

KOMPIUTERIO INTELEKTO PROBLEMA PAŽINTINIAME MOKSLE

Algirdas Budrevičius

Dabartinis kompiuteris atlieka sudėtingus intelektinio pobūdžio dalykus, tačiau neretai į šį įtaisą žvelgiama gana siauru, medžiaginės technologijos požiūriu. Kompiuterių laikmečio pradžioje buvo keliami nemaža klausimų apie techninės sistemos intelektinę gebą. Ar kompiuteris mąsto? Ar gali kompiuterio programa atlikti tai, ką atlieka žmogaus protas? Ar kompiuterio ir žmogaus smegenų veikla pagrįsta tais pačiais principais? Kaip žmogus perdirba informaciją? Kas yra intelektas? (Žodis intelektas čia vartojamas ta pačia reikšme kaip ir protas). Iš esmės šie klausimai tebėra neatsakyti. Tokius ir panašius klausimus nagrinėja naujas, septintajame dešimtmetyje Amerikoje atsiradęs mokslas – kognityvistika, arba pažintinis mokslas (lot. *cognitio* – pažinimas, angl. *cognitive science* – pažintinis mokslas; toliau šiame straipsnyje abu pavadinimai – kognityvistika ir pažintinis mokslas vartojami lygiareikšmiai).

Lietuvoje pažintinis mokslas turėtų būti žinomas keleto sričių atstovams: lingvistams, psichologams, neurologams, filosofams ir informatikams. Plačiau žinoma viena jos kryptų, nagrinėjanti daugiausia techninio, dirbtinio (gr. *technetos* – dirbtinis) intelekto klausimus. Dirbtinio intelekto (angl. *artificial intelligence*) sritis priskiriama ir kompiuterių mokslui; Lietuvoje ja daugiausia ir domisi kompiuterininkai, kadangi kognityvistika daugeliui dar mažai žinoma sritis. Dirbtinio intelekto tematika dar vadinama lietuviškais naujadarais „intelektika“, „intelektologija“. (Beje, šie terminai nors ir gražūs, tačiau vargu ar teisėtai keičia „dirbtinio intelekto“ srities pavadinimą. Juk šios srities pradininkai irgi galėjo ją taip pavadinti, jei būtų manę tai esant reikalinga. Netiktų pernelyg laisvai duoti vardus toms sritims, kurias ne mes pradėjome.) „Dirbtinis intelektas“ artimai siejasi su kognityvistika, tačiau tai nesutampanti mokslo sritis. Abi jos plėtojasi. „Dirbtinio intelekto“ sritis,

kaip sako pats jos pavadinimas, aprėpia daugiausia techninius, inžinerinius intelekto klausimus, tuo tarpu kognityvistika tiria žymiai platesnį reiškinių ratą, aprėpia įvairius kitus pažinimo reiškinius. Tai sako ir tradiciškai išvardijamos jos sudėtinės dalys: kompiuterių mokslas (informatika), psichologija, lingvistika, neurologija, filosofija.

Šiame straipsnyje pateikiami duomenys apie pažintinio mokslo sampratą, supažindinama su jo istorija. Po to plačiau apsisistojama prie vieno kertinio klausimo (beje, jis priklauso ir dirbtinio intelekto sričiai). Tai kompiuterio intelektinės galios buvimo ir lyginimo su žmogaus sugebėjimais problema. Jos tyrimas atskleidžia daugialypį (interdisciplininį) kognityvistikos pobūdį. Prie jo prisideda visų kognityvistikos dalių – filosofijos, lingvistikos, kompiuterių mokslo, psichologijos, neurobiologijos – atstovai. Kai kurie jų darbai ir sprendimai paminėti ir šiame straipsnyje.

