbo tikslas yra sukurti metodus ir algoritmus, skirtus automatiškai apdoroti ir išanalizuoti balso signalo požymius bei vyzdžio dydžio kaitos dinamiką. Šių sukurtų algoritmų taikymo sritis – streso valdymo sistemos programinė įranga.

Siekiant disertacijos tikslų, buvo atliekamos šios užduotys:

1. Esamų sistemų naudojamų nustatyti žmogaus psichoemocinę būklę, tyrimas ir analizė. Remiantis gautais rezultatais sukurti streso valdymo sistemą.(pirmasis skyrius).
2. Esamų metodų, naudojamų nustatyti žmogaus psichoemocinę būklę, tyrimas ir analizė.
3. Mikrotremoro dažnio (pagrindinio tono (angl. Pitch) fazinės moduliacijos dažnio) aptikimo galimybės tyrimas, pagal kurį galima įvertinti žmogaus streso būklę (antrasis skyrius).
4. Balso signalų požymių aptikimo galimybės tyrimas pagal kurį galima įvertinti žmogaus psichoemocinę būklę.(trečiasis skyrius).
5. Priklausomybė tarp vyzdžio dydžio ir žmogaus psichoemocinės būklės tyrimas. (ketvirtasis skyrius).

Tyrimo metodika. Mes naudojome šiuos algoritmus ir metodus: K-vidurkių metodą, Perceptrono metodą, Gauso mišinių modelių (GMM) metodą, Intonacinės priklausomybės metodą (IPM), Paslėpto Markovo modelio (HMM) metodą, greitosios Fourier transformacijos (FFT) metodą, fazinės demoduliacijos metodą.

Mokslinis naujumas. Mokslinio naujumo rezultatai apima teorinį pagrindimą, efektyvių algoritmų ir metodų eksperimentinį parėmimą ir plėtojimą biometrinei ir fiziologinei parametrų analizei ir klasifikacijai, naudojamai identifikuoti žmogaus psichoemocinę būseną.

Darbo įgyvendinimo metu buvo gauti šie moksliniai rezultatai:

1. Kuriami metodai, skirti įrašytų balso signalų požymių gavimui ir apdorojimui, siekiant nustatyti informatyvias kalbos dalis.
2. Nustatytas balso požymių rinkinys, siekiant nustatyti kalbėtojo psichoemocinę būseną.
3. Suformuluotas algoritmas, skirtas nustatyti kalbėtojo psichoemocinę būseną, analizuojant balso požymius.
4. Pateiktas algoritmas, skirtas nustatyti žmogaus psichoemocinę būseną, pagal vyzdžio dydžio kitimo dinamikos analizę.
5. Atlikti integruotos programinės įrangos komplekso tyrimai, siekiant nustatyti žmogaus psichoemocinę būseną remiantis jo biometriniais ir fiziologiniais parametrais.

Praktinė vertė. Kompiuterinės streso aptikimo ir kontrolės sistemos, sukurtos anksčiau minėtų pagrindų, gali būti taikomos įvairiose žmogaus veiklos srityse, pavyzdžiui:

- baudžiamosios teisės mokslas: psichoemocinės būklės vertinimas siekiant nuspręsti teiginių teisingumą ir klaidingumą.
- žmogaus būklės kontrolė, veikla, susijusi su kito žmogaus saugumu: oro eismo kontrolės pareigūnai, aviatoriai, atominių elektrinių operatoriai, viešojo transporto vairuotojai.
- žmogaus būklės kontrolė, veikla, susijusi su klientų aptarnavimu.
- masinių žmonių vietų saugos sistemos (oro uostai, geležinkelio stotys) siekiant nustatyti agresyvius asmenis ir žmones, keliančius grėsmę kitų asmenų saugumui, įskaitant teroristus su galimomis individualiomis biometrinėmis žymėmis.
- elektroninės mokymo sistemos, su intensija įvertinti mokinių/studentų psichoemocinę būseną mokymo ar žinių patikrinimo metu siekiant efektyviau organizuoti ugdymo procesą.

Abiem atvejais psichoemocinė būseną reikalauja realiu laiku greito ir tikslaus įvertinimo. Efektyviausias būdas yra naudoti programinės įrangos kompleksus su specialia įranga, kurie gali realiu laiku apdoroti daug biometrinių ir fiziologinių parametrų. Kalbos analizė yra pats patogiausias būdas įvertinti psichoemocinę būseną.

Aprašytas metodas reikalauja minimalių finansinių išlaidų: mikrofonas ir audiokortelė, atliekantys aparatūros funkcijas. Be to, balsas gali būti lengvai nuskaitomas ir transliuojamas telekomunikacijų kanalais, užtikrinant psichoemocinės būsenos nuotolinį vertinimą.

Ginamieji teiginiai

1. Remiantis nustatytais balso signalo parametrų ir akies vyzdžio diametro priklausomybėmis nuo psichoemocinės studentų būklės egzamino metu gali būti sukurti psichoemocinės būklės nustatymo algoritmai, pagal balso signalo požymius ir akies vyzdžio diametrą.

2. Siūlomi algoritmai gali būti suvienyti, kuriant streso valdymo sistemą, kuri gali nustatyti streso lygį ir pateikti streso mažinimo rekomendacijas.

Darbo apimtis. Disertacija sudaryta iš įvado, keturių skyrių ir išvadų. Disertacijos apimtis yra 100 lapų. Tekste įtraukta 19 sunumeruotų formulių, 32 paveikslėliai ir 7 lentelės. Rašant disertaciją buvo naudojami 257 literatūriniai šaltiniai.

