



## MOKSLINIŲ PASIEKIMŲ ANALITINĖ APŽVALGA HAPTICS TECHNOLOGIJŲ SRITYJE

**Renata Bilbokaitė**

*Šiaulių universitetas, Edukologijos fakultetas, Lietuva*

### Anotacija

*Globalinėje kultūroje technologijų galimybės plečiamos. Mokslininkai siekia atverti kitas žmogaus galių panaudojimo perspektyvas. Haptics technologijos yra viena iš naujausių technologijos krypčių technologijos moksle. Straipsnyje yra analizuojami moksliniai Haptics technologijų pasiekimai: medicinoje, gamtamoksliniame ugdyme, robotų tyrime, žmogaus smegenų tyrimuose, kompiuterijoje. Sisteminės struktūrinės ir lyginamosios analizės metodais ieškoma sąsajų tarp haptics technologijų naudojimo sričių ir technologijų pritaikymo ugdymo kokybei gerinti. Siekiama atskleisti, kokia yra Haptics technologijų tyrimų paklausa gamtamokslinio ugdymo procese.*

**Pagrindiniai žodžiai:** *Haptics technologija, robotų tyrimas, žmogaus smegenų tyrimas, medicina, kompiuterija, gamtamokslinis ugdymas.*

### Įvadas

Technologija plečiasi apimdama vis daugiau veiklos ir įtakos sferų. Atliekami vis sudėtingesni moksliniai tyrimai, siekiant didesnių intelektualinių žinių keliami vis didesni reikalavimai joms įgyti, sudėtingėja informacija, žmogus nespėja reaguoti į detales, atskirti pagrindo ir sureikšminti svarbiausios medžiagos. Kas kartą informacijos apdorojimas sukelia problemų. Vakarų kultūroje informaciją yra priimta perteikti verbaliai, o verbalinių kodų plėtra aplenkia žmogaus percepciją, todėl žmogus tampa abejingas reikšmingos informacijos atžvilgiu. Medžiagą reikia pamatyti, spėti perskaityti, suvokti ir perprasti, tik tokiu atveju galima sureaguoti. Esant tokiai situacijai, akys nuolat jaučia krūvį, kuriam didėjant silpnėja žmogaus percepcija. Atsirandantis abejingumas verbalinei informacijai kelia rimtas mokslines diskusijas ir ragina mokslininkus tyrinėti situaciją plačiau, ieškant praktinių sprendimo būdų tokiai padėčiai atitaisyti.

Ugdymas būtų kur kas tikslingesnis, jei mokymosi informacija būtų perteikiama ne vien literatūriniu tekstu. Žmogus turi 5 jusles, kurios gali padėti pažinti pasaulį, reikia tik sudaryti sąlygas, kad informacija būtų perteikta ne tik verbaliai, bet ir vizualiai, audialiai. Tai ypač aktyvina ugdymo specialistų dėmesį, nes mokymasis reikalauja labai gerų įgūdžių, kuriuos įgyti esant verbalinės informacijos pertekliui darosi vis sunkiau. Technologijos ir vaizdinė kultūra paspartino šios srities mokslininkų tyrimus. Atsiradus galimybei organizuoti virtualios realybės konstruktus imta diskutuoti apie lietimą juslės integravimą į informacijos gavimo, perteikimo ir panaudojimo procesą. Tai galėtų palengvinti mokymąsi, studijavimą, tam tikrų veiksmų atlikimą ir paspartinti technologijos vystymąsi.

Lietimas terminijoje yra vadinamas **taktiliu** (angl. *tactile* – liesti, lietimas). Tačiau lietimą mokslas, susijęs su technologija, virtualia realybe, yra vadinamas **Haptics** (angl. *haptic* – lietimas). Straipsnyje stengiamasi apžvelgti pastarųjų 4 metų mokslines *Haptics* publikacijas, siekiant išsiaiškinti svarbiausias tyrinėjimų sritis, pasiekimus.

**Tyrimo objektas** – moksliniai tyrimai *Haptics* technologijų srityje, o esminis **tikslas** – išanalizuoti mokslinių tyrimų raidą *Haptics* technologijų srityje.

#### Tyrimo uždaviniai:

- 1) išskirti sritis, kuriose yra atliekami *Haptics* technologijų tyrimai;
- 2) išskirti ugdymo sritį, kurioje labiausiai aktualizuojami *Haptics* technologijų tyrimai;
- 3) išsiaiškinti lietimą technologijų svarbą.

## Tyrimo metodologija

Manoma, kad *Haptics* technologijos gali pagerinti žmogaus gyvenimą netolimoje ateityje bendrąja prasme – sustiprinti ir plėsti edukologinę sritį, išplėsti medicinos galimybes, tobulinti technines konstrukcijas ir t. t. **Tyrimo metodai:** mokslinės literatūros analizė, metaanalizė, sisteminė struktūrinė analizė, lyginamoji analizė.

## Tyrimo rezultatai

*Haptics* yra lietimio mokslas, susijęs su lietimio elgesiu, lietimio būdais, priemonėmis ir t. t. (<http://en.wikipedia.org/wiki/Haptics>, žiūrėta 2007-09-18). Tai yra priemonė virtualiems išradimams, kurie susideda iš į rankas orientuotų įrengimų, tokių kaip pirštinės ar lazdelė, kuri sąveikauja su 3 dimensijų atvaizdais kompiuterio ekrane. Kompiuteris reaguoja į lazdelės judesius ir teikia tam tikrą informaciją. Šiuo atveju spartėjančios technologijos sukūrė naują tyrimų sritį (New Scientist, 2003).