Kognityvistikos istorijos faktai

Pažintinio mokslo ištakos aptinkamos įvairių sričių, filosofijos, psichologijos, biologijos, lingvistikos, matematikos darbuose. Šiuolaikinis jo pavidalas susiformavo po Antrojo pasaulinio karo. Kompiuterių atsiradimas, informacijos technologijų raida paveikė įvairius mokslus. Informacijos perdirbimo aspektu imta nagrinėti ir aiškinti žmogaus elgesį, kalbą, mąstymą, suvokimą, mokymąsi, žmogaus ir gyvūnų nervų sistemą, smegenis. Visus šiuos dalykus vienija bendra *pažintinio* reiškinio sąvoka. Jungtinėse Valstijose 1967 m. terminas *kognityvinis* buvo panaudotas įvardinti psichologijos kryptį – U. Neisseris 1967 metais savo knygą pavadino „Kognityvinė psichologija“ (Neisser, 1969). Greitai ją perėmė ir kitų su informacija susijusių sričių – kalbotyros, neurologijos – atstovai. Taip jis tapo bendras grupei mokslų. Pažintiniu aspektu buvo įdėmiau pažvelgta ir į pradžią davusį *kompiuterių mokslą* ir jo atšaką – *dirbtinio intelekto* sritį. Prasidėjo tai, kas buvo pavadinta kognityvine revoliucija. Ji pagimdė naują mokslą, *kognityvistiką*, arba *pažintinį mokslą*. Terminą *kognityvistika*, pažintinis mokslas, (angl. *cognitive science*) įvedė H. C. Longuet-Higginsas 1973 m. (Lighthil ir kit., 1973, cit. pagal Scheerer, 1988). Vokiškai jis vadinamas *kognitionswissenschaft*, prancūziškai *science cognitive*. Kartais, siekiant pabrėžti, kad kognityvistikos dalys, kurios kartu yra ir

atskiri mokslai, dar nėra sulietos į vieną sistemą, sakoma ir *kognityviniai mokslai* (t. y., vartojama daugiskaita). Dauguma kognityvistikos darbų atliekama JAV. Kognityvistikos istorija susideda iš ją sudarančių mokslų istorijų. Kadangi kognityvistika atsirado JAV, publikacijose daugiausia pabrėžiamas tos šalies mokslininkų indėlis. 1977 m. JAV buvo pradėtas leisti žurnalas „Cognitive Science“. 1987 m. išleistas pirmasis pažintinio mokslo vadovėlis. 1995 m. išėjo jo antrasis leidimas: N. Stillingsas ir kt. „Pažintinis mokslas: Įvadas“ (Stillings, 1995). Kognityvistikos studijų programos yra daugelyje universitetų. Kognityvistikos statusas universitetuose dvejopas: ji eina kaip atskira studijų programa arba įeina į kitas studijų programas. Toks atvejis yra ir Vilniaus universiteto Komunikacijos fakultete; *Kognityvistikos pagrindai* įeina kaip privalomas dalykas į *Informacijos vadybos* ir, kaip pasirenkamas, į *Komunikacijos mokslų magistrantūros studijų* programas (Budrevičius, 1997). Pastaruoju metu universitetuose vis labiau pabrėžiamas kognityvistikos, kaip bendramokslinės disciplinos, vaidmuo.

Dabartinė pažintinio mokslo samprata gana plati. Tai galima matyti iš įvairių pasaulio universitetų siūlomų studijų programų, tyrimo centrų mokslo kryptių bei publikacijų mokslo žurnaluose analizės. Bendrą vaizdą galima susidaryti patyrinėjus „Internetą“. Autorius paskyrė tam nemažai laiko. Tuo pagrindu galima pateikti keletą pastabų. Kai kuriuose garsiuose JAV universitetuose pažintinis mokslas nemažai siejasi, su kompiuterių mokslu (tai, kas pas mus vadinama informatika). Psichologai kartais linkę pernelyg artimai jį sieti su pačia psichologija; JAV šiuo metu vyrauja kognityvinė psichologija (kaip kad anksčiau vyravo bihevioristinė). Lingvistai, filosofai, priešingai negu technikos mokslų atstovai, kartais linkę menkinti kompiuterinį kognityvistikos aspektą ir daugiau akcentuoja semantinius, epistemologinius klausimus.

