

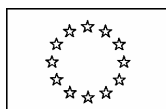
Univerza v *Ljubljani*
Pedagoška fakulteta



Kognitivna znanost v Ljubljani

Možnosti za študij in raziskovalno delo

Uredila
Urban Kordeš in Olga Markič



EVROPSKI SOCIALNI SKLAD
EUROPEAN SOCIAL FUND

Ljubljana 2007

Kognitivna znanost v Ljubljani – Možnosti za študij in raziskovalno delo

Uredila: Urban Kordeš in Olga Markič
Slovenski jezikovni pregled: Milena Markič
Izdala in založila: Pedagoška fakulteta Univerze v
Ljubljani
Za izdajatelja: Cveta Razdevšek Pučko, dekanja
Oblikovanje in računalniški prelom: Igor Cerar
Oblikovanje naslovnice: Katja Žibrek
Tisk: Tiskarna Littera picta d.o.o. Ljubljana
Naklada: 200 izvodov

©2007 avtorji

Izdajo te publikacije je omogočilo sofinanciranje Evropskega socialnega sklada
Evropske unije in Ministrstva za šolstvo in šport.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

165.194(497.4Ljubljana)

KOGNITIVNA znanost v Ljubljani : možnosti za študij in
raziskovalno delo / [uredila Urban Kordeš in Olga Markič]. -
Ljubljana : Pedagoška fakulteta, 2007

ISBN 978-961-253-014-3

1. Kordeš, Urban
234638592

VSE PRAVICE PRIDRŽANE. REPRODUCIRANJE IN RAZMNOŽEVANJE DELA PO ZAKONU O
AVTORSKIH PRAVICAH NI DOVOLJENO.

Kazalo

Predgovor	5
Kognitivna znanost: kratek pregled zgodovine in glavnih tokov	11
Razvoj kognitivne znanosti v Sloveniji	23
Filozofija kognitivnih znanosti	29
Predstavitev področja	30
Predstavitev raziskovalnih projektov/skupin	35
Oddelek za filozofijo, Filozofska fakulteta, UL	36
Refleksija in avto-referenca	41
Prvoosebno raziskovanje	43
Kognitivna nevroznanost	47
Predstavitev področja	48
Predstavitev raziskovalnih projektov/skupin	53
Inštituti Medicinske fakultete	54
Klinični oddelki Nevrološke klinike	58
Očesna klinika	61
Psihiatrična klinika	61
Kognitivna psihologija	63
Predstavitev področja	64
Predstavitev raziskovalnih projektov/skupin	69
Oddelek za psihologijo, Filozofska fakulteta UL	70
Pediatrična klinika Ljubljana	71
Psihiatrična klinika Ljubljana	73
Slovenska sinergetska skupina	74
Inštitut za varovanje zdravja	75
Povezanost kognitivne znanosti s pedagoškimi vedami	76
Umetna inteligenca	79
Predstavitev področja	80
Predstavitev raziskovalnih projektov/skupin	85
Laboratorij za umetno inteligenco, FRI UL	86
Laboratorij za kognitivno modeliranje, FRI UL	95
Laboratorij za modeliranje, simulacijo in vodenje, FE UL	98
Socialni vidiki kognicije	101
Socialno doživljanje	102

Jezikoslovje	105
Jezikoslovje na Filozofski fakulteti, UL	107
Biofizikalne osnove kognicije – Inštitut Bion	109
Interdisciplinarne povezave	115
Kognitivna nevroznanost: multidisciplinarni program raziskovanja odnosa med umom in možgani	116
Kognitivna informatika: kako zgraditi inteligentni računalnik?	124
Projekt “Metodološki vidiki raziskovanja kognitivnih procesov – učenje in odločanje” kot poskus interdisciplinarnega raziskovanja	129
Seznam urednikov področij in avtorjev prispevkov o možnostih interdisciplinarnega povezovanja	137

Predgovor

Pričujoča knjižica je nastala v okviru prizadevanj za pripravo študija kognitivne znanosti na Univerzi v Ljubljani. Glede na to, da se kognitivna znanost dotika mnogih, zelo raznolikih raziskovalnih področij, se je pokazala potreba po zemljevidu, ki bi na enem mestu predstavil ves mozaik aktivnosti, povezanih z raziskovanjem kognitivnih pojavov. Upava, da bo ta pregled pripomogel k boljši predstavi o tem, kako kompleksna, fascinantna, predvsem pa – kako aktualna so raziskovanja spoznavnih procesov, zavesti, čustev, spomina in podobnih pojavov. Seveda upava tudi, da bo pričujoči pregled olajšal potencialnim študentom izbiro raziskovalne smeri, želiva pa si tudi, da bo koristil raziskovalcem, ki čutijo potrebo po povezovanju.

Zasnova študijskega programa, ki ga pripravljamo, je – v skladu z naravo kognitivne znanosti kot povezovalke vseh ved, ki se dotikajo raziskovanja kognitivnih fenomenov – interdisciplinarna in medfakultetna. Članice Univerze v Ljubljani, ki sodelujejo pri študiju, so: Fakulteta za računalništvo in informatiko, Medicinska fakulteta, Filozofska fakulteta in Pedagoška fakulteta. Program in zasnova študija sta usklajena z mednarodnim projektom skupne diplome kognitivne znanosti (Mei: CogSci), ki poteka na šestih evropskih univerzah (Univerza na Dunaju, Univerza v Zagrebu, Univerza Roland Eötvös v Budimpešti, Tehnična univerza v Budimpešti, Univerza Komenski v Bratislavi in Univerza v Ljubljani).

Na študij se bodo lahko vpisali študenti vseh ved, povezanih s kognitivno znanostjo. Študenti bodo dobili vpogled v ostale konstitutivne discipline in njihove eksperimentalne metode, obenem se bodo naučili vključevanja v interdisciplinarni diskurz ter pridobili praktične izkušnje v interdisciplinarnem delu, delno tudi v medkulturnem okolju. Cilj študija je izšolati a) raziskovalce na področju kognitivne znanosti kot samostojne vede, b) strokovnjake, sposobne povezovalnega dela pri interdisciplinarnih projektih in c) strokovnjake, ki so sposobni sintetizirati dognanja kognitivne znanosti ter jih aplicirati na specifičnih področjih (npr. pri poučevanju). V prvi fazi projekt vsebuje pripravo študija na drugi bolonjski stopnji. V planu pa je priprava tretje stopnje v roku, ki bo omogočil študentom druge stopnje neposredno nadaljevanje študija.

Projekt priprave je tekel na zgoraj omenjenih štirih fakultetah, domuje pa na Pedagoški fakulteti, zaradi njenih bogatih izkušenj z interdisciplinarnim povezovanjem najširšega spektra znanstvenih disciplin.

Ker priprava interdisciplinarnega študijskega programa predstavlja velik izziv, smo snovalci zelo hvaležni Evropskemu socialnemu skladu za finančno podporo. Podpora ESS ("Priprava skupne diplome "Srednjeevropski mednarodni magisterij kognitivne znanosti" - specifik interdisciplinarnega

študijskega programa”) nas je opogumila, da smo se lotili pregleda stanja raziskav, povezanih s kognitivno znanostjo v Ljubljani, katerega rezultat je pričujoča knjižica.

Glede na to, da gre za prvi poskus pregleda dogajanja v kognitivni znanosti pri nas, in zaradi časovne stiske pri pripravi, je seznam gotovo pomanjkljiv. Kljub temu pa upava, da pokriva vsa bistvena področja raziskovalnega dela in večino pomembnih raziskovalnih skupin. Opravičujemo se vsem, ki smo jih zaradi tega ali onega razloga izpustili – prosimo vas, da se nam oglasite in dodali bomo vaš opis na spletno stran, ki jo pripravljamo (<http://pef.uni-lj.si/kognitivna>).

Risanja zemljevida kognitivne znanosti v Ljubljani sva se lotila tako, da sva pooblastila predstavnike konstitutivnih disciplin, naj zberejo relevantne skupine in projekte, naj napišejo predstavitev področja in oris raziskav v Ljubljani ter uredijo prispevke na svojem področju. Uredniki posameznih področij so: doc. dr. Olga Markič (filozofija), izr. prof. dr. Zvezdan Pirtošek (nevroznanost), doc. dr. Janez Mlakar (psihologija), akademik prof. dr. Ivan Bratko (umetna inteligenca), doc. dr. Tatjana Marvin (lingvistika), izr. prof. dr. Gregor Tomc (družbeni vidiki kognicije), prof. dr. Igor Jerman (biološko-fizikalni vidiki kognicije). Uredniki so po svoji presoji izbrali način obveščanja skupin in uvrščanja prispevkov. Zaradi tega je struktura tekstov bolj pisana – kar dobro odseva strukturo kognitivne znanosti.

Celotno strukturo knjižice lahko predstavimo v obliki piramide (ki jo prikazuje slika na naslednji strani):

I. na vrhu je splošen pregled zgodovine kognitivne znanosti in njenih glavnih tokov, dodala pa sva še oris prebujanja te discipline v Slovenji

Za tem se izmenjujeta nivoja II in III:

II. predstavitve posameznih disciplin

III. predstavitev raziskovalnih skupin oziroma projektov (s področja predstavljene discipline)

IV. V tem delu sva zbrala nekaj prispevkov, ki opozarjajo na možnosti interdisciplinarnih povezav pri študiju kognitivnih pojavov.

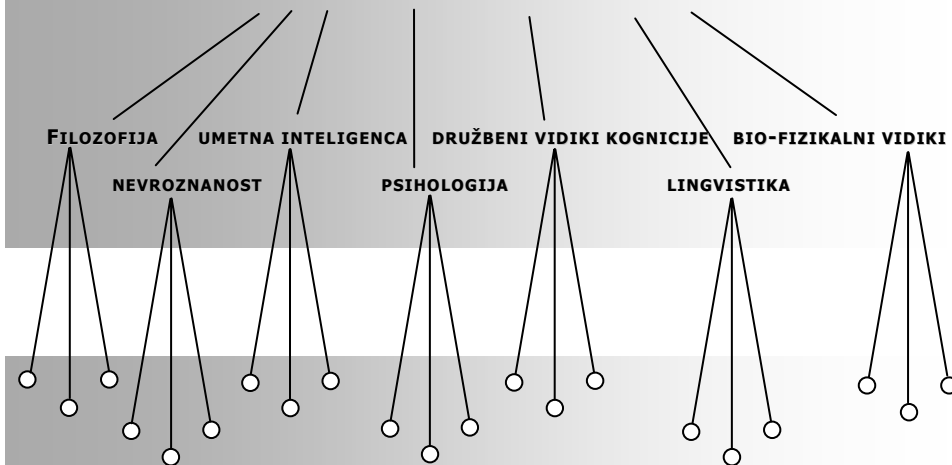
Pri pripravi pričujoče knjižice oziroma pri pregledu stanja so na različne načine sodelovali člani programskega sveta interdisciplinarnega študija (Ivan Bratko, Aleksander Sadikov, Zvezdan Pirtošek, Dušan Šuput, Andrej Ule, Simona Tancig, Olga Markič in Urban Kordeš), poleg tega pa še Matjaž Gams, Maja Bresjanac, Grega Repovš, Matej Černigoj, Toma Strle, Milena Markič, študenta Katja Žibrek in Simon Brežan ter seveda avtorji predstavitvenih prispevkov. Vsem se iskreno zahvaljujemo!

*Urednika
Urban Kordeš in Olga Markič*

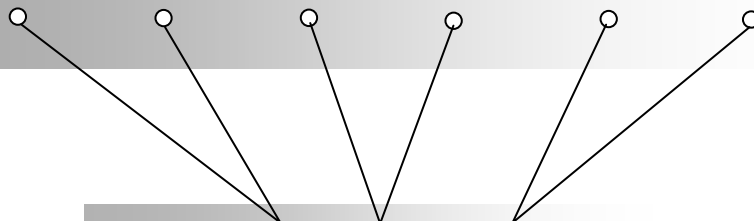
I. KOGNITIVNA ZNANOST

Kognitivna znanost v Sloveniji

II. KONSTITUTIVNE DISCIPLINE KZ



III. Raziskovalne skupine/ projekti



IV. Interdisciplinarne povezave

I

Kognitivna znanost

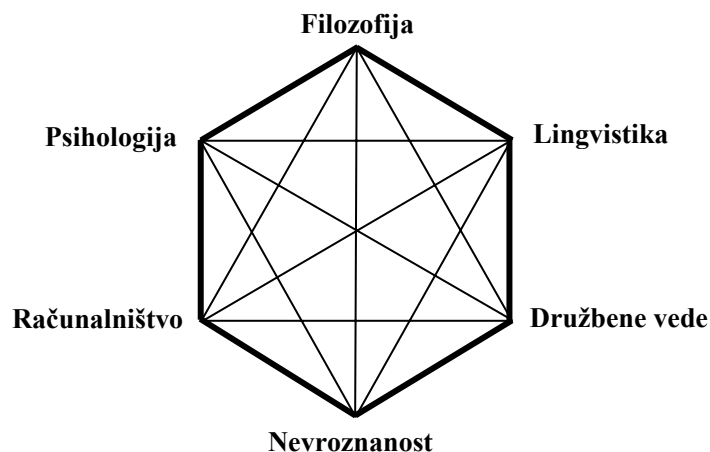
**Kognitivna znanost:
kratek pregled zgodovine in glavnih tokov**

Razvoj kognitivne znanosti v Sloveniji

Kognitivna znanost: kratek pregled zgodovine in glavnih tokov

Kognitivna znanost je interdisciplinarno področje raziskovanja duševnih procesov, v katero so kot osrednje discipline vključene filozofija, psihologija, računalništvo, nevroznanost, lingvistika in družbene vede. Vprašanja, na katera skušamo odgovoriti kognitivni znanstveniki, niso nova, saj so si jih že prej zastavljali filozofi in znanstveniki posameznih disciplin. Izbrani kognitivni pojav so raziskovali na ravni, ki je ustrezala njihovem znanstvenemu področju, in z uporabo svoji disciplini lastnih metod. Ker so ostajali zaprti v svoji disciplini, se je prepogosto dogajalo, da niso znali koristno vključiti znanja iz drugih disciplin. Kognitivna znanost skuša z razvijanjem interdisciplinarnega pristopa premostiti take težave in priti do bolj celostnega vpogleda. V nadaljevanju bova pokazala, kako je na začetku odločilno vlogo odigrala enotna teorija, ki je temeljila na hipotezi o informacijskem sistemu in računalniški metafori, danes pa je raziskovanje teoretsko mnogo bolj pluralno in zato zahteva nove premisleke o temeljih uspešnega sodelovanja.

V tem uvodnem prispevku bova na kratko predstavila razmišljanja in znanstvene pristope, ki so prispevali k nastanku kognitivne znanosti, osnovna teoretska izhodišča in vprašanja, ki jih prinaša interdisciplinarno povezovanje. O tem, kako se vključujejo posamezne discipline in kakšni so njihovi dosežki, pa lahko preberete v nadaljevanju knjižice.



Filozofska razmišljanja in začetki psihologije

Že starogrški filozofi so si postavljali vprašanja kot: Kako se učim, pomnim, zaznavam? Kakšna je vloga jezika? Ali duša preživi smrt telesa? Kakšen je odnos med duševnimi in telesnimi procesi? Ali smo svobodni v svojih odločitvah? Kako vem, da nekaj vem? Pomembni antični filozofi Platon, Aristotel in Lukrecij so v svojih delih nanje odgovarjali na različne načine, delo pa so nadaljevali Descartes, Spinoza, Hume, Kant in mnogi drugi. Na kratko in zelo poenostavljeno bi lahko stališča do narave duševnosti prikazali z dvema sklopoma domnev. Po eni strani se nam zdi, da je duševnost povsem drugačna od vsega ostalega v svetu in mora zato imeti poseben ontološki status. Po drugi strani pa sprejemamo, da je človek biološko bitje in del narave ter da so procesi, ki se dogajajo v njem, vključno z duševnimi procesi, naravni procesi.

Prvi pristop lahko podpremo med drugim z naslednjimi domnevami:

- *nerazsežnost mentalnega* Zdi se nam, da naši občutki, želje, čustva in misli nimajo prostorskih značilnosti, medtem ko imajo stvari okoli nas prostorske značilnosti, kot so velikost, oblika in mesto v prostoru.
- *neposreden pristop do mentalnih stanj* Do spoznanja o naših duševnih stanjih in procesih prihajamo neposredno, s samoopazovanjem (introspekcijo). Kadar imam bolečino v roki, je to že dovolj, da vem, da sem v tem stanju. Če pa želimo spoznati fizične predmete v naši okolici, jih spoznavamo s pomočjo čutov, instrumentov, eksperimentov, itd.
- *problem intencionalnosti* Kadar mislimo, verjamemo ali si želimo, so naše misli, prepričanja in želje vedno o nečem (npr. želim, da bi šla na počitnice). Lahko so tudi o nečem, kar ne obstaja (npr. o okroglem kvadratu). Težko pa verjamemo, da bi to veljalo tudi za zgolj fizične stvari.
- *problem racionalnosti* Naše mišljenje vsaj včasih sledi logičnim zakonom, dejanja pa razlogom. Kako je kaj takega mogoče v naravi, kjer so dogodki vzročno povezani?
- *subjektivnost doživetja, qualia* Ob branju zgodbe me preplavi žalost. Včasih čutim neznosno bolečino v križu. Le kako bi lahko ta moj občutek analizirali z objektivnimi znanstvenimi izrazi, ki so dostopni vsem?