1. Streso lygio nustatymo, analizės ir valdymo sistemos

Pirmojoje disertacijos dalyje pateikiamos bendrosios streso valdymo sistemos (Rekomenduojama biometrinė streso valdymo sistema (angl. Recommended Biometric Stress Management System RBSMS)) aprašymas, kuri sukurta VGTU kalbos ir vyzdžio dydžio kaitos analizės pagrindu. Kalbos ir vyzdžio dydžio pasikeitimų analizės posistemiai apibūdinami 2, 3, 4 dalyse ir yra minėtos sistemos sudedamosios dalys.

Rekomendacinė biometrinė streso valdymo sistema yra inovatyvesnė už šiuo metu taikomas streso analizės ir valdymo sistemas, kadangi ši sistema automatiškai nustato individualų streso lygį pasitelkiant balso analizės metodų privalumus bei pateikia atsakymus į tam tikrus klausimus. Rekomendacinė biometrinė streso valdymo sistema:

- automatiškai formuoja alternatyvias rekomendacijas, padedančias naudotojui sumažinti streso lygį;

- naudojant kriterijų sistemą, kiekvienu atveju nustato 15 veiksmingiausių streso lygio mažinimo rekomendacijų ir pateikia jas naudotojui.

Mūsų žiniomis, nei viena kita streso analizės ir valdymo sistema negali užtikrinti minėtų funkcijų atlikimo.

Streso lygio sumažinimo rekomendacijos generuojamos remiantis Maslow Poreikių hierarchija.

Rekomendacinė biometrinė streso valdymo sistema sudaro duomenų bazės, duomenų bazės valdymo sistema, modelių duomenų bazė, modelių duomenų bazės valdymo sistema, įrangos posistemis ir vartotojo sąsaja

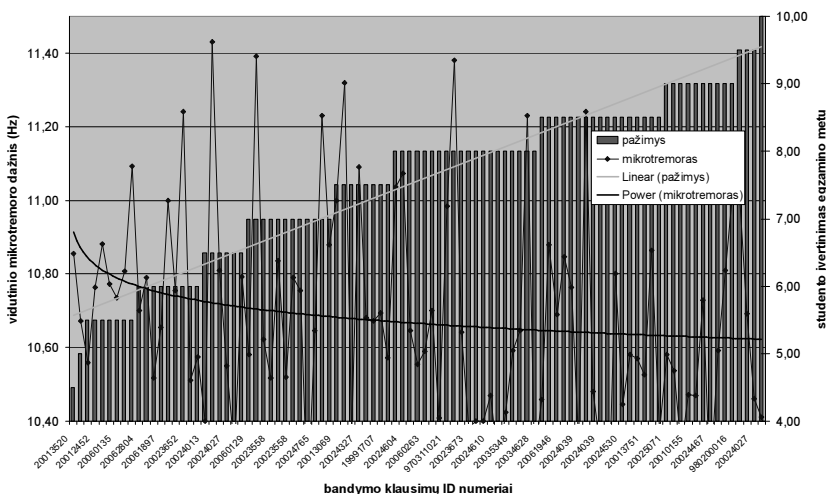
Rekomendacinė biometrinė streso valdymo sistema apima šias duomenų bazes: prieinamos per tinklą savianalizės duomenų bazė (angl. WSA), globalios patirties streso duomenų bazė, geriausių praktinių rekomendacijų ir metaduomenų bazės. Toliau yra pateikiamas trumpas išvardintų duomenų bazių aprašymas.

Prieinamos per tinklą savianalizės posistemis (angl. WSA) naudojamas atliekant savianalizę ir nustatant sistemos naudotojo požiūrį į jo/jos nuotaiką, produktyvumą, temperamentą ir streso lygį, pvz., piktas, nustebeš, liūdnas, neutralus. Prieiga prie prieinamos per tinklą savianalizės duomenų bazės (angl. WSA) užtikrinama pasitelkiant duomenų gavimo realiuoju laiku principą.

Metaduomenų bazė (duomenys apie duomenis) buvo sukurta siekiant sudaryti tam tikrą begalinės informacijos ir duomenų domeno žemėlapi, kuris pastebimai pagerintų esamos informacijos/duomenų apdorojimą ir užtikrintų racionalių sprendimų priėmimą.

2. Mikrotremoro skaičiavimais paremtas streso lygio vertinimo posistemis

Antrojoje dalyje yra nagrinėjama sistema, kuri naudojama siekiant įvertinti streso lygį pagal balso analizės rezultatus. Streso lygis vertinamas priklausomai nuo fazinio pagrindinio tono moduliacijos dažnio (angl. pitch) – mikrotremoro. Remiantis Lipoldo hipoteze, žmogaus, esančio streso būsenoje, mikrotremoro dažnis svyruoja nuo 10 iki 12 Hz. Streso lygiui nustatyti buvo sukurtas programinės įrangos kompleksas ir atlikti atitinkami eksperimentai, kuriuose dalyvavo studentai. Toliau yra pateikiami kai kurie eksperimentai bei gautos regresinės priklausomybės (1 pav.).