Kai žmogus žiūri į objektą ir tyrinėja jį ranka, regėjimas ir lietimasis perduoda informaciją apie objekto tyrinėjimą. Manoma, kad regėjimas visada dominuoja tokiose juslių sujungimo kompozicijose, kai reikia nustatyti objekto dydį, formą, poziciją, kai tyrinėti labiau reikalinga regėjimo nei lietimio informacija, kitaip sakant, kyla daugiau su regėjimu susijusių sąsajų. (Ernst Banks, 2002). Geriausia tada, kai vaizdinė ir lietimio jausmų yra sujungiamos, tada yra mažesnė tikimybė suklysti (Omori Kitagawa ir kt., 2007). Per lietimio procesą oda yra deformuojama kompleksinių reiškinių, kurie priklauso nuo paviršiaus sąveikų detalių. Tie deformavimai juntami dėl mechanoreceptorių, išsidėsčiusių po epidermiu ir derma, analizuojami centrinėje nervų sistemoje, leidžia mums konstruoti tekstūros pamatą. (Sneibert, Prevost, Debregeas, 2004). A. Greimas (2004, p. 83) teigia, kad lietimio jausmą yra pati giliausia ir kad ji perduoda daugiausia informacijos. Jei taip yra, kodėl mokslas tik atsiradus technologiniam progresui tai pastebėjo ir ėmėsi tirti su lietimiu susijusias technologijas? Natūralu, kad lietimio jausmą suaktyvėja, jei kitos lieka pasyvios ir neliečiamos dirgiklių. Vakarų kultūra suklestėjo tik dėl verbalinių kodų – atsiradus raštui siekta jį dar labiau ištobulinti ir paversti industrijos dalimi. XXI a. situacija keičiasi, nes technologijoms yra reikalingos mikroschemos, paremtos skaitiniais, o ne verbaliniais kodais. Skaitiniai kodai neturi semantinių reikšmių, todėl verbalinė informacija negali tiesiogiai perteikti visos informacijos. Situacija reikalauja kitų informacijos perteikimo būdų. Vienas iš būdų – vizualizacija, kitas – *Haptics* technologijomis perteikiama informacija. Pastaruoju atveju dirginama lietimio jausmą, o pirmuoju – regėjimo. Vizualizacija teikia daugiau reikšmės žmogaus sąmonei nei žodinė informacija, nes vizualizuojant lieka tik svarbiausi duomenys schematiniu atvaizdu, kuriuose telpa daugybė informacijos, sukeliančios refleksiją. Sutaupoma daug laiko, kuris panaudojamas interpretacijai ir vertinimui. *Haptics* technologijomis perteikiama informacija aktyvina moduliacijas žmogaus mentalinėje struktūroje, todėl informacija įsimenama greičiau ir ilgesniam laikui. Taip įmanomos simuliacijos, kurios veikia psichologinio mentalinio moduliacijos principu ir sukuria realių veiksmų pojūtį. Taip informacija veikia visą kūną, todėl įsimenama greičiau ir atmintyje išlieka atliktos procedūros mentaliniai modeliai.

Remiantis JAV nacionaliniais gamtamokslinio ugdymo standartais (USA National Science Education Standards, 1995), ateities gamtamokslinis ugdymas mažiau nukreiptas bus į knygas, daugiau bus reikalingas rankų mechanizmas, kitaip sakant, ateityje bus mažiau dėmesio skiriama mokytojo aiškinimui, knygų skaitymui ir daugiau dėmesio skiriama įvairiems laboratoriniams darbams, eksperimentams. Manoma, kad disciplina mažiau orientuos į faktų ar informacijos išmanymą, bet bus daugiau orientuojamasi į turinio supratimą, vystant tyrimo gebėjimus (Williams ir kt., 2003).

Didžiausi tyrimai atlikti kuriant robotus (1 lentelė). Šie tyrimai turi stiprią materialinę bazę, tikslingą ir aiškų siekiamo rezultato dizainą, kurį realizuoja projektuodami modelius. Sudaryta lentelė iliustruoja atliktus reikšmingiausias tyrimus ir jų rezultatus.

1 lentelė

### Moksliniai pasiekimai tiriant robotus

| Autoriai                      | Pasiekimai  |
|-------------------------------|---|
| <b>Cheong ir kt. (2007)</b>   | Propaguojama sinchronizacijos schema, siekiant aukšto lygio konsistencijos virtualiose priemonėse, skirtose lietimui užduotims. Naudojami matematiniai modeliai, leidžiantys manipuliuoti objektu, kuris turi lietimui sąveiką.   |
| <b>Van West ir kt. (2007)</b> | Konstruojamos priemonės su lietimui davikliais. Priemonėse lietimui įtaisas leidžia realiu laiku veikti objektą valdymo tikslais, pvz., padėti, pakelti. Tai naudinga valdant mikroobjektus ar trapius objektus, tokius kaip silikoninė kapsulė, plonos stiklo lėkštutės, kur nekontaktinis objektų valdymas yra būtinas. |
| <b>Diolaiti ir kt. (2007)</b> | Tyrimai rodo, kad robotų sistemoje liečiant yra būtinas elektrinis motoras, kuris padeda kontroliuoti objektų judėjimą.   |
| <b>Khatib ir kt. (2004)</b>   | Lietimas yra būtina sudedamoji daugelio konstrukčių dalis, kuri padeda organizuoti reikiamus veiksmus, atsakingus už informacijos perteikimą.   |
| <b>Smith (2004)</b>           | Įrodyta, kad visos operacijos, susijusios su lietimui sistemomis, reikalauja monitorinio valdymo.   |
| <b>Payeur ir kt. (2005)</b>   | Kuriamos robotinės manipuliacijos su multimodalinėmis sensorinėmis sistemomis tam, kad būtų sustiprintas 3 dimensijų objektų lietimui kontroliavimas. Taip galima atpažinti labai smulkius objektus, kurie jau kitais būdais nebeatpažįstami ir nebesuklasifikuojami.   |
| <b>Zelek (2005)</b>           | Selektyvios kameros turinio atvaizdai lietimui „via haptics“ gali padėti ieškant būdo žiūrėjimo efektyvumui stiprinti.  |