Drugi pristop podpirajo domneve:

- Če so procesi v človeku naravni procesi, potem je zelo verjetno, da so tudi duševni procesi naravni procesi.
- Iz zgodovine razvoja znanosti smo se naučili, da to, da nekega pojava še ne znamo pojasniti z znanostjo - s sredstvi in metodami, ki so nam v tistem času na voljo, še ne pomeni, da je ta pojav nekaj nadnaravnega.
- Iz vsakdanjih izkušenj sklepamo na medsebojno povezanost duševnega in telesnega.

Pri domnevah prvega sklopa filozofi večinoma izhajajo iz svojih vsakdanjih izkušenj, domneve drugega sklopa pa so vezane predvsem na spoznanja iz zgodovine znanosti. Zagovorniki naturalistične teorije, nekakšni znanstveni optimisti, morajo poiskati razlago, kako so ti pojavi mogoči v naravi, ali pa pojasniti, kaj je narobe z domnevami prvega sklopa – ali gre pri določeni domnevi za zmoto, morda za iluzijo. Filozofi, ki menijo, da obstajajo prepričljivi dokazi za katero izmed teh domnev, pa običajno zagovarjajo pristope, ki vključujejo nadnaravno in posebne duševne substance.

Filozofska razmišljanja pa že dolga niso poglavitna metoda spoznanj o duševnih procesih. Ko se je na prelomu 19. stoletja in 20. stoletja po zgledu empiričnih naravoslovnih znanosti psihologija osamosvojila od filozofije, je vodilna nemška psihološka šola poudarjala introspekcijo kot temeljno znanstveno metodo psihologije. Njihova temeljna hipoteza je bila, da je psihologija raziskovanje “fenomenologije” človekove duševnosti, zato so si prizadevali podati popoln opis zemljevida duševnosti, kot se prikazuje subjektu. Problem tega pristopa je bil, da so bili zbrani podatki o “čutnih atomih” odvisni od občutljivosti in sposobnosti “introspekcionistov”, tako da so ti dobivali različne rezultate, kar je omajalo “znanstvenost” pristopa. No, k zatonu je poleg teh “notranjih” vzrokov pripomogla predvsem sprememba v raziskovalni klimi v Evropi in ZDA. Prevladovati je začela pozitivistična naravnost tako v znanosti kot v humanistiki. Posledica tega je bila, da je bila zavest izrinjena iz psiholoških raziskav, prav tako pa tudi metoda introspekcije, ki naj bi bila neznanstvena in preveč obtežena z vprašljivo metafiziko. Uveljavil se je behaviorizem z načelom, da mora psihologija kot znanstvena disciplina preučevati le tisto, kar je mogoče raziskovati z opazovanjem, torej opazovano vedenje. Behavioristično metodologijo si najlažje predstavljamo, če si zamislimo človeka kot “črno škatlo”, ki sprejema podatke iz okolja in se nanje odziva. Znanstvenika zanima, kakšna je povezava med dražljaji in vedenjem, ne spušča pa se v raziskovanje same “črne škatle”, saj je po njegovem vse, kar se dogaja znotraj nje, izven ravni znanstvene psihologije. Na ta način so se behavioristični psihologi pri razlagi izognili tako sklicevanju na nevrofiziološka kot tudi na mentalna stanja.

Vendar se je pokazalo, da je projekt, po katerem bi lahko vse pojme z mentalno vsebino definirali s pomočjo operacijskih definicij (kot dejanske ali potencialne reakcije organizma na določene dražljaje), neuresničljiv. Psihologi so se zato obrnili k vsakdanji zdravorazumski psihologiji, ki za razlago vedenja uporablja duševna stanja (prepričanja, želje, strahove in namere), in je nudila okvir, ki ga je bilo treba napolniti z znanstveno teorijo. S tem se je odprl nov prostor raziskovanja kognitivnih procesov (zaznavanje, učenje, oblikovanje pojmov, reševanje problemov, ...).

Rojstvo kognitivne znanosti

Za "rojstno leto" kognitivne znanosti večina priznava leto 1956, ko sta na področju psihologije izšli deli *Study of Thinking* (J. Bruner, J. Goodnow in G. Austin) ter *The magical number seven* (G. Miller), na področju lingvistike *Three models of language* Noama Chomskega in na področju računalništva članek *Logical Theory Machine*, v katerem sta Allen Newell in Herbert Simon opisala prvi popolni dokaz izreka, ki je bil izveden na računalniku. Institucionalno se je kognitivna znanost začela uveljavljati konec 70. let prejšnjega stoletja.

"Kognitivna revolucija" (Gardner, 1987), nov pristop v proučevanju duševnosti, pa ne bi bila možna brez nekaterih teoretskih prispevkov. Ključnega pomena so bili dosežki matematike in logike (Turing), razvoj informacijske teorije (Shannon), kibernetika (Wiener), odkritje nevronov (Ramón y Cajal) in njihovo modeliranje (Mc Culloch in Pitts) in raziskovanje kognitivnih motenj kot posledic poškodb možganov (Luria).

Eden pomembnih mejnikov je bil Hixon Symposium na California Institute of Technology leta 1948, na katerem so udeleženci že izpostavili teme, ki bodo značilne za kognitivno znanost. Tako je na primer matematik J. von Neumann govoril o primerjavi med elektronskimi računalniki in možgani, W. Mc Culloch je imel predavanje o tem, kako možgani obdelujejo informacije, in postavil vzporednico med živčnim sistemom in logičnimi napravami, psiholog K. Lashley pa je v svojem prispevku podal izziv doktrini behaviorizma.

Prav gotovo je imelo izredno velik vpliv delo britanskega matematika in logika Alana Turinga o formalnih logičnih sistemih. Za ponazoritev svojih izsledkov je razvil pojem preprostega stroja, ki ga danes imenujemo Turingov stroj, in pokazal, da lahko s takim preprostim strojem izvedemo vsako nalogo, za katero lahko jasno navedemo korake, ki so potrebni za izpolnitev naloge. Turingove ideje so porodile misel o stroju, ki bi samo s svojo formalno strukturo posnemal delovanje duha. Razvoj elektronskih digitalnih računalnikov, univerzalnih Turingovih strojev, ki so veliko hitrejši in jih lažje programiramo, je kasneje omogočil izdelavo kognitivnih modelov in njihovo eksperimentalno preverjanje.

K razvoju kognitivnega modeliranja sta pomembno delo prispevala tudi kibernetika Mc Culloch in Pitts, ki sta leta 1943 pokazala, da lahko (idealizirane) nevrone in njihove povezave modeliramo s pojmi logike in da je možno vse, kar lahko izčrpno in nedvoumno opišemo, realizirati z ustrezno končno nevronske mreže. Njuno delo predstavlja izhodišče za dva pristopa, ki sta kasneje zaznamovala kognitivno znanost – eden vodi k nevronskim mrežam, sestavljenim iz velikega števila med seboj povezanih nevronov, drugi pa k simbolnim modelom klasične kognitivne znanosti.

Temeljna opredelitev kognitivne znanosti - raziskovanje o tem, kako človek procesira informacije, je tako široka, da dopušča različna tolmačenja in pristope h kognitivni arhitekturi. Poleg računske metafore, ki je odprla pot simbolnemu

modeliranju in je zaznamovala začetek kognitivne znanosti (zato tudi naziv klasična kognitivna znanost), so danes prisotni še drugi pristopi, ki jih lahko pojmujeemo kot alternative in /ali dopolnitve.

Kognitivne arhitekture

1. Klasična kognitivna znanost in simbolni modeli

Kognitivisti so od behavioristov sprejeli pogled, po katerem je cilj psihologije razlaga in napoved vedenja. Prav tako so se strinjali, da je za doseg tega cilja potrebno raziskovati pojave na višji ravni, kot pa je raven nevrofiziologije ali kakšne druge naravoslovne znanosti (npr. fizika, biologija). Bistvena novost je bila v tem, da so odprli "črno škatlo" in vanjo postavil mentalna stanja kot člene v vzročni verigi razlage in napovedi vedenja. Pomembno vlogo pri oblikovanju teorije je imela računalniška metafora. M. Minsky je malce provokativno možgane označil kot meseni stroj. S strojem je mislil na računalnik - podobno kot so pri računalniku programi (software) realizirani v elektronskem stroju (hardware), so tudi pri človeku kognitivni procesi realizirani v možganih. Tak pogled je bil osnova funkcionalistični teoriji duševnosti (Putnam, Fodor), po kateri so kognitivni procesi odvisni od procesov v fizičnem svetu na precej kompleksen način. So nekaj posebnega, ne da bi zato postali misteriozni duhovi. Možgani so običajna, biološka realizacija, a kognicija je zadeva programske ravni. Glavni razlog, da so miselne procese obravnavali kot računske procese, je bil v tem, da je taka obravnava omogočila (vsaj v načelu) razumevanje, kako se lahko fizične naprave vedejo racionalno (odgovor na eno izmed zgoraj omenjenih filozofskih vprašanj naturalistu). Osrednji teoretski pojem je postal pojem reprezentacije. To je vsebinsko mentalno stanje, ki predstavlja dogodke in stanja v zunanjem ali notranjem svetu, in je simbol, realiziran v možganih. Vsebinsko določen tok misli (npr. misel "dežuje" vodi do misli "pojdimo noter") ustreza zaporedju teh simbolov, fizično realiziranih v možganih. Pravilom za transformacijo reprezentacij ustrezajo sintaktična pravila na ravni algoritmov, realizirana v fizičnem sistemu (fizični simbolni sistem, Newell in Simon, 1976).

Standardno so raziskovanja kognicije opredelili na treh ravneh: semantična (vsebinska) raven, sintaktična raven (algoritmična) in raven fizične realizacije. Prvi dve ravni sta bili funkcionalni in sta po teoriji kognitivistov prispevali k psihološki razlagi, tretja, strukturalna raven, pa naj k njej ne bi bistveno prispevala. Menili so namreč, da tudi če bi lahko "odprli glavo in pogledali v možgane", v njih ne bi našli majhnih simbolov. Čeprav je sintaktična raven fizično realizirana, je ne moremo reducirati na fizično raven.

Znanstvene discipline (natančneje, poddiscipline znotraj njih, ki so upoštevale temeljno hipotezo), ki so preučevale fenomene na različnih ravneh, so se

vključevale v skupni projekt klasične kognitivne znanosti. Filozofija in družbene vede na semantični ravni, lingvistika, psihologija, računalništvo (Umetna inteligenca) na prvih dveh in nevroznanost na tretji. Pristop na prvih dveh ravneh je bil računski, zato ne preseneča, da je pomembna vloga v raziskovanju pripadla računalniškemu modeliranju – umetni inteligenci.

2. Konekcionizem in nevronske mreže

Konekcionizem (nevronske mreže, paralelno distribuirano procesiranje) so navdihnili spoznanja nevroznanosti o možganih in ti modeli vključujejo pomembne značilnosti možganske arhitekture. Pri tem se ne ukvarjajo podrobno z delovanjem nevrona in nevronskih procesov, temveč skušajo zajeti delovanje možganov na bolj abstraktni ravni. (Začetnika takih raziskovanj sta bila že omenjena McCulloch in Pitts.) Osnovna značilnost teh modelov je v tem, da so sestavljeni iz preprostih enot (idealizirani nevroni), ki so medsebojno povezane. Vsaka enota ima določeno aktivacijsko vrednost, ki jo preko vezi, ki so različno močne, posreduje drugim enotam in s tem pripomore k povečanju ali zmanjšanju vrednosti teh drugih enot. Cel proces se odvija vzporedno in ne potrebuje nobenega osrednjega dela za nadzor. Mreža se v procesu učenja izbrane kognitivne naloge uči tako, da na osnovi učnega pravila (algoritma) spreminja moč povezav med enotami. Izbira arhitekture mreže in učnega algoritma je odvisna od tega, kakšno kognitivno nalogo naj bi z mrežo modelirali, oziroma, kako nevrološko verodostojen naj bi bil model.

Pomembne teoretske razlike med konekcionističnimi in simbolnimi modeli so v drugačnem pojmovanju reprezentacij in predstavitvi znanja. Reprezentacije niso več statična, enostavna in z jezikom opisljiva notranja stanja. Ne tvorijo več nujno simbolnega sistema, so podsimbolne in porazdeljene, od konteksta odvisne skupine enot. Prav tako znanje ni več predstavljeno v formalnem zapisu jezika ali logike, temveč je shranjeno v utežeh povezav kot posledica učenja. Konekcionisti se od klasične kognitivne znanosti razlikujejo tudi v zavračanju ostre delitve na funkcionalno in strukturalno raven. Pogosto je le od interesa raziskovalca odvisno, kako bo ocenil, na kateri ravni raziskuje, in je zato nemogoče oceniti, da določena raven ne pripomore k razlagi izbranega fenomena. Poleg tega je v primeru, ko sta dve teoriji poddoločeni na kognitivni ravni – ko imamo npr. dve teoriji, ki obe enako dobro razlagata in napovedujeta pojave, prav nevrološka verodostojnost tista, ki odloča o izbiri teorije.

Konec 80. let sta Fodor in Pylyshyn z argumentom iz sistematičnosti misli spodbudila diskusijo, ali konekcionizem predstavlja alternativni pristop k modeliranju na kognitivni ravni, ali je zgolj implementacija simbolnih modelov. Slednje je bilo s strani "klasikov" slišati kot nekaj, kar je za razlago vedenja manj zanimivo. Kasnejši razvoj pa je šel v veliki meri prav v načrtovanje računskih modelov nevroznanosti, ki veliko bolj kot konekcionizem upoštevajo značilnosti možganov in je z njimi mogoče modelirati posamezne predele

možganov in interakcije med njimi. Začeli so postavljati vprašanja o možnostih redukcije na nevroznanost (Churchland). (Več o tem, kako kognitivna nevroznanost združuje raziskovanje na področju nevroznanosti in kognitivne psihologije, lahko preberete v IV. razdelku v članku G. Repovša.)

3. Teorija dinamičnih sistemov in “utelešena kognicija”

V 90-tih letih 20. stoletja se je zgodila nekakšna “kontra-revolucija” kognitivni revoluciji, ki ju predstavljata teorija dinamičnih sistemov (van Gelder) in “utelešena kognicija” (embedded/embodied cognition) (Clark, Maturana in Varela). Zagovorniki tega obrata, nekateri govorijo kar o “nekognitivistični” kognitivni znanosti, menijo, da bi se kognitivni znanstveniki lahko izognili mnogim težavam, če bi opustili reprezentacijsko teorijo in se namesto tega naslonili na ne-representacijske mehanizme, ki delujejo v interakciji z okoljem, v katerem je organizem. Dober primer takega pristopa je robotika (Brooks). Na primer, preprosti roboti za gibanje po okolju nimajo zapletenih kognitivnih zemljevidov, ampak uporabljajo le preproste notranje ure in mehanizme, ki sledijo svetlobi.

Osnovne predpostavke kognitivistov, ki se pri razlagah sklicujejo na strukture v glavi (prepričanja, pravila, pojmi in sheme), po mnenju zagovornikov “utelešene kognicije” niso ustrezne. Namesto pojmov reprezentacije in računanja so v središču teorije dinamičnih sistemov novi pojmi, kot so nelinearnost, procesiranje v realnem času, prostor stanj, atraktor, samoorganizacija in povratna zanka. V slednjem so dediči kibernetikov, ki so kot glavno teoretsko orodje uporabljali prav kontrolni sistem povratne zanke.

Vsak od teh pristopov h kognitivni arhitekturi poudarja posamezne značilnosti kognicije in se kaže kot primerna arhitektura zanje. Tako se klasični modeli kažejo kot precej uspešen pristop za modeliranje višjih kognitivnih funkcij, ki zahtevajo uporabo jezika, konekcionistični modeli pa pri prepoznavanju vzorcev. Pristop teorije dinamičnih sistemov in “utelešene kognicije” nas opozarja, da moramo najprej razumeti biološke rešitve za preproste naloge, kot so na primer občutljivost na svetlobo, premikanje in izbira dejanja. Po drugi strani za vsakega od teh pristopov poznamo tudi težke naloge, ki jim (zaenkrat?) niso kos. Ena takih je prav gotovo zavest.

Raziskovanje zavesti

Raziskovanje v kognitivni znanosti se je na začetku osredotočilo na kognitivne procese v ožjem smislu, kasneje se je razširilo na čustva, v zadnjem času pa je predmet znanstvenega raziskovanja postala tudi zavest. Prvo vprašanje, s katerim se sooči raziskovalec, je, kako sploh opredeliti predmet raziskovanja. Zavest je človeku nekaj najbolj domačega, saj jo vsak doživlja. A če se

preprosto vprašamo, kaj je zavest, se znajdemo pred zadrego. Je to budnost, morda zavedanje, samozavedanje, občutek doživljanja... In sprašujemo se lahko še naprej: "Kaj je njena funkcija?", "Kako lahko vznikne iz nevronskega procesov v možganih?" O teh vprašanjih ni enotnega mnenja, a zdi se, da večina analiz kaže v smer razlikovanja funkcionalnih vidikov zavesti na eni strani in fenomenalnih vidikov na drugi strani. (Chalmersova delitev na "lahke" in "težke" probleme). Prvi se tičejo vprašanj kot "Kako lahko možgani prepoznajo predmete?" "Kako lahko združijo značilnosti predmetov v celoto?" "Kako razlikujejo okus čokoladnega od borovničevega sladoleda?" Fenomenalna zavest pa je vezana na kvalitativno izkustvo, na resnične občutke (na primer, občutek, ko polizeš čokoladni sladoled), na "kako je biti" ("what it is like"). Če te analize držijo, potem kognitivna znanost s svojimi metodami lahko raziskuje vprašanja funkcionalne zavesti, fenomenalna zavest pa se ji izmika. Tudi to je seveda izredno zanimiva in vse prej kot lahka naloga. Nove metode slikanja možganov (EEG, PET in fMRI), ki omogočajo opazovanje aktivnosti možganov med samim poskusom, so uvrstila raziskovanja v kognitivni nevroznanosti v središče trenutnih raziskovanj kognitivnih procesov in zavesti, oziroma natančneje in skromneje, nevroloških korelatov zavesti. Poskusa premostitve razlagalne vrzeli – kako povezati znanja, pridobljena z introspekcijo in z objektivnim tretjeosebim raziskovanjem, pa so se lotili s pristopom nevrofemenologije (Varela).