1 pav. Koreliacija tarp emocinio streso ir e-testo teisingų atsakymų (procentinė dalis): X ašis – bandymo klausimų ID numeriai, Y ašis – vidutinio mikrotremoro dažnis (Hz) studento balse (kairėje) ir studento įvertinimas egzamino metu (dešinėje)

Užduoties analizės tikslas – palyginti gautus egzamino duomenis, kuomet buvo naudojama Biometrinė psichologinio studentų vertinimo sistema (angl. BPASP) (t.y. palyginti informaciją apie teisingus ir neteisingus atsakymus, kiekvienam atsakymui skirtą laiką, atsakymų į testo klausimus keitimų skaičių), ir atitinkamus duomenis, gautus naudojant balso streso analizatoriaus posistemį (angl. VSA), tam, kad gavus išvadas, būtų galima tinkamai planuoti tolimesnius tyrimus.

Atlikus minėtus tyrimus, buvo nustatyti psichologiniai studentų būklės pasikeitimai, vykstantys egzamino metu. Elektroninio testo metu studentai buvo paprašyti pasirinkti teisingą atsakymą iš jiems pateiktų variantų ir balsu pasakyti savo pasirinkimą.

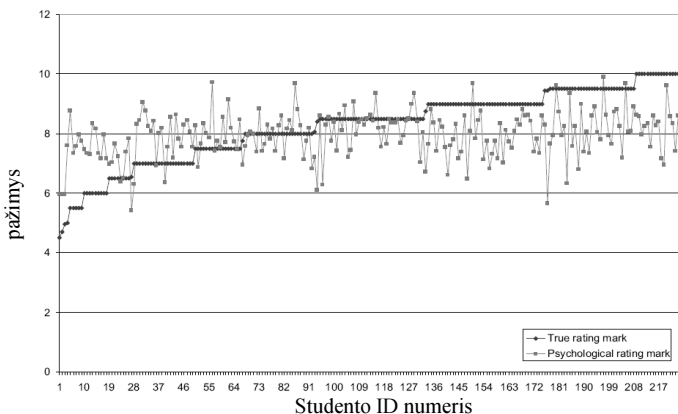
1 paveiksle pateikiama priklausomybė tarp studento įvertinimo, gauto egzamino metu, ir studento identifikacijos numerio (tamsi linija diagramoje), ir priklausomybė tarp vidutinio mikrotremoro dažnio svyravimo, atsakinėjant į pateiktus klausimus, ir studento identifikacijos numerio (šviesi linija diagramoje). X ašyje pateikti išlaikiusių egzaminą studentų identifikacijos numeriai. Dešinėje Y ašies pusėje pateiktas studento įvertinimas egzamino metu.

metu. Kairėje Y ašies pusėje pateiktas vidutinis kiekvieno studento mikrotremoro dažnis –amtf/s.

Psichologinis vertinimas buvo atliekamas pasitelkiant du modelius:

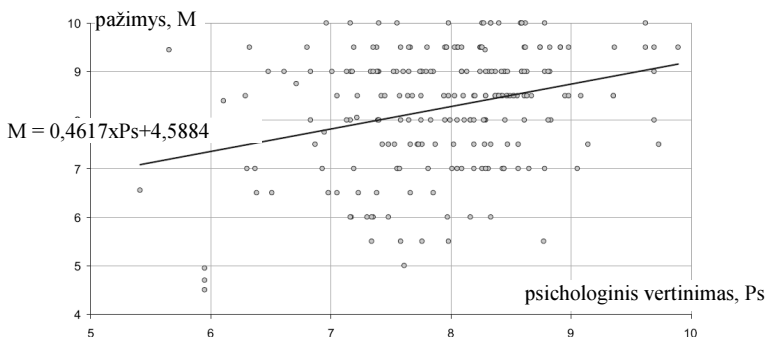
- Integruotą savianalizės gradavimo modelį.
- Integruotą savianalizės gradavimo nustatymo modelį.

2 paveiksle pateikiamos kreivės, nurodančios atitikimą tarp abiejų lyčių atliktų psichologinio testo ir realaus testo rezultatų. X ašyje pateikiami psichologinio testo rezultatai, kurie visiškai atitiko moteriškos lyties (a) ir vyriškos lyties (b) studentų realaus testo rezultatus. Kuo dešiniau arba kairiau nuo X ašies yra psichologinio testo rezultatai, tuo jie mažiau atitinka realaus testo rezultatus. Tačiau bendras tikslumas yra gana aukštas.



2 pav. Psichologinio e-testo, ankstesnio e-testo ir e-testo metu gautų pažymių palyginimas;

Gauti duomenys buvo naudojami formuojant linijinį regresijos modelį. Pasitelkiant mažiausių kvadratų metodą buvo išspręstos regresijos lygtys. 4 paveiksle pateikiamos skaitmeninės regresijos priklausomybės išraiškos.



3 pav. Išsibarstymo plotas pagal studentų gautus testo pažymius ir savęs vertinimo pažymius

3 paveiksle pavaizduotas studento savianalizės ir po testų gautų rezultatų išsibarstymo plotas bei šių rezultatų priklausomybė. Pateiktoje diagramoje X ašyje nurodyti studentų vertinimai, apskaičiuoti pagal jų pačių savęs vertinimą, o Y ašyje - studentų vertinimai, gauti po testo atlikimo.

Akivaizdus taškų išsibarstymas lėmė vizualios duomenų analizės sudėtingumą, tačiau, vertinimų priklausomybės buvo tinkamai ištirtos naudojant regresijos analizės metodus.

3. Balse pasireiškiamų emocijų atpažinimo sistema

Trečiojoje dalyje yra nagrinėjamas psicho-emocinės būklės vertinimo posistemis, taikant žmogaus balso analizę – balse pasireiškiamų emocijų atpažinimo sistemą (angl. Speech Emotion Recognition subsystem). Psicho-emocinė žmogaus būklė yra vertinama pagal pagrindinio dažnio reikšmę (angl. Pitch) ir jos išvestinę (angl. standard deviation pitch). Pagrindinio tono dažnis nustatomas pagal balso signalo FFT. Psichoemocinei būklei nustatyti buvo sukurtas balso analizės pagrindu veikiantis programinės įrangos kompleksas.