1 lentelėje pateikti tyrimų rezultatai rodo, kad, konstruojant robotus, lietimui padeda kaip priemonė suaktyvinti tam tikras medžiagas, kad jos atliktų reikiamus veiksmus. Konstrukcijoje yra būtinas lietimui daviklis – receptorių, kuris perduoda informaciją. Siekiama, kad žmogui apskritai nereikėtų ilgai liesti objektų, o užtektų tik tam tikrų impulsų, trumpo spustelėjimo. Taip pagerėtų praktinė technologijos panaudojimo pusė – tam tikrų priemonių nebereikėtų judinti, laikyti, nešti ir panašiai. Užtektų mechanizmo programavimo ir objektai atliktų veiksmus pagal paskirtį.

Paskutiniųjų metų rezultatai sufleruoja technologijos pažangos praktinio naudojimo naudą – siekiama padėti žmogui įvairiose gyvenimo srityse atlikti sudėtingus ir dabar neįmanomus veiksmus (pvz., liesti žmogų per kompiuterio ekraną ir susidaryti realų pojūtį, kad iš tikrųjų objektas yra liečiamas natūroje, stebėti planetas, jas tyrinėti savo namuose).

A. Pasqualotto ir kitų autorių (2005) tyrimų rezultatai teigia, kad žmogaus regėjimas praranda aktyvumą, todėl tam tikrų priemonių modernizavimas, įdiegus erdvinės dimensijas, padeda atpažinti dydžius (2 lentelė). Tai gali būti naudinga gamtamoksliniam ugdymui, kai reikia įsidėmėti objektus. Gamtamoksliniame ugdyme svarbu atpažinti molekulių sandaras, biologines ląstelių funkcijas, jų padėtį organizmuose, kūnų judėjimą perprantant fizikos dėsnius. Jei mokykla turėtų erdvinio modernizavimo konstruktus, pamokų metu ugdytiniai

galėtų mokytis liesdami erdvinius 3 dimensijų objektus, taip susipažindami su jų savybėmis. Remiantis E. Rabin ir kt. (2006) tyrimais, galima teigti, kad lietim receptoriai perduoda informaciją smegenims labai greitai ir tiksliai, todėl plečiamas objekto pažinimas. Taip mažėja regėjimui tenkamas krūvis, gaunamas mokantis iš verbaliai pateikiamos medžiagos. Vadinasi, sustiprinta žmogaus dėmesio koncentracija objekto atžvilgiu suteikia daugiau išsaugomos informacijos, naudingos mokymuisi.

2 lentelė

**Moksliniai pasiekimai tiriant žmogaus smegenis**

| <b>Autoriai</b>                  | <b>Pasiekimai</b>  |
|----------------------------------|--|
| <b>Pasqualotto ir kt. (2005)</b> | Tyrimai rodo, kad regimojo vaizdo orientacijos pakitimus gali kompensuoti erdvinis modernizavimas. Lietimas ir erdviniai dydžiai palengvina ir kompensuoja regėjimo metu prarandamą informaciją. Erdvinis modernizavimas vaizdiniame ir lietim modalume apeliuoja į atpažinimą, kai aiškiai yra atkoduojamos erdvinės vaizdo ypatybės. |
| <b>Casey ir kt. (2005)</b>       | Familiarumas lemia stiprų veidų reprezentavimą, tačiau informacija apie atkodavimą mokymosi metu yra kritinė tarpmodalinio atpažinimo efektyvumui.   |
| <b>Rabin ir kt. (2006)</b>       | Ištirta, kad pirštų galiukai gali padėti kaip sensomotorinis zondas, kuris yra stabilizuotas artimiausias kontaktas su paviršiumi. Nuo to momento, kai pirštai kontaktuoja su paviršiumi, atsiranda sensoriniai signalai, kuriais galima kažką kontroliuoti.   |
| <b>Newell ir kt. (2005)</b>      | Realaus vaizdo percepcija dažnai gali įtraukti daugiau nei vieną sensorinį jutimą. Rezultatai rodo, kad skirtumai tarp vaizdo ir lietim erdvės reprezentacijų gali turėti įtakos atpažįstant objektų vaizdus.  |

Kiti tyrimai (Newell ir kt., 2005) rodo, kad, norint išsaugoti informaciją atmintyje, reikia kuo daugiau kontaktuoti su objektais, kuriuos siekiama atsiminti. Yra svarbu tinkamai parengti konstruktus, kurie regėjimo ir lietim juslėms teiktų tą pačią informaciją, nes nuo to priklauso atpažinimo efektyvumas. Vaizdas turi atitikti lietim gaunamą, subalansuotą, bet ne diferencijuotą informaciją. Pateikiant skirtingą informaciją regėjimo ir lietim juslėms, rizikuojama, kad smegenys nespės apdoroti informacijos, nesusidarys siekiamas objekto pažinimas. Vadinasi, 3 dimensijų mokymo priemonės turi aktyvinti abi jusles, teikti išsamią, vienodą informaciją, kad smegenys priimtų žinias kaip nedalomą visumą. T. Schicke ir kt. (2006) teigia, kad mentalinė vaizduotė veikia akių judesius, aktyvuojami dešinysis ir kairysis pusrutuliai. Tuo remiantis galima daryti prielaidą, kad vaizdo suvokimas neapsiriboja vien tik vieno pusrutulio aktyviu veikimu. Nuomonė apie verbalinės informacijos priėmimą kairiuoju ir vaizdinės informacijos priėmimą dešiniuoju pusrutuliais neapasisia. Vaizdas suvokiamas abiem pusrutuliais, tik neaišku, kiek įtakos tai turi žmogaus mąstymui ir veiksams. Iš to galima suprasti, kad vaizdas percepcijoje yra reikšmingas. Virtualios realybės technologijų gausėjimas ir šios srities tyrinėjimai tai ir įrodo. Lietim percepcija derinama kartu su vaizdo percepcija, todėl žmogaus suvokimas stiprėja.