O interdisciplinarnosti v kognitivni znanosti

Informacijska oziroma računalniška metafora delovanja kognicije je, kot rečeno, v zadnjih letih izgubila povezovalno moč, ki jo je nekdaj imela. Pokazalo se je, da razumnost računalnikov ne raste proporcionalno z njihovo zmogljivostjo (oziroma da sploh ne raste), kar je omajalo splošno vero v to, da ponujajo računalniki (oziroma Turingov stroj) zadovoljiv model delovanja spoznavnih procesov, čustev, še najmanj pa zavesti. Znanstveniki in filozofi so se začeli ozirati po alternativnih razlagah, po drugačnih (večinoma bolj sinergetskih) metaforah in tudi po novih epistemoloških temeljih.

Z dvomi v prvotno intuicijo o tem, kako razložiti kognitivne pojave, pa se ni zmanjšal interes za njihovo raziskovanje. Ravno nasprotno. Raziskave na tem področju so vse bolj razširjene in popularne. Osrednje mesto jim namenjajo vodilne znanstvene publikacije (ravno ko to piševa, je aktualna številka *Scientific American*-a posvečena raziskovanju spomina), kot kaže pa se za raziskovanje kognicije počasi odpirajo tudi finančni viri (raziskava *Deutsche Forschungs-gemeinschaft* je postavila kognitivno znanost kot eno izmed dvanajstih najbolj relevantnih področij raziskovanja – klasifikacija, ki ima direkten vpliv na financiranje – in nenazadnje – EU financira tudi pričujočo publikacijo).

Velika "zasluga" t.i. informacijske metafore je torej usmeritev pozornosti na pred tem zapostavljeno področje kognicije. Tudi če se izkaže, da so bili upi iz sedemdesetih in osemdesetih let prejšnjega stoletja previsoki, je v znanstveni skupnosti že prevladal konsenz, da je to področje vredno raziskovalne pozornosti. Seveda pa se postavlja vprašanje: zakaj sploh potrebujemo kategorijo "kognitivna znanost"? Kaj novega nam ta kategorija prinaša? Mar niso dovolj posamezne discipline, ki se na sebi lasten način ukvarjajo s kognicijo povezanimi pojavi? Kot rečeno, doživljajo nekatere od teh disciplin (v zadnjem času predvsem nevroznanost) skokovit samostojen napredek. Spet druge (npr. psihologija) pa imajo raziskovanje kognitivnih pojavov med svojimi osnovnimi nalogami in so se z njim začele ukvarjati že mnogo pred pojavom kognitivne znanosti.

Vprašanje o smislu obstoja kognitivne znanosti je seveda bolj retorično. Navsezadnje je področje kognicije in zavesti najbolj intimno povezano z našim bivanjem in si zato prav gotovo zasluži svojo raziskovalno disciplino, ki bi ga raziskovala kot celoto. Jasno je, da nobena partikularna disciplina ne more dati polnega odgovora, niti ne more zadovoljivo pojasniti fenomenov, kot so npr. spomin, mišljenje, čustva itd. Zatorej so zgornja vprašanja bolj pozivi, ki kažejo, kam je treba usmeriti energijo: v iskanje možnosti združevanja ali/in novih načinov skupnega raziskovalnega dela. Vprašanje o smislu obstoja kognitivne znanosti kot samostojne discipline je torej predvsem metodološko vprašanje. Na tem področju se soočamo z naslednjimi dilemami:

- Je mogoče z združitvijo izsledkov posameznih disciplin o istem fenomenu priti do boljšega poznavanja?
- Je skupek spoznanj različnih disciplin kaj več od preprostega spiska posameznih dosežkov?
- Oziroma: Je sinergetsko združevanje spoznanj, v katerega bi bile vključene relevantne discipline, sploh možno? (Kako naj na primer sodelujeta nevroznanost in sociologija?)

Intuicija pravi, da je interdisciplinarno delo možno in smiselno. V praksi pa so takšni projekti redki in še tistih nekaj se mnogokrat izkaže kot larpurlartistično prizadevanje brez pravega (znanstvenega) učinka. Problemi, povezani z interdisciplinarnim sodelovanjem pod dežnikom kognitivnih znanosti, so v resnici ogromni... oziroma "težki" v Chalmersovem smislu.

Ko sva pripravljala pričujočo knjižico, sva avtorje predstavitev zaprosila za odgovore na nekaj preprostih vprašanj (1. Kaj je po vašem mnenju osnovni cilj/namen kognitivne znanosti (kot interdisciplinarnega projekta)? 2. Kakšna je vloga vaše discipline pri tem projektu? 3. Kako si predstavljate prihodnost/razvoj a) kognitivne znanosti in b) vaše discipline? 4. Kaj bi bil dokončen dosežek/skrajni domet kognitivne znanosti?). Najin namen je bil ustvariti nekakšen zemljevid stanja in pričakovanj na tem raziskovalnem področju pri nas – najverjetneje pa bi podobno stanje dobili tudi v

mednarodnem merilu. Glede na to, da je odgovore na zastavljena vprašanja posredovala le približno polovica avtorjev in tako raziskovalne smeri niso enakomerno zastopane, na tem mestu ne bova predstavila konkretnih rezultatov in primerjav. Že kratek pregled odgovorov pa kaže neznanske razlike med pripadniki različnih raziskovalnih disciplin in jasno ilustrira težave interdisciplinarnega sodelovanja.

Lahko povzameva, da se vsi raziskovalci strinjamo o osnovnem namenu kognitivne znanosti: bolje *razumeti* kognitivne pojave. Od tu naprej pa se bistveno razlikujemo. Naj navedeva nekaj bistvenih razlik.

1. Vprašanje, kaj sodi med kognitivne pojave. So to le pojavi, ki jih v to kategorijo uvršča klasična psihologija (učenje, odločanje, pomnjenje, mišljenje itd.)? Spadajo sem tudi čustva (zelo "trendovsko" področje kognitivne znanosti v anglo-saksonskem svetu)? Kaj pa zavest? Pojem *zavest* je bil še nedavno tega neznanstven in so se ga vsi resni znanstveni diskurzi izogibali, v zadnjem času pa postaja raziskovanje zavesti osrednji del kognitivne znanosti.
2. Na točko 1 se nanaša drugi vir razlik: Vprašanje o končnem cilju. Večina avtorjev se strinja, da takšnega cilja ni – da je raziskovanje neskončen proces in da sproti rezultati narekujejo nadaljnjo smer. Mnogim avtorjem se zdijo trenutni raziskovalni problemi dovolj težki (in jasno zastavljeni), da bi se ukvarjali z "velikimi" vprašanji. Odgovori tistih, ki so cilj vseeno konkretizirali, pa zajemajo vse, od univerzalnega modela kognicije in pojasnitve povezave med fizičnim in duševnim, do praktičnih napotkov za zdravljenje patologij kognitivnega aparata. V splošnem lahko ugotoviva, da si predstavniki klinične prakse ne zastavljajo "velikih" vprašanj – zanima jih, kako bi lahko izboljšali obstoječe prakse zdravljenja in diagnostike in takšne odgovore pričakujejo tudi od kognitivne znanosti.
3. Ko govorimo o "razumevanju" kognitivnih pojavov – kaj pravzaprav mislimo s tem? "Pojasniti" je očitno zelo širok pojem. Na žalost naša vprašanja niso bila dovolj precizno zastavljena, da bi od avtorjev dobili natančnejše pojasnitve tega pojma. Tudi tega vprašanja večina avtorjev ne vidi kot dovolj aktualnega, da bi se mu posvečali. Kljub temu pa nekateri opozarjajo na različne možnosti razumevanja oziroma na različne vrste znanja, ki ga lahko pridobimo o kognitivnih fenomenih. Vprašanje pojasnitve oziroma razumevanja se nanaša na centralni problem, ki pesti moderno kognitivno znanost: Je možno pojave, kot so kognicija, zavest, razum pojasniti algoritmično oziroma z vzročno-posledičnimi modeli? Problem pri raziskovanju kognicije je, da skoraj vsako raziskovanje bistveno spreminja raziskovani pojav. To pomeni, da je zelo težko zagotoviti neudeležnost raziskovalca pri raziskovanem procesu in da so povsem ponovljivi poskusi skoraj nemogoči. Obe naštet lastnosti (neudeležnost raziskovalca in ponovljivost eksperimentov) pa tvorita temelje sodobne

(naravoslovne) metodologije in sta nujni za tvorbo relevantne znanstvene teorije. Večina "resnih" znanstvenih raziskav kognitivnih fenomenov poskuša ustvariti čim boljše približke objektivnih in ponovljivih eksperimentov, ne moremo pa se popolnoma izogniti vprašanju, kaj če s tem izgubljam bistveno lastnost kognicije, o kateri nas prepričuje njeno neposredno izkustvo: njeno enkratnost in neponovljivost?

4. Je obravnava kognitivnih pojavov na enak način kot ostalih naravnih pojavov res najbolj (edina) primerna? Mar ni znanje, ki ga resnično potrebujemo, znanje "od znotraj" oziroma znanje "kako"? Tudi če predpostavljamo, da je kognitivne fenomene (na čelu z zavestjo in zavedanjem) možno pojasniti z logičnimi modeli, se postavlja vprašanje: nam takšni modeli lahko koristijo pri razumevanju samih sebe – svojega izkustvenega sveta? Če ne, kako bi lahko (znanstveno) raziskovali svoje doživljanje?
5. Pri raziskovanju kognicije je zelo pomembna tudi etična komponenta. Sem sodijo vprašanja, ki si jih zastavljajo (ali pa bi si jih morali zastavljati) predvsem predstavniki klinične prakse. Kaj je patološko in kaj normalno? – Resno vprašanje v psihoterapiji in klinični psihologiji. Kje so meje človekove zasebnosti? – Sodobne metode kažejo potencialne, da lahko posegajo v najintimnejše doživljanje sebe in sveta. In še mnoga druga, ki presegajo namen pričujočega teksta in znanje avtorjev.
6. Na koncu liste problemov pri raziskovanju v kognitivni znanosti dodajava še povsem praktično težavo, na katero naleti prav vsaka interdisciplinarna raziskovalna skupina – problem nepoznavanja ostalih sodelujočih disciplin in njihovega strokovnega jezika. Še enkrat je treba poudariti, da pravo interdisciplinarno raziskovalno delo ni le preprost seštevek raziskav na posameznih področjih, ampak da je zanj potrebna prilagojena metodologija. Ko govoriva o interdisciplinarnem združevanju, ne misliva na sodelovanje sorodnih ved (npr. biologija in kemija) – takšno združevanje še ne pripelje do resnih teoretskih težav, saj si vede v veliki meri delijo znanstveni jezik in raziskovalne metode. Problemi, ki jih prinaša raziskovanje kognicije, ne morejo biti rešeni znotraj ozkega okvira zgolj naravoslovnih (niti zgolj družboslovnih ali humanističnih) ved, zaradi tega je ena od glavnih ovir pri celostnem raziskovanju, pomanjkanje povezovalnih strategij, ki bi omogočale srečevanje celotnega spektra znanstvenih disciplin.

Zanimivo je, da se s to ugotovitvijo vračamo k osnovni ideji kibernetike, ki se je začelo v petdesetih letih prejšnjega stoletja in ki ga mnogi vidijo kot neke vrste valilnico kognitivne znanosti. Margaret Mead, ena od ustanoviteljic tega gibanja, je nekoč izjavila: "Še posebej želim poudariti pomembnost množice transdisciplinarnih idej, ki [...] jim pravimo 'kibernetika' – gre za obliko transdisciplinarnega razmišljanja, ki je omogočila predstavnikom mnogih disciplin medsebojno komunikacijo v jeziku, ki je bil

vsem razumljiv.” V začetnem obdobju kibernetike (in kognitivne znanosti) se je informacijska metafora kazala kot tisto vezno tkivo, ki lahko omogoči skupno delo različnih disciplin. Zdaj, ko se je ta metafora izkazala za nezadostno, čaka kognitivno znanost izziv razvoja pristopov za skupinsko interdisciplinarno delo.

Izbrana literatura o osnovah kognitivne znanosti

Clark, A. (2001). *Mindware: An Introduction to the Philosophy of Cognitive science*. New York: Oxford University Press.

Churchland, P. (1995). *The Engine of Reason, The Seat of the Soul*, MIT Press.

Copeland, J. (1993). *Artificial intelligence: a philosophical introduction*, Blackwell.

Bechtel, W., & Graham, G. (Eds.). (1998). *A Companion to Cognitive Science*. Malden, MA: Blackwell.

Bechtel and Abrahamsen (2002). *Connectionism and the Mind*. Blackwell.

Gardner, H. (1987). *The Mind's New Science: A History of Cognitive Revolution*. New York: Basic Books.

Harré, R. (2002). *Cognitive science: a philosophical introduction*, London: Sage.

Thagard, P. (1996). *Mind: Introduction to Cognitive science*, MIT Press, Cambridge MA.

Wilson, R. A., & Keil, F. C. (Eds.). (1999). *The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences*. Cambridge, MA: MIT Press.

Matjaž Gams
Olga Markič
Urban Kordeš

Razvoj kognitivne znanosti v Sloveniji

Prizadevanja na področju kognitivnih znanosti so v Sloveniji prvič dobila interdisciplinaren značaj leta 1995. Tega leta se je zgodilo nekaj pomembnih prelomnic, povezanih s prizadevanji Mitje Peruša in podporo Mance Košir: maja 1995 je Manca Košir povezovala forum "Vidiki razvoja kognitivne znanosti" z okoli sto udeleženci, kasneje pa je izšla še posebna številka Časopisa za kritiko znanosti, posvečena prispevkom s foruma. Istega leta je izšla tudi Peruševa knjiga *Vse v enem, eno v vsem*, ki predstavlja verjetno prvo slovensko delo, v celoti posvečeno vprašanju kognitivne znanosti.

Začetki

Seveda se raziskovanje kognitivnih pojavov v Sloveniji ni začelo leta 1995 - pred tem prelomnim letom so se na različnih institucijah odvijale mnoge raziskovalne aktivnosti, povezane s študijem kognitivnih procesov¹:

- *Informacijske znanosti*: Predvsem v okviru umetne inteligence so že desetletja potekale raziskave in analize odnosov med človeškimi miselnimi procesi in računalniki. V Sloveniji so bile najbolj aktivne raziskave na Institutu Jožef Stefan in na nekaj fakultetah. Raznovidne analize Churchevih tez, Turingovih strojev in Goedlovih teoremov so bile občasno objavljane v najbolj odmevnih revijah, npr. reviji Artificial intelligence. V reviji Informatica je bila v letu 1995 objavljena specialna številka na temo Mind $\Leftrightarrow$ Machine.
- *Medicinske znanosti*: Analize so bile usmerjene predvsem v delovanje možganov in živčevja. Raziskave na področju kognitivne nevrofiziologije so se izvajale predvsem na Institutu za klinično nevrofiziologijo, Institutu za patofiziologijo, Psihiatrični kliniki, kjer je delovala Enota za kognitivno nevropsihiatrijo, Pediatrični kliniki, kjer je bil Nevropsihološki laboratorij, in Nevrološki kliniki. Ustanovljeno je bilo Združenje za nevropsihologijo in kognitivno nevrologijo, ki je povezovalo predvsem raziskovalce omenjenih medicinskih ustanov.

¹ Pričujoči pregled in tudi nekateri nadaljnji opisi črpajo iz arhiva Slovenskega društva za kognitivne znanosti, katerega glavni avtor je Mitja Peruš, poleg njega pa še Matjaž Gams in Anton Železnikar.

Pripravili so tudi znanstveni simpozij "The 13th Janez Faganel Meeting on Cognitive Neuroscience".

- *Naravoslovne znanosti*: Nekatera področja biologije, fizike, kemije ter matematika so prispevale znanje o materialnih "medijih", v katerih se sistemsko procesirajo kognitivne informacije. Na Kemijskem inštitutu in na nekaj fakultetah je potekalo modeliranje in simuliranje nevronske mreže. Na Biotehniški fakulteti so raziskovali živčna tkiva.
- *Filozofske in psihološke znanosti*: Procesi zavedanja in značilnosti človeškega uma so bile obravnavane v filozofiji in psihologiji. Slovenski psihologi in filozofi so soorganizirali Tempus projekt Fenomenologija in kognitivna znanost, v okviru katerega je bil izdan istoimenski učbenik ter organiziranih nekaj mednarodnih konferenc. Nekaj prispevkov je bilo objavljenih v Journal of consciousness studies. V okviru Pedagoškega inštituta je deloval Center za proučevanje kognicije in učenja.

Delo je bilo razdrobljeno na posamezne institucije in je koordinirano le znotraj posameznih skupin. Širše povezave pa – morda z izjemo strokovnih srečanj in predavanj v okviru Združenja za nevropsihologijo in kognitivno nevrologijo – še ni bilo.