Tyrimo metu buvo naudojamos dvi duomenų bazės: Berlyno emocinės kalbos duomenų bazė (angl. Berlin Database of Emotional Speech) (žr.: <http://pascal.kgw.tu-berlin.de/emodb/index-1280.html>) ir Mariboro universiteto emocinės kalbos duomenų bazė (angl. Emotional Speech Database University of Maribor) (žr.: <http://wwwbox.uni-mb.si/eSpeech/>).

1 lentelė. Streso atpažinimo rezultatai.

Klasifikatorius		Atpažinimo tikslumas, %	
Klasifikavimo metodas	Savybės	neutralumas	pyktis
Intonacinių priklausomybių metodas	$F0, MIN(F0), \sigma(F0)$	87	93
Tiesioginis klasifikavimas	$E(F0), \sigma(F0)$	76,7	88,3
k-priemonių grupavimas (klasterizavimas)	$E(F0), \sigma(F0)$	69,2	75,8
Perceptronų metodas	$E(F0), \sigma(F0)$	83,3	92,5
Gauso mišinių modelių metodas	$E(F0), \sigma(F0)$	89,2	82,5

Mūsų tyrimas buvo vykdomas keliais etapais:

- 1 etapas. Penkių metodų taikymas (k-priemonių grupavimas (klasterizavimas), Perceptronų metodas, normalusis (Gauso) skirstymas, Klasifikavimas ir Intonacinių priklausomybių metodas) ir kelių žmonių balso įrašo iš Berlyno duomenų bazės įrašymas, naudojant šį įrašą mokymams ir tyrimams.
- 2 etapas. Tikslus mokomųjų alogaritmų derinimas. Šiame etape buvo taikomi du metodai ir naudojamos dvi duomenų bazės: Berlyno duomenų, skirta mokymams (HMM modelių atveju), ir Mariboro universiteto duomenų bazė, skirta bandymams.

Pagal 1 lentelę matyti, kad naudojant vienos duomenų bazės garso įrašus bandymams ir mokymams, analizuotos emocijos nustatomos ganėtinai tiksliai (agresija: vyrų 95% ir moterų 87%; neutralumas: vyrų 82% ir moterų 77%). Naudojant Mariboro universiteto duomenų bazę bandymams, emocijų nustatymo tikslumas žymiai sumažėja.

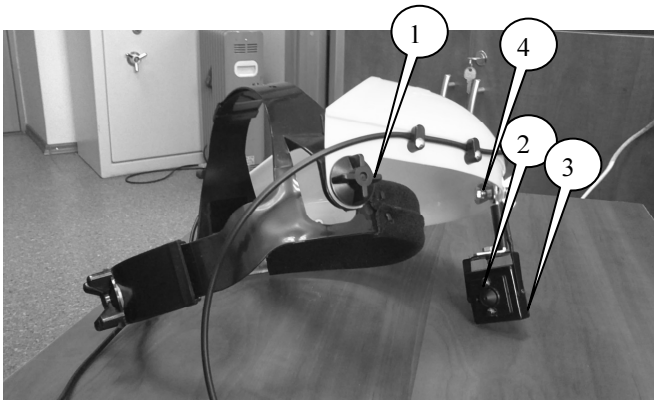
Remiantis atliktais tyrimais, galima teigti, kad parametras $F0$ gali ganėtinai tiksliai perteikti kalbančiojo žmogaus emocinę būklę. Naudojant informaciją apie pagrindinį kalbančiojo žmogaus toną emocijų nustatymo tikslumas esant neutraliai būklei siekia 89.2% (buvo taikomas HMM) ir esant pykčiui - 93% (buvo taikomas Intonacinių priklausomybių metodas).

4. Vyzdžio atpažinimo analizės posistemis

Ketvirtojoje dalyje pateikiama vyzdžio atpažinimo analizės posistemio analizė (angl. Pupil Recognition Analysis Subsystem) – tai programinės įrangos kompleksas, užtikrinantis vyzdžio diametro svyravimų registraciją ir kokybinį tokių matavimų vertinimą.

Vyzdžio atpažinimo analizės posistemio kūrimo metu buvo atlikti keli eksperimentai, kurių tikslas - nustatyti vyzdžio diametro svyravimo priklausomybę nuo psicho-emocinės žmogaus būklės.

Buvo nustatyta priklausomybė tarp studento vyzdžio diametro svyravimo ir užduodamų klausimų sunkumo lygio. Kuo sunkesnis klausimas, tuo labiau išsiplėtęs studento vyzdžio diameteras.



4 pav. Vaizdo fiksavimo sistema, skirta gauti akies vaizdus: 1 – šalmas su užfiksuotais prietaisais; 2 – infraraudonųjų spindulių juostos šviesos diodai; 3 – vaizdo kamera; 4 – reguliuojamieji varžtai.