Medicina atakuoja pasaulio tyrimų rinką virtualios realybės lietim technologijų tyrimais (3 lentelė). Trečioje lentelėje nurodomi naujausi šios srities pasiekimai. Visi šie tyrimai yra orientuoti į medicinos tobulinimą, jos mokymąsi. Siekiama palengvinti medicinos studentų studijų procesą, tam tikrų disciplinų supratimą, plėsti žinias ir stiprinti praktinius įgūdžius. Atsisakoma tradicinių mokymosi formų – lavonų skrodimo, tikro operavimo mokymosi

laikotarpiu, stebėjimų, kai dėl kompetencijų stygiaus negalima veiksų išbandyti praktiškai ir t. t.

3 lentelė

### Moksliniai medicinos pasiekimai

| Autoriai                         | Pasiekimai   |
|----------------------------------|--|
| <b>Bruno ir kt. (2007)</b>       | Tiriama žmogaus smegenų įtampos vaizdo ir lietimų sąveika per 3 dimensijų objekto stebėjimą.   |
| <b>Chee-Kong ir kt. (2006)</b>   | Kuriami kompiuteriniai žaidimai, kuriais yra simuliuojamos medicininės chirurginės operacijos. Lietimo imitacijos ir pats lietimasis yra būtinas, norint sukurti tinkamą kontaktą su virtualiu objektu. Tai vadinamieji virtualūs treneriai. |
| <b>Basdogan ir kt. (2004)</b>    | Chirurgijos simuliacijos. Čia mokymasis lietimais treniruoja sensomotorinę sistemą, kognityvinius įgūdžius, reikalingus chirurgijoje.  |
| <b>Lamata ir kt. (2006).</b>     | Virtualiose realybėse simulatoriai reikalauja lietimų įtaisų / priemonių su jėgos grįžtamuoju ryšiu. Chirurgijoje tai buvo susiję su taktilinės atminties vystymu.   |
| <b>Minogue ir kt. (2006)</b>     | Pristatoma 3 dimensijų lietimų technologija, naudojama radiochirurgijoje. Daugelis mokslininkų pripažįsta lietimų svarbą pažinimui. Galime kontaktuoti su aplinka per lietimų jusles ir taip gauti labai daug informacijos iš aplinkos.      |
| <b>Dostmohamed ir kt. (2005)</b> | Labai stipriai supaprastinti stimulai įtaisais, buvo puiki galimybė suteikti lietimų iliuziją 3 dimensijų paviršiuje.  |
| <b>Mardelli (2006)</b>           | Kuriami įvairūs lietimų pakaitalai, kurie padeda pooperaciniu akių ligomis sergančių žmonių laikotarpiu tirti vaistus, lęšių pakaitalai.   |
| <b>LeBoyer ir kt. (2005)</b>     |  |
| <b>Kocak ir kt. (2006)</b>       |  |
| <b>Kleinmann ir kt. (2006)</b>   |  |
| <b>Berryman ir kt. (2006)</b>    | Pristatomas objekto dydžio per lietimų juslę percepcijos tyrimas. Manoma, kad dydžio suvokimas priklauso nuo erdvės (paplitimo) laipsnio tarp skaitmeninio ir pradinio kontakto su objektu.  |
| <b>McLachlan ir kt. (2004)</b>   | Per virtualią realybę mokomasi pažinti žmogaus sandarą, todėl nebereikia to mokytis skrodžiant lavonus.  |
| <b>Cosman ir kt. (2002)</b>      | Virtuali realybė ir lietimų situacijos reikšmina ir lengvina būsimų chirurgų darbą.  |

Taip pat intensyviai dirbama akių ligų srityje, nes tobulėjant technikai atsiranda vis daugiau ligų, kurias reikia gydyti. Ieškoma realių regėjimo organų papildų, lęšių pakaitalų, operavimo būdų, kad tam tikros ligos būtų įveiktos. Visi medicininiai technologiniai tyrimai yra susiję su specialistų ruošimu ir su sveikatos gydymu.

*Haptics* technologija medicinoje yra tarsi galimybė studentams išmokyti medicininę operaciją, kurios kitais būdais yra neįmanomos teorinio studijavimo laikotarpiu. Iš 3 lentelės duomenų aišku, kad medicinos mokslas orientuojasi į ugdymą, nes nuo ugdymo priklauso būsimų medikų kompetencija. Simuliacijos skatina studentų gebėjimų lavinimą, domėjimąsi platesniu gydymo kontekstu. Mokymasis naudojant *Haptics* technologijas tampa kur kas paprastesnis nei mokymasis iš vadovėlių. Taip aktyvinamos dvi juslės, studentas turi galimybę

judesiais atlikti veiksmus, būtinus chirurgijoje. Toks studijavimas lemia didesnę būsimųjų medikų kompetenciją.

Kuriant ir tobulinant kompiuterius yra atliekama daug reikšmingų tyrimų, susijusių su virtualios realybės ir lietimio technologijomis (4 lentelė).