Pionirsko obdobje slovenske kognitivne znanosti

Kot rečeno, smo se na pobudo Mitje Peruša okoli leta 1995 zbrali raziskovalci, ki nas je zanimalo raziskovanje kognicije. Ocenjevali smo, da je tedanje stanje v Sloveniji izrazito razdrobljeno in v zaostanku glede na dogajanja v svetu in da je za učinkovito raziskovalno delo na našem področju potrebno preseči obstoječe znanstvene organizacijske strukture, ki združujejo enodisciplinarnе aktivnosti. Problem raziskovanja človeških miselnih procesov se je zdel tako zapleten, odprt in pomemben, da je bilo kvalitetne rezultate moč pričakovati le v usklajenem interdisciplinarnem povezovanju. Dr. Kopal, direktor Slovenske znanstvene fundacije, je imel posluš za novo kognitivno usmeritev in je preko svoje organizacije pomagal pri vrsti aktivnosti, med drugim pri organizaciji nekaj konferenc z zborniki, nekaj srečanj in forumov.

Zagon je dogajanju dala mednarodna konferenca o zavesti v Mariboru avgusta 1994 in omenjeni forum o kognitivni znanosti maja 1995. Temu forumu je sledil še en oktober 1996 (oba pod duhovitim in šarmantnim vodstvom Mance Košir). Zelo odmevna je bila tudi okrogla miza o zavesti na 1. kongresu psihologov oktobra 1995 na Bledu, istega leta je izšel tudi že omenjeni Perušev prvenec.

Resnični vrhunec pa je kognitivno vrvenje doseglo leta 1996 z ustanovitvijo Slovenskega društva za kognitivne znanosti, ki je imelo okoli 60 članov in 20

opazovalcev. Društvo za kognitivne znanosti (DKZ) je kasneje doživelo burne vzpone in iskanja. V zadnjih letih pa se spreminja v klasično znanstveno društvo, prav tako kot se kognitivna znanost vse bolj samoumevno uvršča med "klasične" vede.

Slovensko društvo za kognitivne znanosti

Prvi upravni odbor Društva za kognitivne znanosti so sestavljali: Mitja Peruš (tajnik, koordinator za naravoslovje), Matjaž Gams (predsednik, koordinator informatike), Matjaž Potrč (koordinator za kognitivno filozofijo), David B. Vodusek (koordinator za kognitivno nevroznanost), Simona Tancig (koordinatorka za kognitivno psihologijo) in Artur Štern (koordinator za antropologijo). Ob tem naj omenimo, da društvo še dandanes deluje na povsem volonterski osnovi – edina lastnina društva so umetniška dela Danice Blagojevič-Bresjanac, ki jih je avtorica podarila društvu ob njegovem nastanku.

Osnovna naloga društva je bila in je še vedno koordinacija raziskovalnega dela in sodelovanja ter organizacija konferenc, seminarjev in posvetovanj s področja kognitivnih znanosti. Osnovna zamisel delovanja društva je v tem, da bi večina raziskovalnega dela potekala na matičnih institucijah, DKZ pa bi skrbelo za koordinacijo.

Zanimivo je, da so se že ob začetku delovanja pojavile iniciative za oblikovanje interdisciplinarnega podiplomskega študija kognitivne znanosti. Mišljeno je bilo, da bi se podiplomski program razvil iz individualnih interdisciplinarnih podiplomskih programov. Na primer iz podiplomskih programov na Filozofski fakulteti (filozofija znanosti, kognitivna filozofija), Fakulteti za računalništvo in informatiko (nevronske mreže, inteligentni sistemi oziroma umetna inteligenca), Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo (uvod v metode umetne inteligence v kemiji, kemometrija), deloma pa tudi na Medicinski fakulteti (nevropsihologija, nevrologija).

Najpomembnejše redne aktivnosti društva so vsakoletna konferenca in skupščina društva, ki so jih popestrile občasne aktivnosti in nekaj sestankov odborov društva ter tematske okrogle mize. Ne smemo pozabiti na samostojne dogodke, ki jih prirejajo posamezna podpodročja in ki so pogosto zelo kvalitetna znanstvena srečanja. V nadaljevanju opisujemo tudi delovanje društva Sinapsa, ki je s svojim delom začelo leta 2003 in združuje nevroznanstveno vejo kognitivnih znanstvenikov.

Vsakoletna znanstvena srečanja, ki jih prireja DKZ, so skozi leta spreminjala značaj. V začetnih letih (1995, 1996, 1997) je šlo za forume. Srečanje leta 1998 se je prvič odvijalo pod okriljem Festivala znanosti (ki ga je prirejala Slovenska znanstvena fundacija) in smo ga imenovali 1. konferenca kognitivnih znanosti. Enako obliko in isto prizorišče (Cankarjev dom) so si delila še srečanja v letih

1999 in 2000. Leta 2001 je bila konferenca organizirana v okviru Infosa, za tem pa je vsakoletna kognitivna konferenca postala del multikonference Informacijska družba (IS), ki se odvija na Institutu Jožef Stefan. Nekatere od naštetih konferenc so bile tematsko usmerjene, spet druge pa so poskušale narediti splošen letni pregled dogajanja na področju kognitivnih znanosti pri nas in v svetu. Najbolj aktivni organizatorji smo bili Mitja Peruš, Janek Musek, Igor Kononenko, Grega Repovš, Andrej Ule, Andrej Detela, Eva Žerovnik, Igor Jerman in avtorji pričujočega teksta.

Leta 2005 je DKZ dobilo novo vodstvo. Predsednik društva je postal Urban Kordeš, podpredsednica pa Olga Markič. Osnovna smer delovanja društva se ohranja: še vedno je poudarek na organizaciji letnih konferenc, kot novost pa so bila v letu 2006 uvedena interdisciplinarna predavanja v hostelu Celica na Metelkovi. Omeniti velja tudi organizacijo prve resnično interdisciplinarne okrogle mize (tema: spomin – poročilo je objavljeno v zborniku IS 2006) in morda še to, da poskuša društvo pod novim vodstvom pritegniti k sodelovanju čim več do- in podiplomskih študentov.

SiNAPSA

Ko govorimo o razvoju kognitivne znanosti v Sloveniji, ne moremo mimo Slovenskega društva za nevroznanost – SiNAPSE, ki je bilo ustanovljeno leta 2003. Društvo je bolj specializirano od DKZ, kljub temu pa (izjemno uspešno) deluje tudi na interdisciplinarnem področju, zato si zasluži omembo v tej publikaciji.

Z besedami predsednice društva Maje Bresjanac² se je SiNAPSA rodila kot izraz želje raziskovalcev in kliničnih strokovnjakov, ki se pri svojem delu srečujejo z živčnim sistemom, po vzpostavitvi medsebojnega stika, olajšanju povezovanja in vzpodbujanju uresničevanja multidisciplinarnih projektov v slovenski nevroznanosti. Temelj odločitvi za ustanovitev je bila skupna ugotovitev, da sloni razumevanje delovanja živčevja v zdravju in bolezni na spoznanjih različnih ved, od genetike in molekularne nevrobiologije vse do klinične nevrologije, psihiatrije in psihologije. Navezovanje stikov med strokovnjaki prek meja posameznih raziskovalnih usmeritev in metodoloških pristopov je zato pogoj za oblikovanje celovite predstave o mehanizmi delovanja živčevja na vseh ravneh, od sporazumevanja med celicami do višjih spoznavnih procesov.

Ustanovitev nacionalnega društva ima pomen tudi za organizirano predstavljanje slovenske nevroznanosti navzven in kot dejavnik povezovanja slovenskih raziskovalcev, ki v nevroznanosti delujejo v tujini. Kmalu po ustanovitvi je SiNAPSA zato oddala prošnjo za včlanitev v svetovno

² Povzemamo nagovor Maje Bresjanac na spletni strani društva.

organizacijo za raziskovanje možganov (International Brain Research Organization, IBRO), ki je slovensko društvo sprejela v redno članstvo. Oddana je bila tudi prošnja za včlanitev v Zvezo evropskih nevroznanstvenih društev (Federation of European Neuroscience Societies, FENS). Članstvo v teh organizacijah pomeni glasovalno pravico in možnost sooblikovanja njihovih programov in ciljev, hkrati pa enakopravno sodelovanje v uresničevanju projektov obeh organizacij. Mednarodno sodelovanje se je pričelo s projektom poletne šole z naslovom "Kognitivna nevroznanost delovnega spomina", ki je bil izveden na Bledu poleti 2004.

SiNAPSA si je kot cilje zastavila tudi spodbujanje izobraževanja v nevroznanosti ter osveščanje javnosti o živčevju in njegovem delovanju v zdravju in bolezni. V marcu 2004 je bil izpeljan prvi slovenski "teden možganov", od takrat pa je srečanje postalo že tradicionalno.

~

V zadnjih letih, ko kognitivna znanost pridobiva na veljavi v znanstveni skupnosti, v Sloveniji vznika vse več novih znanstvenih iniciativ s področja raziskovanja kognicije. Dokaz za to je knjižica, ki jo pravkar berete. Za nami je kratek prikaz razvoja kognitivne znanosti, nadaljevanje pa – tako upamo – ponuja oris sedanjega stanja.

II

Področje

Filozofija kognitivnih znanosti

Filozofija kognitivnih znanosti: uvod in kratka zgodovina

Pri pojasnjevanju in razumevanju vedenja soljudi so starogrški filozofi, tako kot običajni ljudje, uporabljali preprosto teorijo, da želje in prepričanja povzročajo vedenje. Tak pristop tvori temelj zdravorazumske pojasnitve človeškega ravnanja, je nekakšna zdravorazumska, poljudna psihologija, ki ljudem omogoča, da odgovorijo na mnoga vprašanja, čeprav ne vedno z gotovostjo. V vsakdanjem življenju se ta vprašanja nanašajo predvsem na posameznika in na posamezna dejanja. Znanstveniki in filozofi pa se lotevajo problemov bolj splošno. Starogrški filozofi so si poleg vprašanj, ki so danes predvsem v domeni znanstvenikov (npr. Kako zaznavamo, se učimo, se spominjamo, rešujemo probleme?) zastavili tudi zelo splošni vprašanji, ki sta temeljni za razumevanje duševnosti, to je metafizično vprašanje o naravi psihičnega in spoznavno vprašanje o našem dostopu do lastnega in tujega psihičnega življenja. Na prvo, o tem, kakšen je odnos med fizičnim in psihičnim (problem duha in telesa), so iskali odgovore v smeri dualizma – duh in telo sta dve različni stvari (npr. Platon, Descartes) in monizma – bodisi materializma/fizikalizma, po katerem je vse, kar obstaja, fizično (atomisti, Lukrecij, La Mettrie), idealizma, po katerem je vse, kar obstaja, mentalno (Berkeley) ali nevtralnega monizma, po katerem je to, kar obstaja, nekaj nevtralnega, mentalno in fizično pa sta dva aspekta le tega (Spinoza, Russell). Znotraj vsake teh skupin najdemo nato številne nadaljnje različice, ki še mnogo bolj natančno opredelijo posamezna stališča. Na drugo vprašanje pa so iskali odgovore predvsem s samoopazovanjem (introspekcijo) in s sklepanjem po analogiji.

Po "kognitivni revoluciji" (Gardner) v 50-tih letih 20. stoletja, so bila v nasprotju s prej prevladujočim behaviorizmom, ki se je držal načela, da mora psihologija kot znanost preučevati le tisto, kar je mogoče raziskovati z neposrednim opazovanjem, torej opazovano vedenje, mentalna stanja (prepričanja, želje, namere) spet postavljena v središče raziskovanja. Poljudna psihologija je predstavljala izhodišče za bolj natančno in globlje znanstveno raziskovanje. Predmet raziskovanja so bili predvsem kognitivni procesi, saj so menili, da so ravno ti procesi odločilni za razumevanje človekovega vedenja. Hkrati se je takrat začelo oblikovati tudi interdisciplinarno raziskovalno področje kognitivne znanosti. Na podlagi hipoteze, po kateri so kognitivni procesi informacijski procesi, so se začela odvijati empirična raziskovanja in računalniška modeliranja. V to interdisciplinarno raziskovanje so se vključili tudi filozofi, ki so skušali oblikovati teorijo, ki utemeljuje ta pristop, in odgovarjati na s tem povezana nova metodološka in epistemološka vprašanja. Na začetku predvsem z razvijanjem take teorije duha, ki bi izhajala iz

predpostavke o fizičnih osnovah duševnosti, hkrati pa bi bila zmožna razlage in napovedi vedenja (funkcionalizem in reprezentacijska teorija duha). V tem prvem obdobju se je filozofsko raziskovanje omejilo predvsem na tiste vidike duševnosti, kjer je funkcionalistični pristop obetal uspešne pojasnitve (propozicionalne naravnosti, intencionalnost), zanemarili pa so kvalitativne vidike. Kasneje se je, tudi zaradi velikega razvoja nevroznanosti, ponovno odprlo vprašanje redukcije in identitetne teorije duha na eni strani, na drugi pa potreba po raziskovanju kvalitativnih doživljajev in fenomenalne zavesti.

Mesto filozofije

Težko je na kratko opredeliti mesto in vlogo filozofije v tem skupnem raziskovalnem projektu. V grobem bi lahko rekli, da se filozofija in kognitivna znanost prepletata na tri načine, ki pa še zdaleč niso izključujoči. Prvi se dotika vprašanj, ki jih običajno uvrščamo pod pojem filozofija znanosti. Posameznim filozofijam znanosti (matematike, fizike, biologije, ...) se je pridružila še filozofija kognitivne znanosti. Sem sodijo med drugim razprave o:

- naravi in ravneh razlage (Bechtel, Marr),
- redukciji v znanosti (Churchland, Bickle),
- realizmu in antirealizmu (Dennett, Fodor),
- konstruktivizmu (Von Foerster, Bateson, Maturana),
- metodologiji interdisciplinarnega raziskovanja ((Hardcastle),
- prvo in tretje osebno raziskovanju in možnostih njihovega povezovanja (Flanagan, Chalmers, nevrofenomenologija - Varela)
- in vprašanja o temeljnih teoretičnih postavkah, kot so računanje (Turing), reprezentacija (Smolensky), itd.).

Temu soroden je drugi pristop, ki bi ga lahko poimenovali teoretične osnove kognitivne znanosti. Gre za poskus oblikovanja temeljnega teoretičnega okvira in orodij, ki so potrebni za to, da bi razvili znanost, ki izhaja iz predpostavke o fizičnih osnovah duševnih procesov. Vključuje razprave, povezane

(a) z vprašanji o kognitivni arhitekturi:

- računski funkcionalizem, reprezentacijska teorija duha in jezik misli kot
- filozofski temelji klasične kognitivne znanosti in simbolnih modelov (Fodor,
- Putnam)
- kritika funkcionalizma in klasičnega pristopa (Block, Searle, Dreyfus)
- konekcionizem, porazdeljene reprezentacije in vprašanje poljudne filozofije
- (Churchland, Horgan, Ramsey)
- utelešena kognicija (Clark)
- teorija dinamičnih sistemov (van Gelder)

(b) z vprašanjem o vsebini mentalnih stanj:

- psihosemantika – na osnovi česa imajo reprezentacije, katerih nosilci so nevrnalna stanja, vsebino (Cummins, Dretske, Millikan).

In tretjič, raziskovanja v kognitivni znanosti se prekrivajo s filozofijo in neposredno prispevajo k razumevanju pojavov in reševanju vprašanj, ki so bila prej izključna domena filozofije, predvsem na področju filozofije duha (problem telo-duh (Bickle, Churchland), mentalna vzročnost (Kim), svobodna volja (Libet, Wegner), čustva in racionalnost (Damasio), različna vprašanja, povezana s pojmom zavesti (Dennett, Chalmers, Bermudez, Metzinger itd.), pa tudi teorije vedenja, filozofije jezika, filozofije znanosti, estetike in etike. Nekateri filozofi zato govorijo o kognitivni filozofiji, oziroma v zadnjem času predvsem o nevrofilozofiji in nevroetiki (Churchland). O tem, kakšen je odnos med kognitivno znanostjo in filozofijo duha, pa so mnenja deljena. Na eni strani so tisti, ki menijo, da bo večino vprašanj filozofije duha prevzela kognitivna znanost in zagovarjajo nekakšen kognitivni scientizem, na drugi pa so zagovorniki filozofske osamitve, saj po njihovem mnenju kognitivna znanost ne more prispevati skoraj nič k filozofskemu projektu očrta pojmovne sheme. Nekje vmes je stališče, da filozofija daje svoj teoretski prispevek z metodologijo, ki se razlikuje od metodologij empiričnih znanosti, a hkrati trdi, da filozofske teorije ne moremo izolirati od relevantnih empiričnih raziskav. Ta stališča nekako sovpadajo z razlikami glede na možnosti redukcije ravni osebe na "pod-osebne" ravni (Dennett). Stališče glede predhodnih vprašanj pa se neposredno navezuje tudi na reševanje znanega vprašanja o razlagalni vrzeli (explanatory gap, Levine).

Metode in vloga

Najboljši način, kako lahko prepoznamo filozofe oziroma znanstvenike, ki razmišljajo filozofsko, ni v samem predmetu diskusije, temveč v njihovi metodi. Tisto, kar odlikuje pristop filozofov, je predvsem troje: (i) argumentiranje, (ii) pojmovna analiza in (iii) zgodovinska perspektiva. Vloga, ki jo ima filozofsko razmišljanje v skupnem interdisciplinarnem projektu, je tesno povezana z omenjenimi metodami in se kaže predvsem v razmisleku, kako se sploh lotiti problema, kako ga spremeniti v taka vprašanja, ki bodo dostopna znanstvenemu raziskovanju. Filozofi se nadalje sprašujejo o temeljnih predpostavkah (metafizičnih, epistemoloških in metodoloških), na katerih znanstveniki postavljajo hipoteze in načrtujejo eksperimente. Poleg tega poskušajo podati sintezo različnih pristopov in dopolnjujejo nekakšen "zemljevid" kognitivne znanosti. Pomembno mesto pa ima tudi filozofsko "metarazmišljanje", ki odpira prostor spraševanja o potencialnem konfliktu med humanistično in znanstveno sliko človeka.