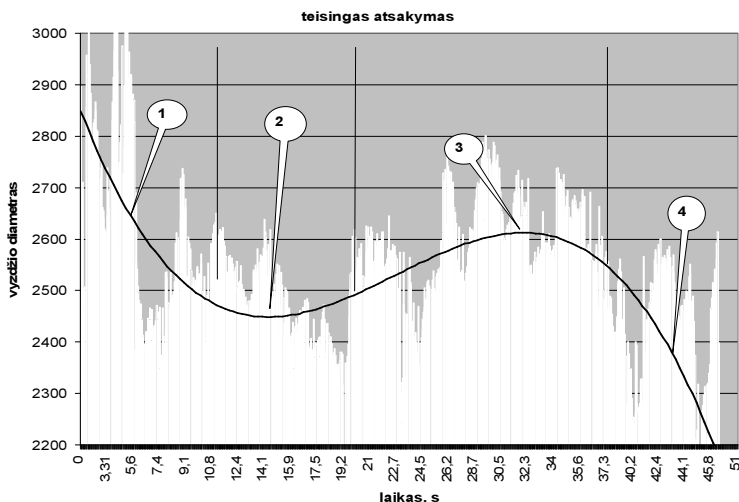
Vaizdo fiksavimo prietaisais (4 pav.) įrengtas specialiajame šalme (1), kuriame sumontuota vaizdo kamera (3), fiksuojanti vaizdą. Šalmas – tai tvirta sistema, tvirtinama ant žmogaus galvos. Tinkamam šalmo pritvirtinimui buvo naudojami keturi varžteliai (4), kuriais galima sureguliuoti kameros padėtį. Du infraraudonųjų spindulių diapazono šviesos diodai (2) yra sumontuoti kameros viduje, jie užtikrina infraraudonųjų objektų apšvietimą.

Toliau pateikiama eksperimento atlikimo seka: tyrimo metu buvo atliekami studentų savanorių, dalyvaujančių egzamine, akių vaizdo įrašai, naudojant specialų šalmą su pritvirtinta kamera. Išsamus šalmo struktūros

aprašymas buvo pateiktas anksčiau. Naudojant USB, gautos nuotraukos buvo perkeliamos į kompiuterį ir pagal šias nuotraukas buvo nustatoma bei stebima vyzdžio zona, siekiant apskaičiuoti akies vyzdžio centro koordinatas ir vyzdžio elipsės diametrą tam tikru laiku.

Tyrimų rezultatai pateikiami diagramose (3 pav. ir 4 pav.).

Remiantis 5 ir 6 paveikslais, galima teigti, kad vyzdžio diametro svyravimo dinamika pastebima praėjus vienai minutei po klausimo pateikimo ekrane ir priklauso nuo to, ar studento atsakymas yra teisingas ar ne.



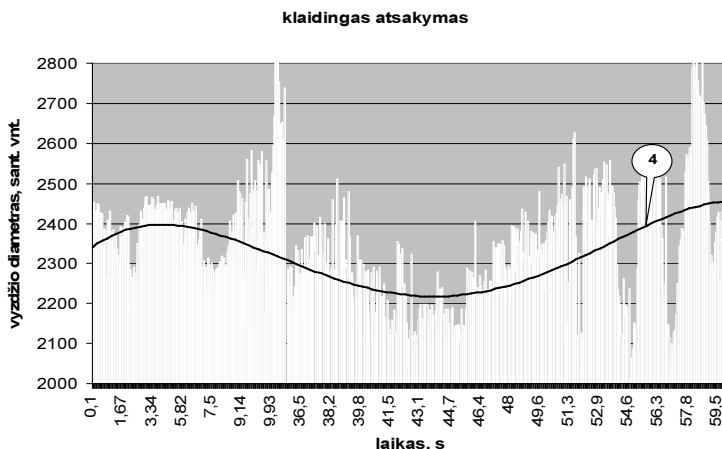
5 pav. Vyzdžio diametro ir laiko tarpusavio priklausomybės diagrama, nustatyta per 50 sekundžių nuo klausimo pateikimo ekrane, kai studentas pateikia teisingą atsakymą. 1

zona – klausimo „skaitymas“,
2 zona – „supratimas“, 3 zona – klausimo „apmąstymas“,
ir 4 zona – atsakymas į klausimą.

Priklausimai nuo kreivių formos, sudarytos diagramos gali būti 2 tipų (pateiktos 6 ir 7 paveiksluose). Pirmoji diagrama (6 pav.) atitinka teisingus studentų atsakymus. Tokios diagramos gali būti pritaikytos 167 iš 246 (68 %) teisingiems atsakymams.

Antroji diagrama (7 pav.) naudojama neteisingiems atsakymams išreikšti. Tokios diagramos gali būti pritaikytos 86 iš 120 (72 %) neteisingiems atsakymams.

Studentų reakcija per pirmąją minutę po klausimo pateikimo ekrane gali būti išskirstyta į kelias dalis (6 pav.): pirmoji – klausimo skaitymas, antroji – supratimas, trečioji – reakcija ir ketvirtoji – atsakymas. Jei studentui iškilo sunkumų atsakant į klausimą, 4 zona vaizduoja nežymius vyzdžio diametro svyravimus. Tačiau, jei studentas žino teisingą atsakymą, jo vyzdžio diametro sumažėja iki 2 fazės vyzdžio dydžio.



6 pav. Vyzdžio diametro ir laiko tarpusavio priklausomybės diagrama, nustatyta per 35 sekundes nuo klausimo pateikimo ekrane, kai studentas pateikia klaidingą atsakymą. 4 zona – atsakymas į klausimą

Jeigu studentas pateikia neteisingą atsakymą, o vyzdžio reakcija yra tokia, tarsi tai yra teisingas atsakymas, tai reiškia, kad studentas, pateikdamas neteisingą atsakymą, yra įsitikinęs jo teisingumu.