4 lentelė

#### Moksliniai kompiuterijos pasiekimai

| Autoriai                         | Pasiekimai   |
|----------------------------------|--|
| <b>Seungmoon ir kt. (2004)</b>   | Tyrinėjamas įvairių konstrukčių paviršius.   |
| <b>Paterson (2006)</b>           | Lietimo priemonės kompiuteriams ir vaizdo žaidimams turi tikslą atgaminti lietimą ir įtraukti vartotoją. Tai yra reikšminga rinkodarai, mokslui, medicinai ir t. t.  |
| <b>Liu ir kt. (2005)</b>         | Kuriamos programos, kurios padeda pertvarkyti 2 dimensijų programas į 3 dimensijų programas su lietimio sąveika kontroliuoti formos funkcijas.   |
| <b>Dostmohamed ir kt. (2005)</b> | Labai stipriai supaprastinti stimulai įtaisais, buvo puiki galimybė suteikti lietimio iliuziją 3 dimensijų paviršiuje.   |
| <b>Carsten ir kt. (2007).</b>    | Žmogaus operacijos buvo sujungtos su telerobotine sistema ir su visomis būtinomis juoslėmis: regimąja, klausos ir lietimio modalumu. Po bandymų ir eksperimentų telerobotinės sistemos naudojamos chirurgijoje, erdvėje. |
| <b>Lionel ir kt. (2007)</b>      | Lietimo sąveika yra labai maža virtualios realybės dalis. Siūloma nauja sąveikos paradigma, pavadinta lietimio hibrido kontrole.   |
| <b>Hale ir kt. (2004)</b>        | Atlikti tyrimai rodo, jog pavienis lietimasis labai mažai duoda naudos, todėl keisti vaizdinius duomenis į lietimio duomenis gali būti neveiksminga.   |
| <b>Lu ir kt. (2004)</b>          | Išbandomi sintezuoti nelineariniai lietimio reagavimai į deformuotas simuliacijas.   |
| <b>Singh (2004)</b>              | Interaktyvus teptukas ir tapymo modelis su grįžtamoju ryšiu buvo sukurtas Bill Baxter ir Vincent Scheib.   |
| <b>Youngung ir kt. (2004)</b>    | Pristatomas aktyvus piešimo paviršius, piešimas yra svarbi priemonė dizaineriams ir pan., reiškiantiems savo mintis vizualiai, tobulinant produktą.  |
| <b>Xiaohu ir kt. (2004)</b>      | Eksperimentuojamos į lietimą orientuotos kompiuterinės programos, priemonės – dailėje naudojant piešimą, tapymą ir pan. Piešiama tiesiog liečiant paviršių.  |

Kompiuteriai skirti tobulinti žmogaus galimybes, lengvinti darbų atlikimą ir t. t. Technologijos sparčiai orientuojamos į ugdymo sritį. Kadangi humanitariniams mokslams nėra būtinas 3 dimensijų objektų išryškėjimas, technologijos sąmoningai orientuojamos į gamtos mokslus: chemiją, biologiją, fiziką, mediciną, astronomiją ir t. t.

Haptics technologijos kompiuterijoje taip pat orientuojamos į ugdymą. Kompiuterija teikia platesnes galimybes ugdymui nei medicinos technologijos, nes kompiuterinės programos gali apimti platesnes taikymo veiklas. Lietimas technologijose labai reikalingas norint 2 dimensijų programas pakeisti į 3 dimensijų programas. Lietimas kaip daviklis, įmontuojamas mechanizmuose, teikia informaciją. Taip siekiama patobulinti dizainerių darbą, paspartinti kūrybos procesus. 3 dimensijų lietimio programos suteikia galimybę keisti vaizdus labai greitai,

juos koreguoti ir, prireikus, vėl atgaminti pradinį vaizdą. Tokie privalumai skatina ieškoti geresnių technologijos variantų, pasitelktų ir ugdymui gerinti – piešimo ugdymo technikos ir t. t.

Rezultatai parodė (5 lentelė), kad bandymai su kompiuterinėmis technologijomis gali būti naudingi mokant gamtamokslinio ugdymo. Taip sužadinamas smalsumas, refleksija, stiprėja žinios. Vienas iš reikšmingiausių tyrimų gamtamoksliniame ugdyme yra projektai klasėse. Mokiniai galėjo mokytis gamtamokslinio ugdymo, priartinto prie gyvenimo, kai turinį bei sąvokas buvo galima pajusti per klasės darbą. Tyrimo priemonės konstravo NASA Langlio tyrimų centras, susijęs su technologijomis. Tyrimo tikslas buvo vystyti lietim papildomosios realybės kompiuterines simuliacijas, stiprinant mokymąsi pagrindinėje mokykloje. Programa apima 5 skirtingas virtualias lietim veiklas, kad sustiprintų gamtamokslinio ugdymo sąvokas, turinį. Naudojama HTML programavimo kalba. Buvo siekiama, kad mokiniai pajustų savo žinių stiprėjimą, nes projekto tikslas ne komercinis, jis orientuotas į ugdymo pasiekimus. Dėmesio centras turi būti nukreiptas į tai, ką žmonės turi išmokyti kontaktuodami lietim papildytą techniką. Stengiamasi neorientuoti vaikų dėmesio į pačią technologiją (Williams ir kt., 2003). Toks būdas įgalina mokinius suprasti gamtos disciplinas išsamiau.