Naj sklenem to kratko predstavitev filozofije kognitivnih znanosti z ugotovitvijo, da v kolikor gre za resnično interdisciplinarno področje, se tudi filozof na trenutke "prelevi" v znanstvenika in uporablja njegove metode, kot tudi obratno, da znanstvenik prevzame eno od zgoraj opisanih vlog filozofa.

Pregled dosedanjega dela in sodelovanja

Teme, ki jih obravnava filozofija kognitivnih znanosti, so se na oddelku za filozofijo Filozofske fakultete v Ljubljani predavale in raziskovale v okviru posameznih filozofskih disciplin že prej (Jerman, Ule, Miščević, Potrč, Uršič, Kante), pomemben mejnik in spodbuda za nadaljnje delo pa je bil TEMPUS projekt (1992–1994 in 1994–1996) "Fenomenologija in kognitivna znanost/Phenomenology and Cognitive Science", ki ga je vodil Matjaž Potrč. V njem so poleg ljubljanskih filozofov sodelovali znanstveniki različnih disciplin kognitivnih znanosti z Univerz v Londonu, Würzburgu, Grazu, Berlinu, Trstu in Mariboru. Eden od glavnih ciljev projekta je bila vzpostavitev predmeta Filozofija kognitivnih znanosti, ki je od takrat dalje v 2. in 3. letniku programa samostojnega študija filozofije (Markič, Potrč) in kot ena od smeri na podiplomskem študiju, tako magistrskem kot doktorskem. Podiplomski študij je bil zasnovan interdisciplinarno in poteka v sodelovanju s profesorji ostalih disciplin kognitivnih znanosti. V okviru raziskovalnih projektov in programske skupine na oddelku so bile obravnavane tudi teme kognitivne filozofije.

Trenutno raziskovanje

Glavnina raziskovanja in pedagoškega dela na področju filozofije kognitivnih znanosti v Ljubljani poteka na Oddelku za filozofijo Filozofske fakultete, poleg tega pa še na Pedagoški fakulteti in na Inštitutu Jožefa Stefana.

III

Predstavljeni raziskovalni projekti/skupine:

Oddelek za filozofijo, Filozofska fakulteta, UL

Refleksija in avto-referenca

Prvoosebno raziskovanje

Oddelek za filozofijo, Filozofska fakulteta, UL

Raziskovalno in pedagoško delo na področju filozofije kognitivnih znanosti poteka v okviru katedre za logiko, metodologijo znanosti in filozofijo kognitivnih znanosti.

Sodelujemo v:

- mreži CEEPUS: CII-AT-0103-01-0607 (Cognitive science, Knowledge studies and Knowledge technologies) (od 2006 - 2008) (koordinator O. Markič),
- ERASMUS projektu "Project for the curriculum development of the joint degree MEi:CogSci (Middle European Interdisciplinary Joint Master Program in Cognitive Science (2005 – 2007))" (koordinator A. Ule, O. Markič),
- interdisciplinarnem projektu J7-9792-0581-06 "Metodološki vidiki raziskovanja kognitivnih procesov – učenje in odločanje" (vodja. A. Ule, O. Markič)
- ESS_VS-06-15 Priprava skupne diplome "Srednjeevropski mednarodni magisterij kognitivne znanosti" - specifične interdisciplinarnega študijskega programa (vodja. U. Kordeš – PF, A. Ule in O. Markič)

Teme, ki jih posamezniki predavajo in raziskujejo, se razvrščajo od bolj klasičnih filozofskih (filozofska logika, kozmologija, metafizika, spoznavna teorija, filozofija jezika, analitična filozofija, filozofija znanosti, filozofija duha) do tem, ki so neposredno vezane na raziskovanja v kognitivni znanosti. Filozofi sodelujemo v interdisciplinarnem raziskovalnem projektu (računalništvo, medicina, pedagoške vede), obeta se raziskovanje na področju kognitivne sociologije, na podiplomskem študiju sodelujemo s Fakulteto za računalništvo in informatiko, Medicinsko fakulteto, Fakulteto za družbene vede in Inštitutom Jožefa Stefana. V bodoče si želimo še več interdisciplinarnega sodelovanja, tako pri študiju kot pri raziskovanju.

Sledijo kratki prispevki članov.

prof. dr. Andrej Ule

Področje raziskovanja:

Socialna kognicija in socialna epistemologija

“Wittgensteinska” kritika tradicionalnih komputacijskih ali paralelističnih modelov kognicije

Vodilni zagovorniki komputacijskih modelov duha po mojem mnenju niso resno vzeli Wittgensteinovih kritik “notranjih procesov” (in stanj) in začuda pogosto zamenjujejo vprašanja “kako kaj deluje” z vprašanjem “kaj to počne”, podobno zamenjujejo vzročno razlago z operacijami v simbolnem modelu oz. splošneje s sledenjem pravil ter podobno zamenjujejo ravnanje v skladu s pravilom s sledenjem pravilu. Predvsem pa je pomembno zamenjavanje notranjih komputacijskih (ali paralelističnih) procesov v možganih, ki morda povzročajo mentalna stanja z zunanjimi, socialno utemeljenimi vsakodnevnimi kriteriji prepoznavanja, klasifikacije in poznavanja vsebine mentalnih stanj.

Razvoj modelov distribuirane kognicije in modelov skupinskega znanja

V svojih delih o socialni kogniciji razvijam koncept socialno porazdeljene kognicije v znanstvenih skupnostih ter koncept prehoda iz implicitnega v eksplicitno znanje (prepričanje) skupin. Po mojem mnenju že vsak posameznik sam v sebi predstavlja notranjo nevralno mrežo, ki jo sestavlja več relativno samostojnih kognitivnih in delovanskih podsistemov.

Moj koncept kognicije v grobem sledi Huttchinsovega modelu: posameznik predstavlja družbo v malem, v lastni glavi (in telesu) preigrava družbo. Šele kot takšna družba v malem, ki že v sebi deluje vzporedno porazdeljeno, vstopa posameznik v komuniciranje in sodelovanje z drugimi osebami. Celotno komunikacijsko omrežje je potemtakem omrežje omrežij. Različne osebe komunicirajo med seboj po različnih kanalih hkrati. Komuniciranje po posameznem kanalu povezuje posamezne kognitivne ali delovanske podsisteme posameznikov. Kognitivni proces je porazdeljen na več načinov: med člani skupine, med notranjimi in zunanjimi strukturami, v članih skupine (notranje kognitivno omrežje nevralnih procesorjev) ter v času (prejšnji dogodki lahko spreminjajo kasnejše dogodke). Ta vidik porazdeljene kognicije je najpomembnejši za razvoj človekovih spoznavnih in miselnih zmožnosti, pa tudi za dinamiko skupinskega delovanja, mišljenja in odločanja.

Kognitivni vidiki socialnega delovanja se povezujejo z drugimi psihološkimi in socialnimi vidiki v kompleksne celote “porazdeljenih učinkov”, tako nastajajo na primer kognitivno-emocionalni timi, ali pa v kompleksne oblike povezav med ljudmi, računalniki in drugimi artefakti. Pri tem se oblikujejo razni sistemi implicitnega in eksplicitnega znanja, tako v posameznikih kot v skupinah.

Razširitev konceptov implicitnega/eksplicitnega znanja na skupinsko znanje (in prepričanja)

Najpomembnejši je prehod iz ti. distribuiranega prepričanja ali znanja v eksplicitno skupno (common) prepričanje oz. znanje. Dokazujem, da je za pridobivanje novega, netrivialnega skupnega znanja potrebnih nekaj nujnih pogojev: skupno znanje o obstoju zanesljive komunikacije med člani skupine, skupno znanje o medsebojno primerljivih načinih pridobivanja informacij o svetu zunaj skupine, skupno znanje o obstoju aktivnega jedra skupine, ki raziskuje svet ob pomoči navedenih načinov pridobivanja informacij o svetu.

Implicitno znanje posameznika ali skupine razumem kot idealno celoto vseh logičnih posledic (implikacij) tistih situacij, ki so bile podlaga za nastanek danega znanja, eksplicitno znanje pa znanje, ki se ga epistemski agenti zavedajo ali ga prepoznavno artikulirajo v svojih mislih, jeziku ali delovanju. Razlika med implicitnim in eksplicitnim znanjem se torej ne ujema z razliko nezavedno-zavestno znanje, res pa, da je model zavestnega eksplicitnega znanja posameznika ali skupine naš spoznavni ideal, ki je le redko scela uresničen. Tu so možni razni odtenki eksplicitnosti, glede na to, ali zahtevamo, da se implicitno znanje artikulira pri vseh članih skupine, pri večini članov ali morda le pri ustreznih reprezentantih skupine (slednja opredelitev je primerna zlasti za organizirane skupine in institucije). "Eksplicitnost" in podobno "implicitnost" znanja torej nista absolutni, temveč stopenjski kvaliteti.

Raziskovanje posebnosti procesov znanstvene kognicije, v navezavi na modelne teorije znanosti in koncepte skupnega znanja

Pojem skupnega znanja razširjam iz območja razmeroma trivialnih aplikacij, npr. v teorijah iger na območje netrivialnega znanja, kot je znanstveno znanje. Znanstveno znanje sestoji iz razmeroma utečenega "paradigmatskega znanja" znanstvenih skupnosti in netrivialnega skupnega znanja. Paradigmatsko znanje je sicer formalno eksplicirano v temeljnih tekstih, učbenikih, poljudnih knjigah ipd., vendar se večina delujočih znanstvenikov le občasno eksplicitno nanaša na te sestavine v svojem delu, največkrat pa obstaja zgolj kot implicitno skupno znanje znanstvene skupnosti. Za doseganje netrivialnega skupnega znanja je potrebna zanesljiva komunikacija med člani skupine, skupni in medsebojno primerljivi načini raziskovanja in razlage ter obstoj aktivnega jedra skupin, ki vzporedno in v produktivni konkurenci raziskujejo določeno območje sveta.

Posplošitve koncepta skupnega znanja na znanstveno znanje in teorije racionalnosti

Predlagam posplošitev pojma skupnega znanja določene skupine na univerzalno skupno znanje (krajše "univerzalno znanje"). To je pogojno (in idealizirano) skupno znanje vseh oseb, ki lahko razpolagajo s potrebnimi informacijami,

bazičnim znanjem in kognitivnimi sposobnostmi za to, da lahko razumno presodijo, ali dani podatki, ugotovitve in trditve predstavljajo dejansko znanje. Vsaj za del sodobnega znanstvenega znanja lahko domnevamo, da predstavlja tudi univerzalno znanje. Univerzalno znanje je idealizacija aktualnega skupnega znanja, kadar to predstavlja implicitno normo racionalnosti. Če namreč člani kake skupine verjamejo, da kako njihovo skupno prepričanje predstavlja univerzalno znanje, potem jim to prepričanje predstavlja tudi implicitno pričakovanje o racionalnosti vseh, ki bi sprejeli njihovo prepričanje na podlagi podanih razlogov. Tako se koncept skupnega znanja povezuje s pričakovanji o racionalnosti akterjev, kar predstavlja vzpodbudo za navezo med socialno epistemologijo in teorijami racionalnega delovanja.

prof. dr. Matjaž Potrč

Glavna tema raziskovanja:

Intuicije in moralna teorija

Intuitivno razmišljanje je nasprotno pristopom, ki uporabljajo pravila, po možnosti pravila brez izjem, s katerimi lahko pridemo do določene sodbe. Kljub temu, da se intuicije zdijo a priori, pa se izkaže, da so vanje vpeti empirični elementi. Intuicije so pomembne na različnih področjih, od katerih smo najprej izbrali moralno teorijo.

Moralna teorija je bistveno zavezana načinu razumevanja moralnih sodb, slednje pa se opirajo na intuicije. Razumevanje moralnih intuicij vključuje tudi empirično podprte raziskave iz različnih področij, kot je denimo psihologija. Redukcionizem skuša intuicije zvesti na različne empirične podlage. Kognitivizem na drugi strani razume moralne sodbe kot pristna prepričanja. Ena značilnost pristnih prepričanj je, da konstitutivno vključujejo sebi lastno fenomenologijo.

Različica intuicionizma je moralni partikularizem, ki je med drugim realistični pristop. Skrajni moralni partikularizem ne odmerja nikakršne vloge moralnim splošnostim. V nasprotju s tem se zdi smiselno razumeti moralni partikularizem kot vrsto splošnosti, kjer gre ključna vloga nagnjenjem sestavin, ki vstopajo v celoto intuitivne sodbe. Partikularizem je običajno povezan s holizmom, vendar pa so možne tudi holistične splošnosti.

Raziskava moralnih intuicij pokaže, da verjetno ni primerno predstaviti zgolj izključujočih alternativ, kot je denimo bodisi popolni partikularizem brez vsakršne vloge splošnosti pri moralnih intuicijah, ali pa zopet pristop splošnosti brez izjem. Rešitev je nekako v sredi med tema dvema zmožnostima in ji zato lahko rečemo neizključujoča dvojnost. Takšne dvojnosti se praviloma pojavijo pri dvojicah suhih lastnosti, ki nimajo zaradi svoje splošnosti skoraj nič

empirične vsebine. Pri vsebinah, koder nastopajo bolj “debele” lastnosti, pa se velja odločiti za eno izmed alternativ.

prof. dr. Marko Uršič

Glavne teme raziskovanja

- spoznavno teoretska in kognitivna vprašanja v sodobni kozmologiji (antropično načelo, mnogi svetovi),
- fizikalna in kognitivna problematika prostora časa (*a priori* / *a posteriori* v interpretacijah relativnostne teorije in kvantne mehanike),
- odnos med duhom in naravo v kozmologiji (vprašanja dualizma, teizma, panteizma).

doc. dr. Olga Markič

Glavne teme raziskovanja:

- teoretske osnove kognitivne znanosti (reprezentacije, redukcija, razlaga),
- problem duh-telo (problem mentalne vzročnosti, emergentizem),
- problem svobodne volje (predvsem v luči sodobnih nevroznanstvenih in psiholoških raziskovanj),
- čustva, racionalnost in odločanje,
- teorije zavesti,
- nevrofilozofija.

doc. dr. Borut Cerkovnik

Glavne teme raziskovanja:

- klasične teme iz filozofije jezika (semantika, filozofska logika, različice teorije pomena), ki se navezujejo na kognitivno filozofijo,
- obravnavu duha s stališča konceptualne analize (Wittgenstein, Ryle),
- problemi normativnosti,
- problem sledenja pravilom,
- problem razumevanja in (umetne) inteligence,
- obravnavu propozicijskih naravnosti.

Oddelek za filozofijo Filozofske fakultete v Ljubljani: http://www.ff.uni-lj.si/oddelki/filo/

Refleksija in avto-referenca

V vsakdanjem življenju "refleksija" pomeni razmišljanje nasploh, bolj specifično pa razmišljanje o sebi, svojih značilnostih in dejanjih, prisotnosti v svetu. V tem ožjem smislu je pogoj refleksije avto-referenca, nanašanje nase ali samo-nanašanje, ker se kognitivni sistem v refleksiji usmerja sam vase ali nase, da pridobi vpogled v svoje lastno delovanje. Tematika refleksije ima dolgo filozofsko tradicijo v optičnem modelu subjekta kot notranjega očesa (oculus mentis: Eckhart, Locke, Fichte, Brentano, ...). V novejšem času pa so raziskave refleksije dobile pomemben zagon z odkritjem formalne avto-reference v sistemih matematične logike. Najbolj znan rezultat na tem področju je Gödlov izrek o nepopolnosti sistemov formalne aritmetike, ki pravi, da neprotisloven sistem vsebuje stavek, ki ga ni mogoče niti dokazati niti ovreči. Ker gre za stavek, ki o sebi pravi, da ni dokazljiv, in je torej videti resničen, se je v kognitivnih znanostih ob tem hitro razvnela debata o premoči človeškega razuma nad formalnim sistemom in s tem strojem. Zdelo se je namreč, da izrek o nepopolnosti dokazuje, da formalni in računalniški modeli inteligence ne zmorejo modelirati človeške inteligence (Lucas, Penrose). Druga stran v tej debati (Hofstadter, Webb) pa ugotavlja ravno nasprotno, da namreč formalna avto-referenca prispeva manjkajoči element v materialistične modele duha. Razvoj računalništva in umetne inteligence bo nekoč v praksi določil izid te debate, v vmesnem času pa je vsaj tako pomemben nek drug, sicer strukturno podoben izrek o formalni refleksiji. To je Kleenejev izrek o rekurziji, ki pravi, da obstajajo programi, ki računajo o sebi in svojih lastnostih. Ta izrek je teoretična podlaga računalniške refleksije (computational reflection), ki se ukvarja s (samo)izboljševanjem programa ali načina njegovega izvajanja. Te možnosti so pretežno še neraziskane, zdijo pa se pomembne npr. za strojno učenje in s tem za modele kognitivnega sistema.