Išvados

1. Analizuojant studentų atsakymus į egzamino klausimus, buvo patvirtina hipotezė, kad kai asmuo patiria stresą, mikrotremoro dažnis sekia 12 Hz. Pagal gautus rezultatus buvo sudarytas streso aptikimo algoritmas.
2. Patvirtina hipotezė kad pikto žmogaus balse pagrindinio tono dažnis yra didesnis už neutralios emocinės būsenos tono dažnį. Pagal gautus rezultatus buvo sudarytas žmogaus pykčio nustatymo algoritmas.
3. Buvo sukurta kompiuterinė sistema, kuri gali užtikrinti žmogaus vyzdžio diametro pasikeitimo fiksavimą realiu laiku. Naudojant sukurta sistemą, buvo matuojamas studentų akies vyzdžio diametro per pirmąją minutę

po klausimo pateikimo ekrane. Buvo nustatyta, kad jei studentui iškilo sunkumų atsakant į klausimą, jo vyzdys lieka išsiplėtęs palyginus su žinančio teisingą atsakymą studento vyzdžiu.

4. Remiantis balso analizės rezultatais buvo sukurtas programinės įrangos kompleksas - Recommended Biometric Stress Management (RBSM) - skirtas nustatyti žmogaus psicho-emocinę būklę.

Autoriaus publikacijų disertacijos tema sąrašas

Recenzuojamuose mokslo žurnaluose

- 1 Kaklauskas, A.; Zavadskas, E.K.; Pruskus, V.; Vlasenko, A.; Bartkiene, L.; Paliskiene, R.; Zemeckyte, L.; Gerstein, V.; Dzemyda, G.; Tamulevicius G.; Recommended biometric stress management system // Expert systems with applications Pergamon : Elsevier Science Ltd. Vol. 38, iss. 5 (2011), p. [1-15]. ISSN 0957-4174. Prieiga per internetą: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417411007366>.
- 2 Kaklauskas, A.; Zavadskas, E. K.; Pruskus, V.; Vlasenko, A.; Seniut, M.; Kaklauskas, G.; Matuliauskaitė, A.; Gribniak, V.; 2010. Biometric and Intelligent Self-Assessment of Student Progress System, Computers and Education 55(2): 821-833. ISSN: 0360-1315.
- 3 Kaklauskas, Artūras; Zavadskas, Edmundas Kazimieras; Babenskas, Edmundas; Seniut, Marko; Vlasenko, Andrej; Plakys, Vytautas. Intelligent library and tutoring system for Brita in the PuBs project // Lecture Notes in Computer Science. Vol. 4674 (2007). p. 157-166. ISSN 0302-9743.
- 4 Vlasenko, A., A. Kaklauskas, A., Zavadskas, E. K. ; Investigation of Students' Knowledge and Iris Interrelationship// Electronics and Electrical Engineering. – Kaunas: Technologija,. 2011. No. 10(116). p. 85–88. ISSN 1392 – 1215.

Straipsniai kituose leidiniuose

- 1 Kaklauskas, Artūras; Vlasenko, Andrej; Seniut, Mark; Krutinis, Mindaugas. Voice stress analyser system for E-testing / Artūras Kaklauskas, Andrej Vlasenko, Mark Seniut, Mindaugas Krutinis // The 9th IEEE international conference on advanced learning technologies (ICALT 2009), July 15-17, 2009 Riga, Latvia : proceedings / Faculty of Computer Science and Information Technology, Riga Technical University Informatics and Telematics Institute, Centre for Research and Technology Hellas. Riga : Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2009. ISBN 9780769537115. p. 693-695.
- 2 Kaklauskas, Artūras; Vainiūnas, Povilas; Vlasenko, Andrej. Intelligent voice stress analysis system for e-examination and studies efficiency monitoring / Artūras Kaklauskas, Povilas Vainiūnas, Andrej Vlasenko // 6th AECEF Symposium on Civil Engineering Education in Changing Europe: proceedings. Vilnius, Lithuania, May 28-30, 2008 / The Association of European Civil Engineering Faculties, Vilnius