5 lentelė

### Moksliniai gamtamokslinio ugdymo pasiekimai

| Autorius                      | Pasiekimai   |
|-------------------------------|--|
| <b>Jones ir kt. (2006)</b>    | Plėtojama nauja lietim instrukcinė technologija. Ji naudojama kaip instrukcinė priemonė mokantis ląstelių morfologijos vidurinėse ir aukštesiose mokyklose, turint regėjimo sutrikimų.                                       |
| <b>Williams ir kt. (2003)</b> | Virtualios realybės technologijos, integruojančios lietim procesus, sužadina mokinių aspiracijas, gerina žinias ir jų panaudojimą mokantis gamtos dalykų.  |
| <b>„New Scientist“ (2003)</b> | Teksaso valstijos mokslininkai sukūrė virtualios realybės lietim technologiją, kuri studentams padeda suprasti molekulių susidarymo ir kitas struktūras. Jie gali matyti, kaip molekulės sukimba, patys pabandyti sulipdyti. |

Moksliniais tyrimais įrodyta, kad vaizdinė percepcija labai lanksti ir žmonės suvokia erdvinės figūros atsižvelgiant į situaciją, todėl gali lengvai prisitaikyti ir atlikti kai kurias užduotis. Percepcija informuoja asmenis apie veiksmo galimybes ir su tuo susijusias situacijas. Percepcija yra apimanti. Vaizdinei percepcijai turi įtakos nevizualūs faktoriai: socialiniai, emociniai, žmogaus kūno ir kt. (Proffit, 2006). Todėl normalu, jog lietim jauslių dirginimas yra vienas iš faktorių, galinčių keisti vaizdinę percepciją ir visą bendrą objekto suvokimą. Moksliniai tyrimai rodo, jog iliuzija, kad tave liečia, veikia kaip realus faktas smegenyse ir jos duos tokius signalus, lyg tai vyktų iš tikrųjų (Gross, 2006). Iliuzija susikuria, kai mintyse matoma įsivaizduojama situacija ir mentaline vaizduote ji yra moduluojama. Vadinasi, moksliniai tyrimai turi realaus pagrindo kurti virtualios realybės technologines konstrukcijas, kuriose yra integruoti dirbtiniai jutimo davikliai (receptoriai). Liečiant virtualius objektus, smegenys priima informaciją taip, lyg tai būtų liečiama iš tikrųjų. Tokia struktūra yra paremta simuliacijos, skatinančios mentalinių modelių panaudojimo ir įtvirtinimo galimybės. Iliuzija yra paremta virtualios realybės erdvė, kuri *Haptics* technologijose teikia dvigubą efektą, nes informacija perduodama smegenimis ne tik per iliuziją, stimuliuojant vaizdinius, bet ir per lietim jauslę, stimuliuojant lietim receptorių. Tai rodo, kad moksliniai tyrimai koncentruojami gamtamokslinio ugdymo srityje todėl, kad tai gali lemti daugiausia pragmatinę naudą – mentaliniai produktai pasiekiami greičiau per lietim ir regėjimo jauslės stimuliaciją. Gamtos dalykuose mentaliniai modeliai yra labai svarbūs, jų sukūrimas lemia aiškesnius

biologinių, cheminių ir fizikinių struktūrų susidarymą. Mokiniam palengvinamas gamtos dalykų perpratimas, skatinama aspiracija pažinti gamtą ir kritiškai vertinti tikrovę.

Daugiausia *Haptics* technologijų tyrimų, pritaikytų ugdyti, yra atlikta JAV, Korėjoje ir Lietuvoje. Šiuo metu Lietuva dalyvauja tarptautiniame projekte „AriSE“ (2006–2008 m.), kurio pagrindinis tikslas yra pritaikyti virtualios realybės technologijas gamtamoksliniame ugdyme. Sukonstruotose technologijose yra ir *Haptics* technologijų elementų. Projekto organizatoriai tikisi, kad ateityje technologijos bus paruoštos masinei gamybai. Lyginant Lietuvos patirtį su kitų šalių *Haptics* technologijų kūrimo patirtimi, galima drąsiai teigti, kad Lietuvoje orientuojamasi tik į ugdymą, nes kitų sričių tyrimų duomenų nerasta. Tai rodo, kad Lietuva pasauliniame kontekste gamtamokslinio ugdymo srityje gali konkuruoti su kitomis šalimis, nes sukurti ugdymo konstruktai ekspertų yra įvertinti teigiamai.

### Išvados

- *Haptics* technologijos kuriamos ir praktiškai bandomos 5 srityse: gamtamoksliniame ugdyme, medicinoje, kompiuterijoje, konstruojant robotus, tiriant smegenis.
- Atskleista, kad daugiausia *Haptics* technologijos mokslinių pasiekimų **ugdymo** srityje yra atlikta **gamtamokslinio ugdymo** tobulinimo tikslais.
- Lietimas vaidina labai svarbų vaidmenį vystant vaizdinę erdvinę percepciją, todėl *Haptics* technologijomis perteikiama informacija aktyvina moduliacijas žmogaus mentalinėje struktūroje, informacija įsimenama greičiau ir ilgesniam laikui, atmintyje ilgiau išlieka patirties mentaliniai modeliai.

### Literatūra

Basdogan C., De S., Jung Kim S., Muniyandi M., Hyun K., Srinivasan M. A. (2004). Haptics in Minimally Invasive Surgical Simulation and Training. *IEEE Computer Graphics & Applications*. Vol. 24, Issue 2, p. 56–64.

Berryman L. J., Yau J. M., Hsiao S. S. (2006). Representation of object size in the somatosensory system. *Journal of Neurophysiology*. Vol. 96, Issue 1, p. 27–39.

Brown K. (2004). New Technologies Bring the Sense of Touch to Computers. *Wall Street Journal – Eastern Edition*. Vol. 244, Issue 104.

Bruno N., Jacomuzzi A., Bertamini M., Meyer G. (2007). A visual–haptic Necker cube reveals temporal constraints on intersensory merging during perceptual exploration. *Neuropsychologia*. Vol. 45, Issue 3, p. 469–475.

Carsten P., Gerd H. (2007). Haptics in telerobotics. *Visual Computer*. Vol. 23, Issue 4, p. 273–284.

Casey S. J., Newell F. N. (2005). The role of long-term and short-term familiarity in visual and haptic face recognition. *Experimental Brain Research*. Vol. 166, Issue 3/4, p. 583–591.