Nekoliko bolj spregledan in bolj spekulativen prispevek omenjenih izrekov pa ni tisti v predikatu avto-reference (kaj o sebi reče stavek ali kaj o sebi računa program), temveč v njenem subjektu (kako se stavek ali program nanaša nase). Paradigma za to "subjektivno" plat avto-reference je Gödlov izrek, ki konstruira stavek, ki govori o sebi skozi zrcaljenje/izomorfizem med trditvami o aritmetiki in odnosi med števili (Gödlovo številčenje jezika formalne aritmetike). Dejstvo, da se stavek skozi to preslikavo nanaša nase, je dokazljivo v formalni aritmetiki, kar je podlaga za primerjavo med (meta)aritmetičnim nanašanjem stavka nase in samo-prepoznavanjem v zrcalu na podlagi paralelizma gibov. S to primerjavo se možni domet izrekov razširi na področje razvojne psihologije, kjer so zrcalna razmerja, z dejanskimi zrcali ali skozi imitacijo, pomembna za razvoj funkcije jaza. Sposobnost samo-prepoznavanja pa razvršča organizme v plosko

kognitivno piramido z rahlo prisekanim vrhom. Velika večina organizmov zrcaljenja sploh ne prepozna in reagira na svojo zrcalno podobo kot na drugega. Redki prepoznajo zrcaljenje in podobe drugih, ne pa sebe, le nekaj organizmov (nekateri primati, delfini in človek) pa je dovolj inteligentnih, da lahko prepozna sebe. S tem vpogledom v zrcalna razmerja se vzpostavlja pogled vase, zavest o sebi in svoji vlogi v socialnih odnosih (imitacija in pripisovanje namena; zrcalni nevroni). Tudi ta tematika še čaka tehnološko obdelavo v kognitivni robotiki, od banalnosti ("Ne razbijaj ogledal") do sofistikacije ("Socijaliziraj se").

Dosedanje raziskave nakazanih tem refleksije in avto-reference v Ljubljani so pretežno potekale v raziskovalnih skupinah Inteligentni sistemi in Tehnologije znanja na Institutu Jožef Stefan. Poudarek je bil na formalnih vidikih refleksije in njene interpretacije, saj gre za tehnično zahtevne rezultate formalne logike, ki jih ni težko napačno razumeti. V smeri bolj praktičnih rezultatov pa bi bilo še najbolj obetavno raziskovanje vloge refleksije v strojnem učenju.

Institt Jožef Stefan, Odsek za tehnologijo znanja: <i>http://www.ijs.si/ijsw/E8</i>
--

Urban Kordeš
Matej Černigoj

Prvoosebno raziskovanje

Prvoosebno raziskovanje (first-person research) je vse večkrat omenjana tema v sodobni kognitivni znanosti. Hiter razvoj nevrološkega znanja s sabo prinaša tudi potrebo po svoji dopolnitvi. Vse bolj namreč postaja jasno, da bo naše razumevanje zavesti hudo nepopolno, če vanj ne bo mogoče vključiti subjektivne kvalitete doživljanja. Za opazovanje vsebine naše zavesti pa obstaja samo en merski aparat: naša zavest sama oziroma naše lastno doživljanje sveta, drugih in sebe. Prvoosebno raziskovanje se posveča točno temu področju – raziskovanju doživljanja.

Sodobna kognitivna znanost se vrača k vprašanju odnosa med telesom (oziroma možgani) in duševnostjo, ki je bilo stoletja v domeni filozofske spekulacije. Sedaj je to vprašanje običajno poimenovano kar “težek problem” (*hard problem*). Pri tem pa se večinoma pozablja, da to vprašanje pravzaprav nikoli ni bilo predmet moderne znanosti, ampak leži v njenem izhodišču in s tem mogoče izven njenega dometa. Descartes, splošno priznani “oče” moderne znanosti in filozofije, je svet razdelil na dve ontološki domeni: *res extensa* in *res cogitans* (razsežno in mislečo stvar). Znanost, kot jo poznamo danes, dolguje svoj neverjetni uspeh dejstvu, da se je osredotočila izključno na merljivo, intersubjektivno preverljivo *res extensa*. Tudi raziskovanja kognicije (in njenega najbolj celostnega ter zapletenega vidika – zavesti) se znanost loteva na isti način: s preučevanjem možganov kot predpostavljenega fizičnega substrata kognicije in zavesti. Z vse bolj natančnim poznavanjem delovanja možganov pa se znanost vse težje izogiba vprašanju odnosa med možgani in duševnostjo in se torej vrača k *res cogitans* kot svojemu zanemarjenemu antipodu. Vse pomembnejše postaja vprašanje integracije subjektivnosti in objektivnosti oziroma izpeljave subjektivnega doživljanja iz objektivno ugotovljenih lastnosti živčnega sistema. Težava takega združevanja je dejstvo, da operiramo z dvema različnima ontološkima domenama, med katerima ni nobene logične povezave (t.i. razlagalna razpoka oziroma *explanatory gap*).

Frustracija nad neuspehom dosedanjih poskusov, da bi izničili ta prepad, je pripeljala do nove ideje: če ga ne moremo odpraviti, ga lahko poskusimo vsaj premostiti. Eden zadnjih in najbolj živih predlogov je nevrofenomenologija (F. Varela), katere osnovna ideja je preprosta: delajmo hkrati na obeh bregovih in glejmo, ali se ugotovitve enega in drugega raziskovanja kakorkoli dopolnjujejo oziroma medsebojno določajo. Seveda pa tak razmislek hitro pripelje do spoznanja, da je metodologija na strani raziskovanja izkustva neprimerno slabše razvita, oziroma da pravzaprav sploh ne obstaja. Zato je ena najpomembnejših nalog tistih, ki bi se preučevanja zavesti radi lotovali celostno, razvoj ustrezne

metodologije prvoosebne raziskovanja. Pri tem seveda ni treba začenjati popolnoma iz nič. Na tem področju je bilo dejansko že veliko narejenega, vendar, strogo gledano, ne v znanosti. Pomembni viri inspiracije in izkušenj, iz katerih črpa porajajoča se metodologija prvoosebne raziskovanja, so: introspekcionizem (Wundt), fenomenologija (predvsem Husserl) ter budizem (oziroma meditativne prakse v splošnem, vendar je budizem, kot kaže, najbližje znanstvenemu duhu).

Vse pogosteje se kot predhodnik prvoosebne raziskovanja omenja tudi Goethe.

Vsekakor prvoosebno raziskovanje v glavnih potezah sledi fenomenologiji, saj jemlje doživljanje kot primarno in vse ostalo (vključno s predpostavljenimi vzroki za določen način doživljanja) kot njegovo podmnožico oziroma način njegove urejenosti. Prvoosebno raziskovanje se loteva raziskovanja vseh pojavov z vidika doživljanja: npr. raziskovanje doživljanja opazovanja, raziskovanje doživljanja razmišljanja, raziskovanje doživljanja početja nečesa, raziskovanje doživljanja odnosa z drugimi, raziskovanje doživljanja biti zavesten, raziskovanje doživljanja doživljanja ...

Pri tem pa se prvoosebno raziskovanje sooča z novimi velikimi vprašanji. Predvsem je problematično intersubjektivno preverjanje njegovih ugotovitev in se s tem pereče pojavlja vprašanje, ali je takšno raziskovanje sploh skladno s temeljno namero znanosti. Druga posebnost prvoosebne raziskovanja pa je, da njegovih postopkov in rezultatov najverjetneje tudi načeloma, ne samo v praksi, ni mogoče ločiti od konkretne eksistenčne situacije vsakega posameznega raziskovalca. Z drugimi besedami: za razliko od običajnega znanstvenega raziskovanja, kjer poskušamo vpliv raziskovalca na raziskovano čim bolj omejiti, je prvoosebno raziskovanje verjetno nujno eksistenčno zavezujoče. To pomeni, da izhaja iz konkretne eksistenčne situacije raziskovalca in nanjo s svojimi rezultati tudi nujno vpliva.

Razvoj prvoosebne raziskovanja torej zahteva na eni strani izdelavo epistemologije, metodologije in morebitnih tehnik, na drugi strani pa čim več konkretnih raziskav, pa čeprav s pomanjkljivo metodologijo, na podlagi česar bi se področje lahko oblikovalo, zamejilo in se vzpostavilo v odnosu do drugih oblik znanstvenega raziskovanja.

V Ljubljani, pravzaprav pa tudi v svetu, je ta veja raziskovanja še premalo razvita in znanstveno uveljavljena, da bi lahko kmalu pričakovali konkretne znanstvene projekte. Nekaj prvoosebne raziskovanja se odvija v okviru programske skupine "Sistemiški vidiki strategij edukacije in spodbujanja socialne vključenosti v vzgoji in izobraževanju" v povezavi s pedagoškim delom. Na Pedagoški fakulteti se odvija tudi izbirni predmet "Opazovanje, poslušanje, dialog" na to temo, ki ga vodi dr. Urban Kordeš. Na Filozofski fakulteti se s prvoosebnim raziskovanjem na področju socialne psihologije in v odnosu do psihoterapije ukvarja dr. Matej Černigoj.

Oba, Kordeš in Černigoj, sodelujeta v mednarodnem projektu "What It's Like", ki domuje na Centru za ustvarjalno raziskovanje v Berkeleyu, Kalifornija, katerega cilj je ustvariti prostor za prvoosebno raziskovanje in za razpravo o njegovih metodoloških ter epistemoloških temeljih. Sta tudi člana Slovenskega avtopoetskega krožka – interdisciplinarne skupine, ki se ukvarja z raziskovanjem implikacij in aplikacij konstruktivizma ter stališča udeležnosti v znanstvenem delu in pri delu z ljudmi (ostali člani so še Lea Šugman Bohinc, Miran Možina in Helena Jeriček).

Pedagoška fakulteta UL:

<http://www.pef.uni-lj.si>

Filozofska fakulteta UL, oddelek za psihologijo:

<http://193.2.70.110/>

Center za kreativno raziskovanje (*Center for Creative Inquiry*):

<http://www.creativeinquiry.org/>

II

Področje

Kognitivna nevroznanost

Kaj je kognitivna nevroznanost?

Kognitivna nevroznanost označuje zbir tistih znanstvenih disciplin, ki preučujejo kognitivne procese s stališča živčevja in delovanja možganov. Slovenski medicinski slovar definira kognicijo kot intelektualne procese ali načine spoznavanja, ki vsebujejo zaznavanje, prepoznavanje, mišljenje, predstavljanje, spominjanje in presojanje. Ta definicija odraža tradicionalni pristop, ki emocije izzvzema iz področja kognitivnega. Vendar pa z novimi odkritji postaja vse bolj jasno, da so n.pr. tudi čustva in motivacija tako anatomske kot fiziološke neločljivo povezane s "kognicijo" in jih je potrebno vključiti v področje preučevanja kognitivne nevroznanosti. Kognitivna nevroznanost je most med kognitivnimi znanostmi, zlasti kognitivno psihologijo na eni, in biologijo, nevroznanostjo in nevrološki vedami na drugi strani. Črpa torej tako iz bioloških (nevrobiologija, psihobiologija), psiholoških (kognitivna psihologija) in medicinskih znanosti (nevrologija, psihiatrija), del znanj pa dodajajo tudi bolj oddaljene discipline, kot so n.pr. fizika ali matematika.

Zgodovina kognitivne nevroznanosti

Temelj kognitivne nevroznanosti je prepričanje, da so kognitivni procesi odraz možganskih funkcij. O razmerju med duševnimi procesi in telesom (možgani) je bilo veliko izrečenega v filozofiji: Descartes (1596 – 1650) je verjel, da sta duševno in telesno dve različni substanci: draženje čutil povzroči vibracije v možganih in v češariki (glandula pinealis) se iz vibracij porodi občutek zavedanja. Tak dualizem med znanstveniki ni razširjen; več (Churchland, Crick) jih je zagovornikov redukcionizma: kognitivne procese bo z napredkom znanosti in novim znanjem moč razložiti z možganskimi mehanizmi (vzorci proženja nevronov, nevrottransmiterji, inhibicija..), psihologijo bo nadomestila biologija. Spinoza (1632 – 1677) in nekateri sodobni raziskovalci (Velmans) pa menijo, da sta duševno in telesno le dva različna vidika enega in istega pojava (podobno kot je elektron bodisi valovanje bodisi delček); redukcionistom odgovarjajo, da bo čustvo še vedno imelo tisto edinstveno subjektivno kvaliteto, ki je tudi popolno razumevanje nevroloških mehanizmov ne bo moglo pojasniti.

Sicer pa v zgodovini možganov dolgo niso povezovali z duševnimi funkcijami. Te je n.pr. Aristotel umestil v srce, kar 1500 let (od rimskega cesarstva do renesanse, od Galena do Vesaliusa) pa je veljalo prepričanje, da je sedež višjih spoznavnih dejavnosti v možganskih prekatih. V naslednjih stoletjih so se porajali zametki kognitivne nevroznanosti - predvsem v kliničnem opazovanju

skrbnih zdravnikov, ki so iz poškodb sklepali na povezavo med možgani in gibom, občutkom, osebnostjo, v začetku 19. st. pa tudi v neznanstvenih špekulativnih metodah, kakršna je bila n.pr. frenologija. Frenolog Franz Joseph Gall (1758 – 1828) je trdil, da so vedenjske funkcije (n.pr. “starševska ljubezen”, “destruktivnost”, “pogum”, “prijateljstvo”) v možganih lokalizirane in da se aktivnost določenega področja izraža v odebelitvi na lobanji. Gallu so se zoperstavili vodilni znanstveniki tistega časa. Pierre Flourens je na poskusih z zajci in golobi ugotovil, da lezije določenega dela možganov ne povzročajo hudih sprememb v vedenju, in je, podobno kot Lashley, na funkcijo možganov gledal enovito in na možgane kot na celoto. Vodilni kliniki tistega obdobja pa so vendarle našli in morali potrditi “zrno frenološke resnice”, namreč dejstvo, da so (nekatero) funkcije v možganih v veliki meri lokalizirane. Hughlings Jackson je opazoval bolnike z epilepsijo in ugotovil, da krči v levi roki odražajo lezijo natančno določenega predela leve hemisfere; Paul Broca in Carl Wernicke sta pri bolnikih z motnjo govora opisala center za razumevanje in center za produkcijo govora, tudi v levi hemisferi. Le malo kasneje je preučevanje živčevja od bolnikove postelje prestopilo v laboratorij. Tako je Purkinje 1837 opisal živčno celico, Fritsch in Hitzig sta l. 1870 z električnim draženjem možganske skorje pri psu izzvala gibanje okončin, l. 1929 pa je Berger v raziskave uvedel elektroencefalografijo (EEG). Desetletje kasneje sta Hodgkin in Huxley (1938) na osnovi opisa akcijskega potenciala omogočila zajemanje signala posamezne celice. Če je prvo polovico dvajsetega stoletja zaznamoval predvsem študij nevrona, nevrottransmiterjev in elektrofiziologije, pa so v drugi polovici stoletja pravo revolucijo povzročile metode strukturnih in funkcijskih slikanj možganov: CT (Hounsfield, 1973), MRI (Lauterbur, 1978), PET (Reivich s sodelavci 1979), fMRI (Ogawa s sodelavci, 1990). Še naprej so bogato prispevali kliniki, bodisi z opisi kliničnih slik ali pa z uporabo novih tehnologij pri bolnikih. Omenimo le fascinantne podatke, ki jih je med leti 1928 in 1947 dobil Wilder Penfield pri več kot 400 bolnikih, ko jim je med operacijo stimuliral določene predele možganov, opazoval odzive in beležil izzvane občutke in izzvane spomine. Ravno tako so se razvijale druge metode – med nevrofiziološkimi omenimo transkranialno magnetno stimulacijo (Barker s sodelavci, 1985), pa genetske, imunohistokemijske....

Iz navedenega je razumljivo, zakaj je kognitivna nevroznanost ena najmlajših ved – vse do konca 20. stoletja namreč ni imela učinkovitih metod za preučevanje možganov in možganskih funkcij. To je bil eden od razlogov, zakaj je sto let poprej takrat prodorna psihologija zavrnila biološka izhodišča – Williama Jamesa in Sigmunda Freuda so sicer zanimali kognitivni procesi, pozornost, emocije, osebnost, nista pa imela instrumentov in metod, da bi jih preučevala. Pol stoletja kasneje se je z uvedbo močnih računalnikov prepad med psihologijo in nevrobiologijo še povečal: vzrok je bilo prepričanje, da lahko kognitivne procese razumemo brez možganov – zgolj z računalniško metaforo sosledja informacijskih procesov in nevronske mreže.

Metode

Ob bolj tradicionalnih metodah preučevanja možganskih funkcij (nevrološki klinični pregled, psihološko testiranje, morfološki pregled možganov *post mortem*, strukturno slikanje – CT, MRI, genetske in biokemične preiskave) lahko metode, ki jih uporabljamo v kognitivni nevroznanosti, razdelimo v

- metode snemanja in metode draženja,
- elektrofiziološke metode, slikovne metode, testiranje avtonomnega živčevja,
- invazivne in neinvazivne metode.

Metode se razlikujejo tudi po prostorski in časovni ločljivosti.

Električno draženje površine možganov se danes le redko uporablja. Nadomestilo ga je draženje z magnetnimi polji (transkranična magnetna stimulacija TMS), ki jo lahko izvedemo preko lobanje. S TMS preiskujemo funkcionalne predele možganov, časovna ločljivost pa sega od milisekund do minut.

Možgansko aktivnost lahko zajemamo elektrofiziološko. Neinvazivne metode, ki dajejo podatke o električni aktivnosti velikih predelov možganov, so elektroencefalografija (EEG) in magnetoencefalografija (MEG), evocirani potenciali in “z dogodkom” izzvani potenciali (*evoked potentials* - EP, “*event-related potentials*” ERP), ki imajo ločljivost od milisekund do minut. Električno aktivnost lahko s specialnimi (invazivnimi) tehnikami zajemamo tudi iz posamezne celice ali skupine celic (“*single-cell and multi-unit recording*”). Časovni razpon zajemanja iz ene same celice je od milisekund do dnevov.

Metode funkcijskih slikanj (*računalniško podprta scintigrafska tomografija s sevalci gama* – SPECT, *pozitronska emisijska tomografija* – PET, *funkcijska magnetna resonanca* – fMRI) temeljijo na pretoku krvi skozi možgane in vezanju substanc na receptorje. fMRI je neinvazivna, PET pa invazivna metoda. Prostorska ločljivost omogoča študij režnjev, večjih predelov možganov, časovno pa fMRI obsega minute do ure, PET pa minute do več ur.