- Gediminas Techncl University, Faculty of Civil Engineering of VGTU. Vilnius : Technika, 2008. ISBN 9789955282891. p. 49-55.
- 3 Zavadskas, Edmundas Kazimieras; Kaklauskas, Artūras; Vlasenko, Andrej. Web-based VSA analyser decision support system for e-examination / E.K. Zavadskas, A. Kaklauskas, A. Vlasenko // Computational intelligence in decision and control: proceedings of the 8th international FLINS conference. Madrid, Spain, 21-24 September 2008 / Belgian Nuclear Research Centre & Ghent University, Complutense University of Madrid (Spain), University of Technology, Sydney (Australia), University of Jaén (Spain). Mol : Belgian Nuclear Research Centre (SCK•CEN), 2008. (World scientific proceedings series on computer engineering and information science, Vol. 1). ISBN 9789812799463. p. 1153-1158.
 - 4 Zavadskas, Edmundas Kazimieras; Kaklauskas, Artūras; Vlasenko, Andrej; Gulbinas, Andrius. Intelligent library and tutoring system for Brita in PuBs project // The 9th international conference "Modern building materials, structures and techniques": selected papers, May 16-18, 2007 Vilnius, Lithuania / International Association for Bridges and Structural Engineering, European Council of Civil Engineers, The Association of European Civil Engineering Faculties, Lithuanian Academy of Science, Vilnius Gediminas Technical University. Vol. 1. Vilnius : Technika, 2007. ISBN 978-9955-28-198-6. p. 433-437. Prieiga per internetą: <http://www.vgtu.lt/konfer/index.php?link=LT.2.25.42>.
 - 5 Kaklauskas, Artūras [Kaklauskas, Arturas]; Vlasenko, Andrej; Amaratunga, Dilanthi. Biometrics technologies, intelligent library and tutoring system within the EURASIA project / Arturas Kaklauskas, Andrej Vlasenko, Dilanthi Amaratunga, Kaushal Keraminiyage // CIB international conference on building education and research "Building resilience". BEAR 2008. Heritance Kandalama, Sri Lanka, 11th-15th February 2008 : conference proceedings / CIB, International Council for Research and Innovation in Building and Construction Research, Institute for the Built and Human Environment. University of Salford, UK. Salford : School of the Built Environment, University of Salford, UK, 2008. ISBN 9781905732364. p. 1663-1671.
 - 6 Kaklauskas, Artūras; Vlasenko, Andrej; Krutinis, Mindaugas; Kaklauskas, Gintaris. Integration of intelligent, voice stress analysis, and iris recognition technologies in construction and real estate // The 7th international conference "Reliability and statistics in transportation and communication" (RelStat-07), 24-27 October 2007, Riga, Latvia : proceedings. Riga : Transport and Telecommunication Institute, 2007. ISBN 978-9984-818-00-9. p. 238-245. Prieiga per internetą: <http://www.tsi.lv/?id=4015&=&ru&&ct=7&&r=4014&&top=93>.
 - 7 Kaklauskas, Artūras; Vlasenko, Andrejus; Krutinis, Mindaugas; Remezaite, Loretta. Integration of Intelligent Tutorng, VSA and Iris Recognition Technologies in Real Estate // Economy, Valuation and Management of Real Estate and Natural Resources Managment of Real Estate and Natural Resources: international conference, Minsk, Belarusian , April 18-20, 2007: proceedings. p.119 - 129 .

Trumpos žinios apie autorių

Andrej Vlasenko gimė 1962 m. rugpjūčio 4 d. Odesoje. Baigė 1984 m. Vilniaus universiteto fizikos fakultetą. Nuo 1984 iki 1986 m. dirbo Ventos institute. 2006-2011 m. dirbo Internetinių ir intelektualųjų technologijų institute (VGTU) vadybininku. 2007–2011 m. – Vilniaus Gedimino technikos universiteto informatikos inžinerijos mokslo krypties doktorantas. Šiuo metu dirba tyrėju Internetinių ir intelektualųjų technologijų institute.

RESEARCH OF EMOTIONAL STATE STUDENTS DURING TEST USING BIOMETRIC TECHNOLOGY

An Overview of the Problem

Computers are now widely used in professional activity. The fact is induced by the necessity to improve work efficiency, apply information technology in the field of production and management.

Several main factors, causing stress under the circumstances can be allocated. One of them is a mental strain influence, occurred due to the task difficulty. It has been proved, that mental strain has a significant influence on living functions and health, Thum M. Et al. (1995).

The other one factor, which shall be taken into the consideration, is a time pressure. Schleifer L. M. and Okodbaa O. D. (1990) in their researches have proposed the remuneration awarded for quick and precise fulfillment of the task, and observed that the time pressure is accompanied by enhancement of stress reactions.

During specific examination (computer test), where all students are answering the examination questions, they are influenced by both mentioned factors. Mental strain and time pressure cause stress. Examination perfectly suits the application of test model, used for an investigation of verbal characteristics and pupil size change in stressful situations and for the development of stress determination methods.

The Aim and Objectives of the Research

The main purpose of this dissertation is employing suitable methodologies and algorithms to automatically process and analyse human voice parameters and analysis of dynamics of eye pupil size change. Created algorithms can be used in Stress Management System software.

In order to reach the goal of the paper, the following tasks have been solved:

1. Investigation and analysis of current systems for determination of psychoemotional state. Development of a stress management system on the basis of the results gained. (Chapter one)
2. Investigation and analysis of current methods, used for determination of human psychoemotional state.
3. Research of microtremor frequency, used in order to evaluate human stress level, determination possibilities (modular frequency of a pitch). (Chapter two)
4. Research of voice signal characteristics determination possibilities, used in order to evaluate human psychoemotional state.(Chapter three)
5. Research of interdependencies between an eye pupil diameter and human psychoemotional state. (Chapter four)

Scientific Novelty. Scientific novelty of the results includes the theoretical justification, experimental support and development of effective algorithms and methods for biometrical and physiological parameter analysis and classification, used for human psychoemotional state identification.

During the implementation of the Thesis, the following scientific results have been gained:

1. Methods for vocal database acquisition and processing of recorded voice signals, in order to identify informative parts of speech via phonemic layout have been developed.
2. Effective set of vocal characteristics for identification of speaker's psychoemotional state has been established.
3. Algorithm for identification of speaker's psychoemotional state applying the microtremor indications F0, Energy, temp has been formed.
4. Algorithm for identification of human psychoemotional state applying the analysis of dynamics of pupil size change has been proposed.
5. In consequence of performed investigation the firmware complex for identification of human psychoemotional state based on the biometrical and physiological parameters has been realized.

Methodology of the Research. We used the following algorithms and methods: K-mean clustering, Perceptron, Gaussian Mixture Models, The Method of Intonational Depend-ency (MID), HMM, FFT, Digital Phase Demodulation.

Practical Value. Computer stress detection and control systems created on the above basis can be applied in different spheres of human activity, for example:

- science of criminal law: psychoemotional state evaluation, in order to adjudicate the trueness and falseness of statements.