Tačiau tokie pastebėjimai gali būti kiek šališki. Todėl verta pasiremti pripažintais pažintinio mokslo srities autoriais. Vienas iš jų yra N. Stillingsas, 1993 m. vadovavęs Amerikos mokslo fondo tyrimų grupei, kurios tikslas buvo įvertinti pažintinio mokslo būseną akademinėje srityje. Pagal jį (Stillings 1993, p. 3), kognityvistika yra fundamentalusis mokslas, nagrinėjantis žmogaus, gyvūnų ir dirbtinių sistemų intelektą. Jis tiria suvokimą, mokymąsi, atmintį, žinias, prasmę, samprotavimą, kalbą, dėmesį, sąmonę ir veiksmo valdymą. Be šių pagrindinių klausimų, kognityvistika nagrinėja ir įvairius kitus,

siauresnius. Tai gali būti, pavyzdžiui, žmogaus ir kompiuterio sąveika, verslo derybų strategijos tyrimas, sprendimų priėmimas, efektyvus mokymas, žinių perdavimas ir įgijimas ir daug kitų su pažinimo procesais susijusių klausimų.

Kompiuterio ir žmogaus intelekto lyginimo problema

Kompiuterio ir žmogaus intelekto lyginimo problema yra svarbi apibrėžiant pačią kognityvistikos esmę. Daugelio autorių nuomone, įvairius pažintinius mokslus siejanti grandis yra bendras žmogaus ir kompiuterio informacijos apdorojimo būdo aiškinimas. Remiantis vienu iš akademinų kognityvistikos autoritetų, N. Stillingsu (Stillings, 1993), „pagrindinis kognityvistikos aiškinimo būdas yra pažintinių struktūrų ir procesų skaičiuojamųjų (griežčiau tariant – komputacinių, aut past.) modelių sukūrimas“.

Tačiau šis, vienas iš esminių kognityvistikos teiginių, nėra visuotinai pripažįstamas. Plačiau imant, jis yra problemiškas. Artimai su tuo susijęs vienas iš kertinių kognityvistikos klausimų: ar galima lyginti kompiuterio galias su žmogaus intelektu? Šis klausimas nagrinėjamas per visą neilgą kognityvistikos istoriją (o plačiau žvelgiant, galimybė sukurti mašiną, techninį įtaisą, prilygstantį žmogui, nagrinėjama buvo jau ir viduramžiais; paminėtinas, pvz., Paracelsas, kuris aprašė būdą, kaip sukurti dirbtinį žmogų). Požiūris į kompiuterio intelekto problemą keitėsi nuo entuziastingo optimizmo iki kraštutinio skepticizmo. Kokie jos sprendimo keliai?

Nagrinėjant šį klausimą, pirmiausia bandoma apibūdinti kompiuterio esmę ir tuo pagrindu parodyti jo panašumą ar skirtumą žmogaus atžvilgiu. Dauguma autorių pasiremia vieno iš kompiuterio pradininkų A. Turingo pasiūlytu testu, dabar tiesiog vadinamu „Turingo testu“. Dažnai minima garsioji Godelio teorema, kuri interpretuojama kaip argumentas, apibrėžiantis formalizavimo ribas. Paskutinį dešimtmetį skeptikai pasitelkia žymaus šiuolaikinio amerikiečių kalbos filosofijos atstovo J. Searle'o „Kinų kambario“ prilyginimą. Toliau trumpai aprašomi visi išvardinti dalykai ir atskiru skyreliu pateikiamos paties autoriaus mintys, perteikiamos pagal neseniai išėjusią monografiją (Budrevičius, 1994).

Kompiuterio esmės aiškinimas pradėtinus nuo dviejų pagrindinių jo tipų skirtumo atskleidimo. Vienas tipas pagrįstas nuosekliu informacijos perdir-