Chee-Kong Ch., Ong J. S. K., Zheng-Yi L., Zhenlan W., Teo J., Jing Z., Chye-Hwang Y., Sim-Heng O., Shih-Chang W., Hee-Kit W., Chee-Leong (2006). Teo Swee-Hin Teoh Haptics in computer-mediated simulation: Training in vertebroplasty surgery. *Simulation & Gaming*. Vol. 37 Issue 4, p. 438–451.

Cheong J., Niculescu S. I., Annaswamy A., Srinivasan M. A. (2007). Synchronization control for physics-based collaborative virtual environments with shared haptics. *Advanced Robotics*. Vol. 21, Issue 9, p. 1001–1029.

Cosman P. H., Cregan P. C., Martin C. J., Cartmill J. A. (2002). Virtual Reality simulators: current status in Acquisition and assessment of surgical skills. *Surgion*. Vol. 72, p. 30–34.

Dinka D., Nyce J. M., Timpka T., Holmberg K. (2006). Adding Value with 3D Visualization and Haptic Forces to Radiosurgery – A Small Theory-Based, Quasi-Experimental Study. *Journal of Medical Systems*. Vol. 30, Issue 4, p. 293–301.

Diolaiti N., Niemeyer G., Tanner N. A. (2007). Wave Haptics: Building Stiff Controllers from the Natural Motor Dynamics. *International Journal of Robotics Research*. Vol. 26, Issue 1, p. 5–21.

Dostmohamed H., Hayward V. (2005). Trajectory of contact region on the fingerpad gives the illusion of haptic shape. *Experimental Brain Research*. Vol. 164, Issue 3, p. 387–394.



- Ernst M. O., Banks M. S. (2002). Humans integrate visual and haptic information in a statistically optimal fashion. *Nature*. Vol. 415, No. 24, p. 429.
- Gross L. (2006). Classic Illusio Sheds New Light on the Neural Site of Tactile Perception. *Journal of Plosbiology*. Vol. 4, Issue 3.
- Hale K. S., Stanney K. M. (2004). Deriving Haptic Design Guidelines from Human Physiological, Psychophysical, and Neurological Foundations. *IEEE Computer Graphics & Applications*. Vol. 24, Issue 2, p. 33–39.
- Jones M. G., Minogue J., Oppewal T., Cook M. P., Broadwell B. (2006). Visualizing Without Vision at the Microscale: Students With Visual Impairments Explore Cells With Touch. *Journal of Science Education & Technology*. Vol. 15, Issue 5/6, p. 345–351.
- Jones L. A., Lockyer B., Piatieski E. (2006). Tactile display and vibrotactile pattern recognition on the torso. *Advanced Robotics*. Vol. 20, Issue 12, p. 1359–1374.
- Khatib O., Brock O., Kyong-Sok C., Ruspini D., Sentis L., Viji S. (2004). Human - Centered Robotics and Interactive Haptic Simulation. *International Journal of Robotics Research*. Vol. 23, Issue 2, p. 167–178.
- Kleinmann G., Werner L., Kaskaloglu M., Pandey S. K., Neuhann I. M., Mamalis N. (2006). Postoperative opacification of the peripheral optic region and haptics of a hydrophilic acrylic intraocular lens: Case report and clinicopathologic correlation. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. Vol. 32, Issue 1, p. 158–161.
- Kocak N. S., Ali O., Celik L., Durak I., Kaynak S. (2006). Intraocular lens haptic fracturing with the neodymium:YAG laser: In vitro study. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. Vol. 32, Issue 4, p. 662–665.
- Krumlinde-Sundholm L., Eliasson A-C. (2002). Comparing tests of tactile sensibility: aspects relevant to testing children with spastic hemiplegia. *Developmental Medicine and Child neurology*. Vol. 44, p. 604–612.
- Lamata P., Gómez E. J., Sánchez-Margallo F. M., Lamata F., del Pozo F., Usón J. (2006). Tissue consistency perception in laparoscopy to define the level of fidelity in virtual reality simulation. *Surgical Endoscopy*. Vol. 20, Issue 9, p. 1368–1375.
- LeBoyer R. M., Werner L., Snyder M. E., Mamalis N., Riemann Ch. D., Augsberger J. J. (2005). Haptic-induced ciliary sulcus irritation associated with single-piece AcrySof intraocular lenses. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. Vol. 31, Issue 7, p. 1421–1427.
- Lionel D., Jérôme P., Anatole L. (2007). Novel devices and interaction techniques for human-scale haptics. *Visual Computer*. Vol. 23, Issue 4, p. 257–266.
- Liu X., Dodds G., McCartney J., Hinds B. K. (2005). Manipulation of CAD surface models with haptics based on shape control functions. *Computer-Aided Design*. Vol. 37, Issue 14, p. 1447–1458.
- Lu M., Salisbury K. (2004). Haptic Rendering-Beyond Visual Computing. *IEEE Computer Graphics & Applications*. Vol. 24, Issue 2, p. 22–23.
- McLachlan J. C., Bligh J., Bradley S. J. (2004). Teaching anatomy without cadavers. *Medical Education*. Vol. 38, p. 418–424.
- Mardelli P. G. (2006). Closure of Persistent Cyclodialysis Cleft Using the Haptics of the Intraocular Lens. *American Journal of Ophthalmology*. Vol. 142, Issue 4, p. 676–678.
- Minogue J., Jones M. G. (2006). Haptics in Education: Exploring an Untapped Sensory Modality. *Review of Educational Research*. Vol. 76, Issue 3, p. 317–348.
- Newell F. N., Woods A. T., Mernagh M., Bühlhoff H. H. (2005). Visual, haptic and crossmodal recognition of scenes. *Experimental Brain Research*. Vol. 161, Issue 2, p. 233–242.
- Omori K., Kitagawa N., Wada Y., Noguchi K. (2007). Haptics can modulate the Hering and Wundt illusions. *Japanese Psychological Research*. Vol. 49, Issue 1, p. 79–85.
- Pasqualotto A., Finucane C. M., Newell F. N. (2005). Visual and haptic representations of scenes are updated with observer movement. *Experimental Brain Research*. Vol. 166, Issue 3/4, p. 481–488.
- Payeur P., Pasca C., Cretu A. M., Petriu E. M. (2005). Intelligent Haptic Sensor System for Robotic Manipulation. *IEEE Transactions on Instrumentation & Measurement*. Vol. 54, Issue 4, p. 1583–1592.
- Paterson M. (2006). Feel the presence: technologies of touch and distance. *Environment & Planning D: Society & Space*. Vol. 24, Issue 5, p. 690–708.
- Proffit D. R. (2006). Embodied Perception and Economy Action. *Association for Psychological Science*. Vol. 1, Nr. 2, p. 110–132.