- control of human state, the activity of which is related to the safety of other people: air traffic control officers, aviators, operators of Nuclear power plants, public transport drivers.

- control of human state, the activity of which is related to the client servicing.

- safety systems of people through places (airports, railroad station), in order to determine aggressive people and people endangering the safety of others, including terrorists with possible individual biometric signatures.

- electronic education systems, with intention to evaluate psychoemotional state of students during education and testing processes, in order to organize the educational process in a more effective way.

In the above cases the psychoemotional state requires real-time quick and precise evaluation. The most effective method is to use firmware complexes with special software that can process a great number of biometrical and physio-logical parameters in real-time. Speech analysis and gained biometrical parameters is the most convenient mean for psychoemotional state evaluation. Described method requires minimum financial expenses: microphone and audiocard are used as hardware features; besides, the voice can be easily digitalized and transferred via telecommunication channels, ensuring the remote evaluation of psychoemotional state.

Defended Propositions

1 Founded interdependencies between speech parameters, eye pupil diameter and psychoemotional state of students during testing has provided us with the possibility to create algorithms for psychoemotional state estimation realized on the basis of evaluation of such biometrical and physical parameters as speech and eye pupil diameter.

2 Provided algorithms can form the stress management system, which can determine stress state and give particular recommendations, in order to minimize stress level.

Scope of the Study

The dissertation consists of four chapters including the conclusions.

The dissertation consists of four parts including *Introduction*, *4 chapters*, *Conclusions* and *References*.

The introduction reveals the investigated problem, importance of the thesis and the object of research and describes the purpose and tasks of the paper, research methodology, scientific novelty, the practical significance of results

examined in the paper and defended statements. The introduction ends in presenting the author's publications on the subject of the defended dissertation, offering the material of made presentations in conferences and defining the structure of the dissertation.

Chapter 1- the Recommended Biometric Stress Management System founded on the speech analysis. The System can assist in determining the level of negative stress and resolve the problem for lessening it and can help to manage current stressful situation and to minimize future stress by making the level of future need satisfaction more rational.

Chapter 2 investigates the possibilities of detecting trends of microtremor frequency (Pitch phase modulation). Suggested methodology and the algorithm microtremor detect and show that when a person experiences stress. Besides suggested methodology and the algorithm determine the preparation grade students for the examination and evaluation of knowledge based on his speech analysis.

Chapter 3 investigates the possibilities of detecting trends of voice signal parameters. Suggested methodology and the algorithm voice signal parameters detect and show, that when a person is in anger state Pitch increases by 30-50 percent compared to a neutral state.

Chapter 4 investigates the possibilities of detecting trends of pupil size change depending on person's psychoemotional state. Suggested methodology and the algorithm detecting psychoemotional state based on measurements pupil size change. Presented hardware system to measure the pupil size change. Shows relationship between pupil size and person's emotional state.

General Conclusions

1. Analyzing the voice characteristics while students were answering exam questions, we have gained experimental results which prove the hypothesis regarding the determination of the frequency of pitch phase modulation– microtremor reaching 12 Hz present in distressed human voice. Algorithm for stress state determination according to the Microtremor frequency has been developed on the basis of the results gained.
2. Analyzing characteristics of the emotional speech of Berlin Database of Emotional Speech speakers and the Emotional Speech Database University of Maribor applying The Method of Intonational Dependency (MID), we have gained experimental results which prove the hypothesis regarding the differences in pitch frequency, thereby, the pitch frequency in angry human voice exceeds the frequency of the voice of the neutral emotional

state. Algorithm for human anger state determination according to the pitch frequency has been developed on the basis of the results gained.

3. Software/hardware system enabling a measurement of human pupil di-iameter in the real time has been developed. The diameter of students' pupil within the first minute of question appearance on the screen has been measured with the help of the developed system and the following results were gained: pupil diameter of students facing difficulties while answering the question remains widened in comparison with the students knowing the correct answer.
4. Software/hardware complex for human psychoemotional state recog-nition – Recommended Biometric Stress Management (RBSM) – according to the voice analysis results has been developed on the basis of the findings.

About the Author

Andrej Vlasenko was born in Odessa, on 04 of August 1962.

1984 Graduated from Vilnius State University, Faculty of Physics.

1984-1986 was working at the Microelectronics Research Institute VENTA.

2006-2011 was working at the Institute of internet and intelectual technologies Vilnius Gediminas Technical University as manager. Andrej Vlasenko was a PhD student of Vilnius Gediminas Technical University in 2007–2011. At present he is a researcher at the Institute of internet and intelectual technologies Vilnius Gediminas Technical University.

Andrej VLASENKO

RESEARCH OF EMOTIONAL STATE
STUDENTS DURING TEST USING
BIOMETRIC TECHNOLOGY

Summary of Doctoral Dissertation
Technological Sciences, Informatics Engineering (07T)

Andrej VLASENKO

STUDENTŲ EMOCINĖS BŪKLĖS TESTAVIMO METU TYRIMAS
PANAUDUOJANT BIOMETRINĖS TECHNOLOGIJAS.

Daktaro disertacijos santrauka
Technologijos mokslai, informatikos inžinerija (07T)

2011 12 23. 1,5 sp. l. Tiražas 70 egz.
Vilniaus Gedimino technikos universiteto
leidykla „Technika“,
Saulėtekio al. 11, 10223 Vilnius,
<http://leidykla.vgtu.lt>
Spausdino UAB „Ciklonas“
J. Jasinskio g. 15, 01111 Vilnius