bimu; jis sudaro skaitmeninio kompiuterio pagrindą. Kitas pagrįstas lygiagretaus informacijos perdirdimo principu. Pagal jį funkcionuoja neurokompiuteriai, arba neurotinklai. (Beje, anksčiau kaip priešybė skaitmeniniam (diskretiniam) kompiuteriui buvo paplitę ir analoginiai kompiuteriai, pagrįsti tolydžių fizinių procesų įkūnijimu.) Neurokompiuteriai (neurotinklai) naudojami žymiai rečiau, negu skaitmeniniai. Skaitmeninio kompiuterio esmei išaiškinti reikia patikslinti *komputacijos* (angl. žodį *computation* čia siūloma versti *komputacija*) terminą, iš kurio sudarytas ir pats žodis *kompiuteris*. Žodį *computation* lietuviškai įprasta versti kaip *skaičiavimas*. Todėl ilgą laiką kompiuterius vadinome *skaičiavimo mašinomis*. Komputacija, kaip ir kompiuteris – lotyniškos kilmės žodis. *Computare* – lotyniškai reiškia suskaičiuoti, suskaičiuoti, apskaičiuoti, atsiskaičiuoti. Pagal tai lituanistai kompiuterį bandė pavadinti *skaičiuokliu*, tačiau tas žodis neprigijo. Giliau panagrinėjus, galima matyti, kad lotyniškasis *computare* susideda iš *cum* + *putare*, o *putare* jau turi platesnę reikšmę – galvoti, svarstyti, apmąstyti, ir tik po po yra reikšmė *suskaičiuoti*. Taigi kompiuteris daugiau negu skaičiuoklis. Kompiuterių moksle panašiai vartotinas ir terminas *komputacija*, kurio negalima tapatinti su *skaičiavimu*. Kas yra komputacija? Alanas Turingas (žr. Turing, 1950, cit. pagal Searle) komputaciją formaliai apibrėžė kaip tam tikros (Turingo) mašinos pagal programą atliekamus elementarius dvejetainius veiksmus (veiksmus su „0“ ir „1“). Mašina valdoma programos, sudarytos iš instrukcijų (komandų) sekos. Kiekviena komanda nustato sąlygą ir veiksmą, kuris turi būti atliekamas, jeigu sąlyga yra išpildoma. Mašina atlieka tokius veiksmus: ant begalinės popieriaus juostos „0“ perrašo kaip „1“, „1“ perrašo kaip „0“, pastumia juostą vieną žingsnį į kairę, arba pastumia juostą vieną žingsnį į dešinę.

Argumentai „už“

Turingo tezė. Skaitmeninio kompiuterio intelektinių sugebėjimų galimybė grindžiama argumentais, pateiktais A. Turingo dar 1950 m. (Turing, 1950). Jų esmė tokia. Matematinėje logikoje buvo gauti du svarbūs rezultatai, vadinami Churcho–Turingo teze ir Turingo teorema. Kompiuterio intelektinės gebos vertinimo atžvilgiu, Churcho–Turingo tezė formuluojama taip: bet kuriam algoritmui yra Turingo mašina, gali jį vykdyti. Turingo tezė teigia, kad

yra tokia, Universalio Turingo mašina, kuri gali modeliuoti bet kurią Turingo mašiną. Iš šių teiginių seka išvada, kad Universalio Turingo mašina gali vykdyti bet kurį algoritmą. Toliau buvo teigiama, kad žmogaus intelekto veikla gali būti išreikšta algoritmais. (Šio teiginio nepripažįstantys paprastai pasiremia Goedelio teorema, žr. toliau.) Tuo remiantis buvo daroma išvada, jog kompiuteris, Universalios Turingo mašinos įkūnijimas, gali vykdyti bet kurį algoritmą, įskaitant ir intelekto veiklą. Toks požiūris į intelektą dar vadinamas *pirmąja kompiuterio metafora*. Antrąją kompiuterio metaforą atitinka požiūris, jog intelekto esmė gali būti aiškinama neurotinklų pagrindu; jie apibūdinami toliau.

Turingo testas. Dar pats Turingas pasiūlė principą, pagal kurį galima atsakyti į klausimą, ar turi kompiuteris intelektą. Jis teigė, kad tam pakanka palyginti žmogaus intelekto veiklos rezultatą su kompiuterio to paties uždavinio sprendimu. Jeigu negalima atskirti, kas uždavinį sprendė, žmogus ar kompiuteris, tai galima teigti, jog kompiuteris irgi turi atitinkamą intelektą. Toks kompiuterio ir žmogaus veiklos palyginimo bandymas buvo pavadintas *Turingo testu*. Jis turi savo logiką ir todėl ilgą laiką buvo rimtas argumentas kompiuterio intelekto šalininkams.

Argumentai „prieš“

Goedelio teorema. Žymus austrų matematikas Goodelis įrodė teoremą apie sudėtingų sistemų visiško formalizavimo negalimumą. Kritikuojantys kompiuterio intelekto galimumą, pasiremia jos interpretacija, pagal kurią tokios sudėtingos sistemos kaip žmogaus intelektas negalima visiškai formalizuoti, todėl ne visai intelekto veiklai gali būti sudaromi algoritmai. Iš to seka, kad kompiuteris gali spręsti ne visus intelekto uždavinius. Vadinasi, jis negali būti lyginamas su žmogaus intelektu.