V začetku 21. st. smo torej priča izjemno hitremu razvoju kognitivne nevroznanosti. Ta ambiciozno posega tudi na druga – še pred kratkim diametralno nasprotna - področja. Omenimo le porajajoče se področje t.i. socialne nevroznanosti – študij bioloških in genetskih mehanizmov družbenih pojavov. Čeprav kognitivna nevroznanost ponuja odgovor na doslej neodgovorjena vprašanja, še več vprašanj odpira – za mnoga pa ostaja nejasno, ali je s svojimi metodami in paradigmami nevroznanost sploh relevantna. A kakor je bil začetek dvajstega stoletja čas psihoanalize, sredina stoletja čas računalniške metafore kognitivne psihologije in umetne inteligence, je začetek 21. stoletja čas nevroznanosti, čas možganov in kognicije.

Pregled dosedanjega dela na področju kognitivne nevroznanosti

Podobno kot v razvitem svetu se tudi v Sloveniji kognitivna nevroznanost razvija šele zdaj, saj še pred nekaj leti ni bilo ustreznih metod.

V zadnjih desetletjih prejšnjega stoletja sta na tem področju raziskovalno in z mednarodnimi publikacijami delovali predvsem dve skupini: na Kliničnem centru - Inštitutu za klinično nevrofiziologijo in na Psihiatrični kliniki.

Kognitivno nevroznanost je na Inštitutu za klinično nevrofiziologijo utemeljil Tine S. Prevec, eden od pionirjev slovenske nevrofiziologije, ki je pri nas uvajal kognitivne evocirane potenciale (zlasti CNV) in sodeloval z M. Hallidayem, A. M. Sherwoodom in M. Dimitrijevičem. Kognitivno elektrofiziologijo so v raziskovalno in klinično delo uvajali še psihiater Jože Lokar, psihologinja Eva Bahovec, nevrolog Zvezdan Pirtošek.

Na Psihiatrični kliniki sta bila nosilca razvoja kognitivne nevroznanosti psihologa Jože Jensterle in Janez Mlakar, člana International Neuropsychological Society in sodelavca Tima Crowa, Eve Johnston in Christopherja D. Fritha. Kaj kmalu sta se povezala tudi z nevrologijo (D. Vodušek).

III

Predstavljeni raziskovalni projekti/skupine:

Inštituti Medicinske fakultete

Inštitut za anatomijo

Inštitut za fiziologijo

Inštitut za patofiziologijo

Inštitut za patologijo

Inštitut za farmakologijo in eksperimentalno toksikologijo

Klinični oddelki Nevrološke klinike

Klinični oddelek za bolezni živčevja

Inštitut za klinično nevrofiziologijo

Očesna klinika

Psihiatrična klinika

Trenutno raziskovalno dogajanje:

Glavnina raziskovalnega in pedagoškega dela s področja kognitivne nevroznanosti poteka na Medicinski fakulteti in kliničnih oddelkih Univerzitetnega Kliničnega centra in posameznih samostojnih kliničnih ustanov. Našemu povabilu so se odzvali in svoje raziskovalne in pedagoške možnosti podrobneje opisali naslednji inštituti, oddelki, predstojniki in mentorji:

- inštituti Medicinske fakultete
 - Inštitut za anatomijo
 - Inštitut za fiziologijo
 - Inštitut za patofiziologijo
 - Inštitut za patologijo
 - Inštitut za farmakologijo in eksperimentalno toksikologijo
- klinični oddelki Nevrološke klinike
 - Klinični oddelek za bolezni živčevja
 - Inštitut za klinično nevrofiziologijo
- Očesna klinika
- Psihiatrična klinika

Inštituti Medicinske fakultete*doc. dr. Mija Meznarič***Inštitut za anatomijo**

Nevroanatomija obsega morfološke makroskopske značilnosti centralnega in perifernega živčevja. Pri svojem delu nevroanatom uporablja anatomske seciranje in prepariranje, katerega rezultat so klasični – trodimenzionalni - anatomske preparati. Poleg tega je v zadnjih dveh desetletjih aktualna anatomija (nevroanatomija) presečnih ravnin zaradi primerjave z “in vivo” preiskovalnimi morfološki metodami kot CT, MR in podobno. Prikaz morfološke živčevja v različnih presečnih ravninah (npr. transverzalni, frontalni, sagitalni in poševni) je dejansko “nevroanatomija” prilagojena za potrebe sodobne klinične prakse.

Raziskovalno delo zajema makroskopsko anatomijo osrednjega živčevja, ki jo proučujemo z metodami klasične anatomske disekcije, prikazom nevroanatomije v presečnih ravninah, prikazom vaskularizacije osrednjega živčevja.

Potencialno zanimiva je povezava nevroanatomije in funkcionalno magnetno resonančnega slikanja ter pozitronske emisijske tomografije, povezava makroskopske in mikroskopske anatomije osrednjega živčevja ter vaskularizacija osrednjega živčevja.

Povezujemo se s skupinami, ki se ukvarjajo z "in vivo" preiskovalnimi metodami osrednjega živčevja.

Inštitut za anatomijo:
www.mf.uni-lj.si/anatomija/

prof. dr. Martin Štruel

Inštitut za fiziologijo

Sodelujem v naslednjih raziskovalnih programih in projektih, ki bi bili zanimivi za kognitivne znanosti:

- Raziskovalni program: Aplikativna in bazična fiziologija in patofiziologija v medicini. Program zajema tudi metode NMR preslikave možganov in možganske funkcije.
- Raziskovalni projekt: Razvojne značilnosti vida pri otrocih. Cilj projekta je raziskava zorenja živčnih (možganskih) struktur in funkcijskih sklopov vidnega sistema pri človeku. Uporabljajo predvsem neinvazivne elektrofiziološke metode, ERG, VEP.
- Neformalno sodelujem tudi v projektu Raziskava evociranih možganskih pretokov v fizioloških in patoloških razmerah. V projektu raziskujejo značilnosti sklopitve možganske lokalne prekrvitve in aktivnosti.

Zanimive teme:

- odnos med možganskimi strukturami in funkcijo (uvedba metode difuzijskega gradienda za študij konektivnosti med posameznimi področji,
- hkratno snemanje funkcije (neinvazivne metode – EEG) in pretoka (metabolizma),
- zorenje kognitivnih funkcij pri človeku,
- uvajanje novih algoritmov za študij kognitivnih funkcij, ugotavljanje možganskega korelata stopenj zavesti (pozornosti).

Sodelovanje:

- zanimivi projekti: povezav z mikro- nanoelektroniko: Proteze možganskih funkcij, npr. senzorične proteze (podobno kot polžkov vstavek za sluh),
- motorične proteze – interface možgani – gibalna,
- vključevanje študentov: mladi raziskovalci, podiplomski študij "Nevrološke vede" v okviru BIOMEDICINE na UL, manj izkušenj na področju evropskih mednarodnih izmenjav npr. Erasmus mundus...

Trenutno vidim poslanstvo kognitivnih ved na področju AI - snovanju in vpeljevanju inteligentnih sistemov za kompleksne funkcije, npr. računalniško razumevanje in procesiranje govora, robotski mikrokirurški sistemi, razvijanje senzoričnih in motoričnih protez za nadomestitev izpadlih funkcij.....Razvojne možnosti so ogromne.

Trenutne raziskave, v katere sem vpleten, so bolj v smislu diagnostične uporabnosti novjših neinvazivnih metod. Tudi na tem področju se ponujajo zanimive raziskave na področju objektivnih kazalcev stopnje zavesti, spanja, doživljanja bolečine itd.

Inštitut za fiziologijo:
www.mf.uni-lj.si/fizio/

prof. dr. Mara Popović

Inštitut za patologijo

Sem nevropatologinja, učiteljica patologije in raziskovalka v projektni skupini prof. Janeza Sketlja "Poškodba plastičnosti in regeneracija živčevja in mišic".

Sodelujem predvsem s prof. dr. Majo Bresjanac (Inštitut za patološko fiziologijo) v raziskavah vezanja molekule FDDNP in drugih diagnostično pomembnih spojin na odlage napačno zviti beljakovin v možganih umrlih zaradi nevrodegenerativnih bolezni, pri katerih je običajno prizadeta kognicija.

Poleg tega sem predsednica Strokovne skupine za spremljanje in obravnavo Creutzfeld-Jakobove bolezni (SSCJB) (ustanovljena januarja 2007 pri Inštitutu za varovanje zdravja v Ljubljani). S spremljanjem in diagnostiko CJB se ukvarjam od leta 1994, ko je Slovenija bila vključena v raziskovalne projekte spremljanja CJB v EU in svetu. Projekti potekajo še danes. S prof. dr. Herbertom Budka, predstojnikom Inštituta za Nevrologijo Medicinske univerze na Dunaju, sodelujem v raziskovalnem projektu prizadetosti endokrinih žlez pri bolnikih s CJB.

Trenutno sta v naši skupini dva raziskovalca pod mentorstvom prof. dr. Maje Bresjanac.

Ker sem še vedno edini nevropatolog v Sloveniji, ki je zadolžen za vso rutinsko diagnostiko, učitelj patologije na dodiplomskem študiju in mentor specializantom patologije, nevrologije in nevrokirurgije, so na žalost omejene možnosti za mentorstvo pri raziskavah.

Inštitut za patologijo:
www.mf.uni-lj.si/patologija/

*prof. dr. Maja Bresjanac***Inštitut za patološko fiziologijo**

Na Inštitutu za patološko fiziologijo (predstojnik prof. Janez Sketelj) potekajo predvsem temeljne nevrobiološke raziskave, ki pa se v določenem delu vse pogosteje navezujejo tudi na raziskave v klinični nevrologiji in psihiatriji. Raziskavam kognicije in razkrivanju patofiziologije motenj, ki povzročijo kognitivno oškodovanost, se s svojimi metodami in/ali raziskovalnimi projekti približujejo:

- Laboratorij za raziskovanje možganov (prof. dr. Marko Živin)
- Laboratorij za regeneracijo in plastičnost živčevja (LRPŽ; prof. dr. Maja Bresjanac)

Oba omenjena laboratorija uporabljata pristop simulacije nekaterih nevroloških ali psihiatričnih bolezni in stanj pri poskusnih živalih (npr. s stereotaktičnimi nevrotoksičnimi okvarami možganov), vedenjske teste (npr. motorične teste, Morrisov vodni labirint, avto-administracija drog) in vrsto tehnik, s katerimi na možganskih vzorcih opravita vrsto kvalitativnih in (semi)kvantitativnih analiz (npr. hibridizacija in situ, imunohistokemija, imuno fluorescenca, receptorska avtoradiografija...).

- Laboratoriji v okviru programske skupine prof. dr. Dušana Šupta, kjer na eni strani raziskujejo mehanizme nevronske prizadetosti pri zastrupitvah z nevrotoksini (dr. Irina Milisav) ter na drugi strani s funkcijskim magnetno-rezonančnim slikanjem ter traktografijo (diffusion tensor imaging, DTI) lahko opazujejo funkcijske in strukturne značilnosti normalnih in obolelih možganov (prof. Šuput).

V omenjenih laboratorijih Inštituta za patološko fiziologijo tečejo sočasno domači in nekateri mednarodni raziskovalni projekti, pri katerih sodelujejo številni raziskovalci iz inštitucij po Sloveniji (npr. sodelovanje LRPŽ s prof. dr. Maro Popović) in v tujini (npr. sodelovanje Laboratorija za raziskovanje možganov z Branimirom Jernejem iz Hrvatskog instituta za istraživanje mozga). V vseh laboratorijih se tudi izobražujejo dodiplomski in podiplomski študenti raziskovalci z različno izhodiščno izobrazbo (npr. biokemiki, veterinarji, medicinci).

Inštitut za patološko fiziologijo:

http://www.mf.uni-lj.si/pafi/

Inštitut za farmakologijo in eksperimentalno toksikologijo

Na Inštitutu za farmakologijo potekajo bazične raziskave, ki so relevantne za področje kognitivne nevroznanosti, n.pr. študije o interakciji glije in nevronov

ter študije o nevrottransmitskih sistemih (serotonin, histamin). Med vodilnimi raziskovalkami na tem področju je prof. Mojca Kržan, ki sodeluje tudi z Nevrološko kliniko in Inštitutom za patološko fiziologijo.

Inštitut za farmakologijo in eksperimentalno toksikologijo:
<http://www2.mf.uni-lj.si/~pharma/>

prof. dr. David B. Vodusek

Klinični oddelki Nevrološke klinike

Na nevrološki kliniki je v okviru nevrologije že v času prof. Antona Lavriča obstajalo zanimanje za nevrološko preučevanje tkim. višjih živčnih dejavnosti, o čemer sem za Medicinske razglede napisal pregledni članek leta 1994, iz tega pa je izraslo tudi sodelovanje na področju kognitivnih funkcij pri shizofrenikih (v sodelovanju s kliničnima psihologoma Jensterletom in Mlakarjem s Psihiatrične klinike).

Raziskovanje je na Inštitutu za klinično nevrofiziologijo potekalo najprej na področju tkim. kognitivnih evociranih potencialov (najprej prof. Prevec, kasneje dr. Pirtošek), sedaj pa se uveljavlja uporaba mnogokanalnega EEG (prof. Zidar) in fMR (dr. Koritnik s sodelavci, predvsem tudi s Kliničnega inštituta za radiologijo). V okviru raziskav KO IKN sodelujejo psihologi.

Sam sem se lotil (predvsem v sodelovanju s kliničnima psihologoma Jensterletom in Mlakarjem s Psihiatrične klinike) zelo bazičnih kliničnih problemov validizacije in normativizacije Mini mental testa (KPSS) in Testa risanja ure, sedaj pa moja mlada raziskovalka psihologinja Barbara Starovasnik raziskuje prospektivni spomin pri Parkinsonovi bolezni (skupaj s sodelavci, še posebej prof. Pirtoškom).

Na Kliničnem oddelku za nevrologijo NK se vprašanj kognitivnih funkcij lotevajo tudi z merjenjem funkcije možganskega žilja (doc. Žvan in doc. Zaletel): Prof. Pirtošek s sodelavci dela raziskave na področju demenc. Na tem področju imamo že mednarodno uveljavljenega raziskovalca dr. Stokina, ki je zaenkrat večino raziskav opravil v ZDA.

Raziskave potekajo dokaj avtonomno pod posameznimi raziskovalci. Potenciali za več raziskav in več sodelovanja obstajajo in jih želimo razvijati.

Nevrološka klinika:
http://friends.s5.net/bojana_zvan/

*izr. prof. dr. Zvezdan Pirtošek***Klinični oddelek za bolezni živčevja**

Na oddelku obravnavamo vrsto nevroloških bolezni, v okviru katerih prihaja do kognitivnih motenj: demence, parkinsonizmi, multipla skleroza, epilepsija, motnje avtonomnega živčevja. Trenutno potekajo naslednji za kognitivno nevroznanost pomembni projekti:

- L3-9314-0312-07 Biološki markerji nevrodegenerativnih sindromov, ki se kažejo s parkinsonizmom in demenco (vodja Z. Pirtošek): Študija preučuje klinične, genetske, slikovne (MR, SPECT) in nevropsihološke značilnosti štirih nevrodegenerativnih bolezni (Alzheimerjeva demenca, demenca z Lewijevimi telesci, Parkinsonova bolezen in Parkinsonova bolezen z demenco).
- J7-9792 Metodološki vidiki raziskovanja kognitivnih procesov – učenje in odločanje (vodja A. Ule): V raziskavi preverjamo vlogo racionalnosti pri procesu odločanj, osrednji del raziskave je posvečen kritični analizi eksperimentov in raziskovanj v nevrologiji in psihologiji, ki naj bi podpirali ugotovitve, da je občutek svobodne volje zgolj iluzija (Libet, Wegner).
- L7 9273-0618-07 Medicinske inovacije z lasersko inovacijo (vodja J. Možina:) in raziskava Učinek placebo pri parenteralnem zdravljenju žariščnih distonij z botulinom (V. Fikfak, M. Trošt, Z. Pirtošek)
- Raziskava Vpliv psihičnega stresa na avtonomni sistem pri športnikih in nešportnikih (A. Danieli, A. Grad).
- Raziskava, ki vključuje kognitivne motnje pri bolnikih z multiplo sklerozo (BEYOND) (vodja S. Šega).
- Študija kognitivnih motenj pri bolnikih z multiplo sklerozo (Cogni CIS – Cogni MS) (U. Rot).
- S kliničnim delom sodelujemo pri študiji: Kognitivne spremembe pri bolnikih z idiopatsko Parkinsonovo boleznijo (B. Starovasnik, G. Repovš, D. Vodusek): Gre za raziskovanje kognitivnih funkcij prefrontalnega področja možganov (kognitivna kontrola, prospektivni spomin, delovni spomin) pri idiopatski Parkinsonovi bolezni. Študija je del mednarodnega raziskovalnega projekta sodelovanja med Slovenijo in ZDA, kjer na Univerzi Washington v St. Louisu, Missouri, poteka vzporedna študija s podobnim protokolom in nekoliko starejšo ciljno skupino (Grega Repovš, Tamara Hershey).