- Rabin E., DiZio P., Lackner J. (2006). Time course of haptic stabilization of posture. *Experimental Brain Research*. Vol. 170, Issue 1, p. 122–126.
- Scheibert J., Prevost A., Debregeas G. (2004). Physics of tactile perception. *XXIX Congres de la Societe de Biomecanique*. Creteil, 8–10 septembre.
- Schicke T., Muzkli L., Beer A. L., Wibral M., Singer W., Goebel R., Rosler F., Roder B. (2006). Tight covariation of BOLD signal changes and slow ERPs in the parietal cortex in a parametric spatial imagery task with haptic acquisition. *European Journal of neuroscience*. Vol. 23. p. 1910–1918.
- Seungmoon Ch. K. M., Tan H. Z. (2004). Toward Realistic Haptic Rendering of Surface Textures. *IEEE Computer Graphics & Applications*. Vol. 24, Issue 2, p. 40–47.
- Singh G. (2004). Brushing into Haptics. (cover story). *IEEE Computer Graphics & Applications*. Vol. 24, Issue 2, p. 4–5.
- Smith A. C., Mobasser F., Hashtrudi-Zaad K. (2006). Neural-Network-Based Contact Force Observers for Haptic Applications. *IEEE Transactions on Robotics*. Vol. 22, Issue 6, p. 1163–1175.
- USA National Science Education Standards (1995) [žiūrėta 2007-09-28]. Prieiga per internetą: <http://books.nap.edu/html/nses/html/>.
- Van West E. Y. A., Higuchi T. (2007). The concept of “Haptic Tweezer”, a non-contact object handling system using levitation techniques and haptics. *Mechatronics*. Vol. 17, Issue 7, p. 345–356.
- Williams R. H. L., Meng-Yun C., Seaton M. J. (2003). Haptics – Augmented Simple-Machine Educational Tools. *Journal of Science Education and Technology*. Vol. 12, Nr.1, p. 1–12.
- Youngung Sh., Memains S. (2004). Evaluation of Drawing on 3D Surface with Haptics. *IEEE Computer Graphics & Applications*. Vol. 24, Issue 6, p. 40–50.
- Zelek J. S. (2005). Seeing by touch (haptics) for wayfinding. *International Congress Series*. Vol. 1282, p. 1108–1112.
- Woods A. T., Newell F. N. (2004). Visual, haptic and cross-modal recognition of objects and scenes. *Journal of Physiology -- Paris*. Vol. 98, Issue 1–3, p. 147–159.
- Xiaohu G., Jing H., Hong Q. (2004). Touch-Based Haptics for Interactive Editing on Point Set Surface. *IEEE Computer Graphics & Applications*. Vol. 24, Issue 6, p. 31–39.
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Haptics> [žiūrėta 2007-09-18].

## Summary

## ANALYTICAL REVIEW OF SCIENTIFIC ACHIEVEMENTS IN HAPTICS TECHNOLOGY RANGE

**Renata Bilbokaitė**

*Natural Science Education Research Centre, Šiauliai University, Lithuania*

The technologies are expanding their possibilities in the global information age. The scholars aim to explicate perspectives of human power practice. Haptics technology is one of the ultimate technological trends. Visual culture and technological progress had speeded up the researches in this area. When possibilities to organize constructs of virtual reality have sprung up, the scholars had started discussion about the integration of haptic sense into information reception, conveyance and soak processes. It can be as the facility of studying and some performance of actions, to speed up technological progress. There are analyzing explorations in haptics technology trend (medicine, science education, robotic researches, computer science and experimental brain researches) in this article. The author is searching for connections between haptics technology ranges trends and technology adaptation for educational quality development. The *subject* of the research – researches in haptics technology trend. *Aim* of the research – to explore researches of haptics technology. The tasks of research are to single out the ranges, where haptics technology is generating in practice, to single out education range, where explorations and achievements of haptics technology is the most relevant, to ascertain the importance of haptics technology on the international ground aspect in science education context. *Methods* of research: metaanalysis, systemic structural analysis, comparative analysis. *Results and conclusion*:

- Accomplished analysis shows that haptics technologies are generating practically in 5 ranges: medicine, science education, robotic researches, computer science and experimental brain researches.

- It is ascertained, that the most achievements of haptics technology researches are in science education range. It is important to make more qualitative science education. The researches from Lithuania in this range are one of the leaders in the world (together with JAV, Korea).
- Tactile is very important to visual-spatial perception development, this conditions haptics technology to give and to activate modulations in the human mental structure. The information and mental models are memorizing for longer period.

**Keywords:** haptics technology, cyber researches, human brain researches, medicine, computer, science education.

*Received 10 October 2007; accepted 15 November 2007*



**Renata Bilbokaitė**

Natural Science Education Research Center,  
Faculty of Education, University of Šiauliai  
P. Višinskio Street 25-119, LT-76351 Šiauliai, Lithuania  
E-mail: renatabilbokait@yahoo.com