„Kinų kambario“ argumentas. Yra autorių, kurie nepripažįsta teiginio, jog žmogaus smegenys veikia taip pat kaip skaitmeninis kompiuteris. Searle'as (Searle, 1980) kritikuodamas pateikė prilyginimą, kurį dabar dažnai vadina „Kinų kambario“ argumentu. Įsivaizduokime žmogų, nesuprantantį kinų kalbos, kuriam užduodami klausimai kinų kalba. Jam duodamas algoritmas, nustatantis, kaip atsakyti į tuos klausimus. Panašiai algoritmas duoda-

mas kompiuteriui. Jeigu algoritmas pakankamai tobulas, žmogus galės teisingai atsakinėti į klausimus, nors jis kinų kalbos ir nesupranta. Taip pat yra ir su kompiuterių. Searle'as daro išvadą, kad algoritmo vykdymas dar neliudija apie intelekto buvimą. Formalaus, sintaksinio lygmens nepakanka, kad galima būtų pripažinti kompiuterio intelekto buvimą.

Neurotinklai, antroji kompiuterio metafora

Kaip buvo sakyta anksčiau, kalbant apie kompiuterio sandaros esmę, yra skaičiavimo įtaisų, kurių architektūra skiriasi nuo skaitmeninių, nuosekliai perdirbančių informaciją kompiuterių. Iš pradžių jie buvo vadinami perceptronais. Vėliau paplito neurokompiuterio arba neurotinklo pavadinimai. Jų atsiradimo istorija siejama su žinomais kibernetikos ir neurofiziologijos sričių autoriais: Rosenblattu (Rosenblatt, 1958; 1962), Minsky'iu, von Neumannu, Ecclesu, Hebbu, McCullochu, Pittsu. Neurokompiuteryje nėra aiškiai atskirto procesoriaus nuo atmintinės. Taip pat juose nėra tiesioginio operavimo simboliais. Perceptroną sudaro didelis skaičius paprastų lygiagrečiai dirbančių lokalinių elementų, kurie visi kartu „suvokia“, „atpažįsta“ ir kategorizuoja (suskirsto į klases) įėjimo informaciją. Skirtingai nuo skaitmeninio kompiuterio, perceptronas prieš naudojimą turi būti „apmokytas“. Apmokymo metu suformuojami sąryšiai tarp jo elementų. Po to jis gali spręsti tam tikrą klasę uždavinių, pavyzdžiui, atpažinti tam tikro tipo vaizdus. Pirmieji (Rosenblatto) perceptronai buvo dvisluoksniai, sudaryti iš dviejų, įėjimo ir išėjimo, elementų rinkinių. Dabartiniai neurotinklai – daugiasluoksniai. Neurokompiuteris yra pranašesnis už skaitmeninį kompiuterį ten kur reikia lygiagrečiai perdirbti didelius informacijos kiekius, pavyzdžiui, atpažįstant vaizdus.

Neurokompiuterio lyginimas su žmogaus intelektu vadinamas *antrąja kompiuterio metafora*. Neurokompiuterio sandara artimesnė žmogaus smegenų sandarai, negu skaitmeninio kompiuterio. Jo funkcionavimas aprašomas sąvokomis, artimesnėmis žmogiško intelekto sąvokoms. Tai rodo naudojimas tokių sąvokų, kaip „neurotinklai“, „neurokompiuteris“, „apmokymas“. Gal todėl ši metafora mažiau kritikuojama. Baigiant kalbėti apie neurokompiuterį, pažymėtina, kad kognityvistikos sritis, aprašanti šios srities klausimus, dažnai vadinama konekcionizmu (pagal angl. *connection* – sąryšis, jungtis),

tuo pabrėžiant šio tipo skaičiavimo įtaiso arba smegenų, kaip neuronų tinklo, sandarą (Bates, Elman, 1993).

Kompiuteris – kiekybės kategoriją įkūnijantis įtaisas

Pateiktieji samprotavimai apie kompiuterio intelektą turi vieną ydą. Ar galima teigti arba neigti, kad kompiuteris turi intelektą, neatsakius į klausimą, kas yra pats intelektas? Ši klausimą nagrinėja psichologai, filosofai, neurologai, lingvistai. Deja, galutinio atsakymo dar nėra. Žinoma, čia kalbama ne apie aprašomojo pobūdžio intelekto aiškinimus, pateikiamus psichologijos darbuose. Gana išsami tokių intelekto aiškinimų apžvalga pateikta Ž. Paulausko straipsnyje (Paulauskas, 1996). Čia kalbama apie gilesnį aiškinimą, tokį, kuris leistų atskleisti intelekto esmę. Galima pateikti tokį intelekto esmės supratimo kriterijų: „suprasti, reiškia atkurti“. T. y., suprasti intelektą – reiškia mokėti jį atkurti (sukurti). Tai inžinerinis supratimo kriterijus. Būtent tokiu intelekto supratimo kriterijumi turėtų vadovautis dirbtinio intelekto srities atstovai. Naudingas jis ir pažintiniam mokslui. Toliau pateikiami filosofinio pobūdžio samprotavimai apie vieną intelekto esmės aiškinimo ir realizavimo technine sistema būdą, aprašyti autoriaus monografijoje (Budrevičius, 1994, p. 133–140), skyriuje, pavadintame „Prasmės ir intelekto esmės problema“. Čia perteikiama jų pagrindinė mintis.

Į intelektą siūloma žiūrėti kaip į „pasaulį pasaulyje“. Intelektas – vidinis pasaulis, tačiau jis glūdi išoriniame, fiziniame pasaulyje kaip gamtos dalis. Todėl jis ir fizinis, gamtiškas, ir „viršgamtiškas“, idealus. Daroma prielaida, kad idealioji intelekto dalis – tai dviejų medžiaginių pasaulių (materialaus intelekto pagrindo ir išorinio pasaulio) sąveikos, arba kompozicijos, padarinys. Ši dviejų pasaulių kompozicija ir laikoma intelekto kilimo priežastimi. Tokia intelekto esmės aiškinimo pradžia. Toliau teigiama, jog vidinis pasaulis turi būti ne mažiau sudėtingas už išorinį, fizinį pasaulį. Kitaip kompozicijos nebūtų, arba ji būtų nepilnavertė. Tuo pačiu nebūtų intelekto, arba jis būtų nepilnavertis (tiesiog „ribotas“, „nepakankamai protingas“). Pasiremiant išdėstyta pozicija, toliau samprotaujama, kaip turi būti konstruojamas intelektas, kokia turi būti jo sandara. Būtent, ji turi atitikti fizinio pasaulio sandarą, arba, kitaip sakant, būti jo modeliu. Siekiant sudaryti išorinio pasaulio mode-

lą, reikia išskirti jo pagrindus, pradus. Juos komponuojant, galima atkurti visą išorinio pasaulio sandarą. Taip būtų sudaromas ir įkūnijamas jo modelis.

Taigi pirmas uždavinys yra pradų išskyrimas. Tai pamatinė filosofijos problema. Kai kurie filosofai neigia netgi pačią pradų išskyrimo galimybę. Kiti savo filosofinėse sistemose bando tokius pradus aprašyti. Čia laikomasi nuomonės, kad tokie pagrindai yra. Nuo vienos ar kitos pradų sistemos pasirinkimo priklausytų gaunamas rezultatas – kuriamo intelekto ypatybės. Ieškant pradų, galima prisiminti dar pitagoriečius, pasiūliusius savo kategorijų, pagrindinių tikrovę aprašančių sąvokų, sistemą – priešybių lentelę (Pitagoras). Minėtoje autoriaus monografijoje pradedama nuo Aristotelio dešimties kategorijų, kurias jis išskyrė nagrinėdamas kalbą (Ryle, 1953). Apsiribojama tik fizinį pasaulį aprašančiomis kategorijomis, tokiomis kaip laikas, vieta ir kitos. Intelekto, kuris galėtų pažinti fizinį pasaulį, sandaroje turėtų glūdėti tos pačios kategorijos, kurios aprašo fizinį pasaulį. Taip sudarytas intelektas galėtų pažinti atitinkamus pasaulio aspektus. Intelekto sandaroje glūdintiems pradamams (juos atitinkančioms kategorijoms) turi būti suteiktas medžiaginis pavidalas, kitaip sakant, intelekto modelis privalo turėti medžiaginį pavidalą. Kitaip jie nebūtų vardai ir nesudarytų „vidinio pasaulio“, nebūtų ir dviejų medžiaginių sistemų kompozicijos, lemiančios intelekto kilimą. Įkūnyta (realizuota) turi būti visa kategorijų sistema, o ne atskirai paimti, bet susieti elementai. Kartu turi būti įkūnyta ir visa su kategorijomis susieta logika ir veiksmai, panašiai kaip kompiuteryje įkūnyta skaičiaus (kiekybės) kategorija su visa logika ir veiksmis.

Apibendrinant tokį požiūrį į intelekto prigimtį galima teigti, kad pagrindinis intelekto konstravimo uždavinys – tai kategorijų, pasaulį aprašančių pradų, sistemos įkūnijimo uždavinys. Kitaip tariant, dirbtiniame įtaise turi būti įkūnyta sandara, sudaryta iš atitinkamų kategorijų modelių. Smulkiau samprotavimus apie siūlomą intelekto esmės aiškinimo ir intelekto kūrimo kelią galima paskaityti minėtoje autoriaus monografijoje.

Galima tikėtis, kad šios mintys sukels nemaža klausimų. Kaip siejasi toks intelekto aiškinimas su anksčiau pateiktu komputacijos apibrėžimu? Ar skaitmeninis kompiuteris – tai kiekybės kompiuteris, gal jo sandaroje įkūnyta ir daugiau kategorijų? Kokią kategoriją (vieną ar daugiau) įkūnija neurokompiuteriai? Šiems klausimams reikėtų atskiro, platesnio tyrimo.

Išvados. Mintys pabaigai

Kompiuteris atsirado kaip priemonė žmogaus intelekto darbui palengvinti. Pradžioje jis sukėlė viltį greitai suprasti ir įvaldyti patį sudėtingiausią mums žinomą objektą – žmogaus protą. Tai pasireiškė netgi atskiros tyrimų srities, vadinamos „dirbtiniu intelektu“, susiformavimu. Deja, ketinimai buvo pernelyg dideli. Tyrėjai sulaukė daug pagrįstos kritikos. Dabar „dirbtinis intelektas“ išlikęs labiau kaip sąlyginis vienos kompiuterių mokslo sričių pavadinimas. Jis tarsi atsistojo į savo vietą. Tačiau ši drąsų iššūkį perėmė (nors besipriešindami ir žymiai santūresniu pavidalu) kitų sričių atstovai. Informacinių technologijų plėtra paveikė įvairius mokslus, susijusius su pažintine žmogaus veikla. Be kompiuterių mokslo atstovų, tai ir psichologai, filosofai, lingvistai, neurobiologai. Jie pamatė ryšį su kompiuterių mokslu. Visi išvardinti mokslai siejasi su pažintine žmogaus veikla. Per kelis dešimtmečius atsirado ir susiformavo pažintinis mokslas, kognityvistika. Kompiuterių mokslas, iš dalies įeidamas į kognityvistiką, taip pat keičiasi veikiant kitoms išvardintoms sudėtinėms kognityvistikos dalims. Tai, pavyzdžiui, galima matyti ir iš neurotinklų, neįmanomų be neurologijos pasiekimų, kūrimo; tikimasi, kad juose įkūnytas lygiagretus informacijos apdorojimo principas leis išspręsti uždavinius, neįveikiamus skaitmeniniams kompiuteriams.

Kartu su technologiniais klausimais, vis nauju, vis sudėtingesniu lygiu, diskutuojama jau sena kompiuterio intelekto buvimo problema. Galima būtų paradoksaliai tvirtinti, kad naujos technologijos ne priartina, bet atitolina ar visai paneigia šio klausimo sprendimo galimybę. Bet tai natūralu: argi galima sukurti tai, kas dar nepažinta? Dar nėra intelekto aiškinimo, leidžiančio jį atkurti. Šią problemą nagrinėja vis daugiau pažintinio mokslo tyrėjų. Straipsnyje pateikta įvairių požiūrių į kompiuterio intelektą, trumpai apibūdinti paties autoriaus samprotavimai.

LITERATŪRA

1. [Pitagoras]. *Kratkaja istorija Pifagorijskoj filosofii*. Spb. 1832.
2. Bates A. E., Elman L. J. *Connectionism and the Study of Change // Brain Development and Cognition: A Reader* / M. Johnson (Ed.). Oxford: Blackwell Publis-

- hers, 1993. P. 623–642. [WWW dokumentas]. 1996. URL [http://www.cs.qub.ac.uk/~P.Hanna/papers/connectionism and the study of change.html](http://www.cs.qub.ac.uk/~P.Hanna/papers/connectionism%20and%20the%20study%20of%20change.html).
3. Budrevičius A. Kognityvistikos (pažintinio mokslo) pagrindai. Akademinė informacija apie programą. Vilnius: Vilniaus universitetas, 1997. [WWW dokumentas]. URL <http://www.kf.vu.lt/~albud/mintis/kognitlt>.
4. Budrevičius A. Semognostika. Intelektu reiškinių ir informacija. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 1994. Taip pat „Internete“: [WWW dokumentas]. URL . <http://www.kf.vu.lt/~albud/mintis/sgknl..>
5. Lighthill J., Sutherland N. S., Needham R. M., Longuet-Higgins H. C., and Michie D. Artificial Intelligence: a Paper Symposium. London, Science Research Council, 1973.
6. Neisser U. Cognitive Psychology. New York: Appleton-Century-Crofts, 1967.
7. Paulauskas Ž. Intelektu teorijų ir jo tyrimu problemų apžvalga // Psichologija. Mokslo darbai. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 1995. Nr. 1 (14). P. 40–66.
8. Ryle G. Categories // Logic and Language, Second Series / Ed. by A. G. N. Flew. Basil Blackwell. Oxford.
9. Rosenblätt F. Principles of Neurodynamics. New York: Spartan, 1962.
10. Rosenblatt F. The Perceptron: a Probabilistic Model for Information Storage and Organisation in the Brain // Psychological Review. 1958. No 65. P. 386–408.
11. Scheerer E. Towards a History of Cognitive Science // International Social Science Journal. 1988. No 1 (115). P. 7–19.
12. Searle J. R. Is the Brain a Digital Computer? [WWW dokumentas]. URL [http://www.cs.qub.ac.uk/~P.Hanna/papers/is thebrain a digital computer. html](http://www.cs.qub.ac.uk/~P.Hanna/papers/is%20the%20brain%20a%20digital%20computer.html).
13. Searle J. R. Minds Brains and Programs // Behavioural and Brain Sciences, 1980, 3, 417–457.
14. Stillings N. A. et al. Cognitive Science: An Introduction (2nd ed.). Cambridge. 1995.
15. Stillings N. Undergraduate Education in Cognitive Science: Current Status and Future Prospects. Report of a Planning Workshop for the National Science Foundation. Neil Stillings. 1993. URL <http://www.hamp.hampshire.edu>.
16. Turing A. Computing Machinery and Intelligence // Mind. 1950. 59. P. 433–460.

Įteikta 1997 m. gegužės mėn.

THE PROBLEM OF COMPUTER INTELLIGENCE IN THE COGNITIVE SCIENCE

Summary

Short history of cognitive science is described. One problem of cognitive science is considered in a more detailed way, the problem of computer intelligence. What kind of intelligence, if at all, has a computer? Various pros and cons are reviewed: the Church-Turing theorem, Turing test, Goedel theorem, and Searle's Chinese Room argument. An outline of authors own considerations toward the solution of the problem are described with a reference to the recently published author's monograph ("Semognostics. Intellectual phenomena and Information", Vilnius University Press), where the problem of human and computer intelligence is considered in a separate chapter. Both positions toward the existence of computer intelligence have a common shortcoming: the very notion of intelligence, in fact, is not satisfactory explained by now. The problem is proposed to be considered in a deeper, the philosophical level. Intelligence is proposed to be viewed as "a world in the world", the latter (the outer one) being the physical one, and the first (the inner one), being both a physical and a mental world. Both worlds are proposed to be explained using the idea of categories, that describe main aspects of the world. As an example, the ten Aristotelian categories (substance, time, place, etc.) are viewed. The inner world should consist of models of the categories. The models must be materialized to form an "inner world". It is postulated, that intelligence emerges when the materialized models of the categories, forming an inner world, interact with similar aspects of the outer world.