Kandidati, ki jih zanimajo klinični vidiki kognitivnih motenj, lahko svoje delo zasnujejo klinično, na oddelku, sicer pa so na voljo naslednje metode, laboratoriji in dejavnosti:

- EEG, Center za epilepsijo odraslih (dr. Bogdan Lorber)
- Testiranje avtonomnih funkcij (prof. Anton Grad, dr. Bernard Meglič)
- Sočasni EEG in testiranje z nagibno mizo (dd sinkop) (B. Lorber, B. Meglič, A. Grad)

- Nevrofarmakološka testiranja, Center za ekstrapiramidne motnje (doc. dr. Maja Trošt, prof. dr. Zvezdan Pirtošek)
- Center za nevroimunologijo (doc. dr. Saša Šega, as. dr. Alenka Horvat, doc. dr. Uroš Rot)
- Nevropsihologija in klinična psihologija (Ana Ožura, Vita Štukovnik, dr. Janez Mlakar, dr. Jože Jensterle)

Vzpostavljeno je sodelovanje s Kliniko za nuklearno medicino (SPECT), Inštitutom za rentgenologijo (MR, fMR), Inštitutom za klinično nevrofiziologijo, Inštitutom za patofiziologijo, Oddelkom za psihologijo Filozofske fakultete, Psihiatrično kliniko in nevrološkimi centri v Grazu (prof. Ott), Londonu (prof. Lees), New Yorku (prof. Eidelberg), St. Louisu (dr. Barch, dr. Hershey), Zagrebu (prof. Relja.)

Medicinska fakulteta v Ljubljani:
<http://www.mf.uni-lj.si/>

prof. dr. Janez Zidar

Inštitut za klinično nevrofiziologijo

Na Inštitutu za klinično nevrofiziologijo imajo raziskave s področja kognitivne elektrofiziologije dolgo tradicijo, čeprav to nikoli ni bila naša glavna dejavnost. Ob koncu šestdesetih oz. v začetku sedemdesetih let prejšnjega stoletja se je raziskovalo nevrofiziološke in psihofiziološke značilnosti kontingentne negativne variacije pri človeku (Jože Lokar) in to metodo vpeljalo tudi za objektivno ocenjevanje praga sluha (Tine Prevec). Kasneje sta elektrofiziološke metode v svojih raziskavah uporabila psihologinja Eva Bahovec (*Vpliv senzoričnih vzorcev na perceptivne funkcije. študij vala P300 in CNV ob uporabi jezikovnega gradiva:*

http://bswww.mf.uni-lj.si/pls/bs/BS_full_rec?lang=SLO&c_docid=66365) in Zvezdan Pirtošek (Nevrofiziološki korelati kognitivnih motenj pri akinetsko-rigidnih sindromih).

V zadnjem času pa je v teku nekaj več raziskav. Gre za sledeče študije: Vpliv odtegnitve spanja na koncentracijo in razpoloženje ter njihova povezanost z nekaterimi fiziološkimi spremenljivkami (Vita Štukovnik, Leja Dolenc Grošelj), Kognitivne spremembe pri bolnikih z amiotrofično lateralno sklerozo (Vita Štukovnik) in Kognitivne spremembe pri bolnikih z idiopatsko Parkinsonovo boleznijo (Barbara Starovasnik).

Ker ima tudi upravljanje gibanja svojo kognitivno komponento, bi morda lahko dodali še tile temi: Kortikalni mehanizmi upravljanja dihanja in gibov rok pri

zdravih ljudi in pri bolnikih z okvaro zgornjega motoričnega nevrona (Blaž Koritnik) ter Kortikalni mehanizmi upravljanja seganja (Martin Rakuša).

Sodelavci IKN si želimo sodelovanja z vsemi zainteresiranimi in k sodelovanju vabimo tako dodiplomske kot podiplomske študente in že uveljavljene raziskovalce. Metode, ki so pri nas za tovrstne razskave na razpolago so: EEG (z visoko ločljivostjo), magnetno draženje možganske skorje in funkcijska magnetna resonanca.

Inštitut za klinično nevrofiziologijo: http://www.kclj.si/ikn/

dr. Jelka Brecelj

Očesna klinika

Naša raziskovalna skupina dela na področju vidne elektrofiziologije in tako raziskovalno in klinično se ukvarjamo s funkcijo mrežnice, vidne poti in vidne možganske skorje (predvsem primarne vidne skorje V1), sicer razvijamo barvni VEP za snemanje funkcije V4? Prepričana sem, da bi mladi raziskovalci naše raziskovalne skupine z veseljem sodelovali in morda domislili temo, s katero bi se vključili v projekt kognitivne nevroznanosti.

Psihiatrična klinika

gl. Sekcija za kognitivno nevrologijo.

Psihiatrična klinika: http://www.psih-klinika.si/
--

II

Področje

Kognitivna psihologija

Kognitivna psihologija

Kognitivna psihologija se je razvijala v drugi polovici dvajsetega stoletja s prispevki različnih raziskovalcev in psiholoških šol. Zato še danes nosi v sebi razne primesi svojega razvoja in različne pomene. V glavnem pa lahko razlikujemo vsaj tri različna razumevanja kognitivne psihologije.

Prvo je najbolj splošno razumevanje, kjer "kognitivno" pomeni isto kot "spoznavno" in kjer je vsako psihološko raziskovanje spoznavanja tudi kognitivna psihologija. V tem pomenu je kognitivna psihologija tisto, kar je profesor Pečjak na Oddelku za psihologijo v Ljubljani predaval pod naslovom Psihologija spoznavanja.

Na drugi strani se zdijo najbolj zanimivi tisti vidiki kognitivnega, ki so najbolj oddaljeni od tradicionalnega znanstvenega proučevanja, kot so zavest in posebna psihična doživetja, za katera se zdi, da presegajo okvire uveljavljenih znanstvenih paradigem.

Najbolj natančno opredeljeno je pojmovanje kognitivne psihologije, ki jemlje za osnovno paradigmo procesiranja informacij; nekateri imenujejo to usmeritev kar "informacijsko procesna psihologija". Psihične pojave skuša razumeti v odvisnosti od procesov sprejemanja, skladiščenja in predelave informacij. Kognitivni psihologi, naj delajo na področju eksperimentalne kognitivne psihologije, teoretičnih modelov predelave informacij ali kognitivne nevropsihologije, so si večinoma edini v tem, da je informacijsko procesni model prevladujoča paradigma v moderni kognitivni psihologiji.

Omenjenih vidikov ne moremo spraviti na skupni imenovalec. Potrebno jih je medsebojno ločevati in razumeti, da znotraj določene paradigme ni prostora za drugačne pristope, lahko pa so plodne primerjave na širših stališčih. Qui bene distinguit bene docet – kdor dobro razlikuje, dobro poučuje. Tako npr. nekateri psihologi zagovarjajo stališče, da je procesno informacijska psihologija na hierarhični lestvici znanstvenih paradigem na nižji stopnji kot klasična psihologija, nekje vmes med biološkimi znanostmi in psihologijo. Zato je po eni strani bliže naravoslovnim vedam (možno jo je matematizirati), po drugi strani pa je bolj oddaljena od doživljanja (informacijski procesi niso predmet introspekcije). V kolikor ne težimo k redukcionizmu, nam razumevanje psiholoških pojavov na več nivojih (ki pa opisujejo neko enotno dogajanje) omogoča celovitejši pogled na kognitivne pojave.

Metode kognitivne psihologije

Paradigma informacijskega procesa je v okviru psiholoških raziskav razvila tudi specifične metode, ki opredeljujejo kognitivno psihologijo kot vedo.

Vsem kognitivnim raziskavam je skupno to, da predpostavljajo nek uveljavljen model kognitivnega procesa, ki ga skušajo podrobneje razčleniti v različne faze in zaporedja ali ugotoviti vzporedne poti procesiranja, tako da na eni strani obremenijo kognitivni sistem z izbranimi nalogami, ki po predpostavkah zadevajo določene faze predelave informacij, na drugi strani pa na različne načine merijo učinke teh obremenitev.

Ulrich Neisser postavlja na prvo mesto *tahistoskopske metode* (hitro in zelo kratko prikazovanje vidnih dražljajev), ki v kognitivni psihologiji pomenijo to, kar mikroskopske v biologiji: omogočajo vpogled v nekatere podrobnosti kognitivnega procesa zlasti v njegovih zgodnjih fazah. Z dodatnimi tehnikami zaporednega prikazovanja, maskiranja in vključevanja kognitivnih nalog je mogoče dobiti dragocene podatke tudi o kasnejših fazah procesa.

Ločena stimulacija leve in desne hemisfere, ki jo po eni strani omogoča nasprotna lateralizacija levega in desnega vidnega polja, po drugi pa tehnika tahistoskopske stimulacije, nudi možnosti preučevanja procesov v levi in desni hemisferi v fazi, ko procesi še niso integrirani preko medhemisferne izmenjave informacij.

Reakcijski časi so ob predpostavki, da kompleksnejši proces zahteva daljši čas, enostaven pa krajšega, pomemben pokazatelj tega, kaj se ob določenih obremenitvah dogaja v kognitivnem sistemu. Ob domiselni izbiri eksperimentalnih nalog nam spremembe v reakcijskih časih lahko veliko povedo o dogajanju med kognitivnim procesom. Obetavna je bila *Sternbergova paradigma*, ki je znotraj iste eksperimentalne naloge različno obremenjevala faze senzorne diskriminacije, dolgoročnega spomina, binarne izbire in oblikovanja odgovora in preko sprememb v reakcijskih časih ugotavljala, v kateri fazi procesa nastopajo težave.

Pomemben prispevek k poznavanju kognitivnih procesov so dale tudi *lingvistične študije*. Posebne priložnosti za prepoznavanje poteka informacijskega procesa dajejo dvoumni stavki in dejavniki, ki vplivajo na to, da se razumevanje obrne v eno ali drugo različico. Kognitivna preučevanja govora napolnjujejo strani specializiranih znanstvenih revij.

V kognitivnem procesu imajo poseben pomen predhodne izkušnje. Eksperimentalno je mogoče opazovati vplive predhodnega učenja ali obratnega učenja na dojetje trenutne situacije. Skozi študije *učenja* in *dolgoročnega spomina* se odkriva, da obdelava informacij ni določena samo na osnovi prihajajočih informacij iz danega okolja (od spodaj navzgor), ampak v veliki meri tudi od determinirajočih izkušenj (od zgoraj navzdol).

Kognitivni proces je mogoče preučevati tudi s pomočjo klasičnega *psihološkega eksperimentalnega načrta*, kjer določimo neodvisne in odvisne spremenljivke ter merimo učinke ob kontroli eksperimentalnih pogojev. Takšen eksperiment je med prvimi izvedla Skupina za kognitivno nevropsihologijo na Psihiatrični kliniki v Ljubljani (J. Mlakar, J. Jensterle). Njen metodološki prispevek je bil tudi mednarodno opažen in je o njem l. 1994 poročal *Schizophrenia Quarterly* kot o enem od pomembnejših prispevkov v tistem letu. Eksperimentalni kognitivni postopki so se močno uveljavili v novejših kognitivnih študijah z metodami slikanja možganskih funkcij.

Pomen kognitivne psihologije za interdisciplinarne študije

Kognitivna psihologija se interdisciplinarno najtesneje povezuje z nevrobiološkimi znanostmi. V tej zvezi govorimo o nevropsihologiji ali kognitivni nevrologiji. Preučujejo zgradbo in fiziologijo živčevja v povezavi z njegovo kognitivno funkcijo. Heuristični učinek je obojestranski; zgradba in fiziologija omogočata razumevanje zakonitosti in omejitev v kognitivnem funkcioniranju, poznavanje kognitivnih procesov pa daje pregled nad celovitostjo in povezanostjo procesov v možganih.

V kognitivni nevroznanosti pomenijo kognitivna teorija in operacionalizirani kognitivni modeli izhodišče načrtovanja raziskav in oblikovanja eksperimentalnih postopkov. Slikanje možganskih funkcij ni možno brez dobrega kognitivnega eksperimenta, ki definira kognitivne funkcije in omogoča interpretacijo dobljenih meritev oz. upodobitev.

Kognitivna psihologija v Sloveniji

Razvoj kognitivne psihologije v svetu je pri nas pritegoval pozornost jezikoslovcev, filozofov in razvijalcev umetne inteligence. Predvsem pa je bil hiter pretok kognitivnih znanj na področju psihologije. Kognitivne psihološke vsebine so predavatelji na Oddelku za psihologijo tako rekoč sproti vnašali v svoje predmete. Vid Pečjak je elemente kognitivne psihologije vnašal v "psihologijo spoznavanja", prvi je tudi opozoril na pomembnost kognitivne psihologije, ko je s svojo mednarodno anketo med vidnimi svetovnimi psihologi predstavil njihove poglede na bodočnost psihologije, ki so jo že v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja večinoma videli v kognitivni psihologiji.

Na Oddelku za psihologijo so že zgodaj opravljali empirične raziskave s področja kognitivne psihologije. Prva izrazito informacijsko procesna psihološka empirična raziskava pri nas je bila opravljena ob koncu sedemdesetih let prejšnjega stoletja na področju procesa branja in je bila tudi predstavljena na Posvetovanju psihologov Slovenije v Portorožu l. 1980 (J.

Mlakar. Legastenija v luči teorije o predelavi pisnih informacij). Kasneje je bilo opravljeno večje število diplomskih, magistrskih in doktorskih nalog s tega področja, zadnja leta zlasti pod mentorstvom M. Poliča in G. Repovša. V okviru predmetov Spoznavni procesi in Zaznavni procesi se je na Oddelku predavalo veliko kognitivnih vsebin.

Kljub temu pa celovitega in zaokroženega programa za študij kognitivne psihologije pri nas še nimamo. Zlasti se kaže potreba za takšen program za širši krog raziskovalcev s področja kognitivnih znanosti, ki pri svojem delu potrebujejo tudi solidno poznavanje kognitivne psihologije.

Raziskave na področju kognitivne psihologije

V Sloveniji je bilo najbolj prodorno kognitivno raziskovanje na področju zdravstva in pedagogike. Večinoma je šlo za interdisciplinarna raziskovanja o vlogi kognicije pri diagnostiki in obravnavi nevroloških, psihiatričnih in razvojnih motenj, ali pri korekciji učnih težav in metod poučevanja. Pionirsko vlogo je v osemdesetih in devetdesetih letih imela nevropedrija (Vali Tretnjak-Glavič, Igor Ravnik) in Svetovalni center za otroke, mladostnike in starše (Lidija Magajna). V Mariboru je na področju stičišča pedagogike in kognitivne nevrologije raziskoval Norbert Javšovec. Nevropsihološka raziskovalna skupina (Kobal, Tretnjak, Jensterle, Mlakar) je v sodelovanju s prof. Dolencem opravila prve raziskave na nevrokirurških pacientih in hkrati razvijala nevropsihološko diagnostiko. Posebno težo v zgodovini kognitivnih raziskav pri nas imajo pred in po operativne preiskave bolnikov z lokalnimi epilepsijami (V. Tretnjak, I. Ravnik). V 90-ih letih je na Psihiatrični kliniki delovala raziskovalna skupina za kognitivno nevropsihiatrijo, ki je preučevala specifičnosti kognitivnih procesov pri shizofrenskih sindromih in pri demencah (J. Jensterle, J. Mlakar, A. Kogoj). Vesna Radonjič je na Institutu za rehabilitacijo RS raziskovala kognitivne posledice možganskih poškodb in možnosti kognitivne rehabilitacije. V zadnjem desetletju je Nevrološka klinika opravila več raziskav na področju nevroloških degenerativnih bolezni (Zvezdan Pirtošek, Alenka Sever).

III

Predstavljeni raziskovalni projekti/skupine:

Oddelek za psihologijo, Filozofska fakulteta, UL

Pediatrična klinika

Psihiatrična klinika Ljubljana

Slovenska sinergetska skupina

Inštitut za varovanje zdravja

**Povezanost kognitivne znanosti
s pedagoškimi vedami**

Raziskovalne skupine v Ljubljani

V tem času poteka večje število raziskav, ki vključujejo tudi kognitivne vidike. Ker gre za interdisciplinarne projekte, je pogosto težko ločiti, katera raziskava je predvsem kognitivno usmerjena. Pogosto raziskave nimajo za cilj raziskovati čistih kognitivnih tem, pač pa samo uporabljajo kognitivne metode ali pa jim spoznanja na kognitivnem področju služijo za dokazovanje ali interpretacijo odkritij na drugih področjih. V nadaljnjem prikazu sedanje kognitivne raziskovalne dejavnosti bodo zato upoštevane tudi nekatere raziskave, ki vključujejo kognitivno področje, niso pa vanj prvenstveno usmerjene.

Poročila o kognitivnem raziskovalnem delu smo dobili od naslednjih ustanov:

- Oddelek za psihologijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani
- Psihiatrična klinika Ljubljana
- Pediatrična klinika
- Slovenska sinergetska skupina
- Inštitut za varovanje zdravja

Perspektive raziskovanja in izobraževanja

Raziskovanju se odpirajo nove možnosti z interdisciplinarnim povezovanjem in uporabo sodobnih tehnik slikanja možganskih funkcij. Za uspešno raziskovanje s pomočjo fMRI pa ne zadošča samo obvladovanje naprednih tehnologij slikanja in registracije možganskih potencialov, pač pa tudi dobro poznavanje planiranja in vodenja kognitivnih eksperimentov.

Na to raziskovalno perspektivo se navezuje potreba po sistematičnem in poglobljenem izobraževanju iz kognitivne psihologije.

Oddelek za psihologijo, Filozofska fakulteta, UL

Na Oddelku za psihologijo potekajo v okviru diplomskih in podiplomskih raziskovalnih nalog ter samostojnih raziskovalnih projektov raziskave s številnih področij psihologije. Učitelji in raziskovalci se združujejo v katedrah za psihološko metodologijo, občo psihologijo, razvojno psihologijo, socialno psihologijo, pedagoško psihologijo, psihologijo dela in klinično psihologijo. Večina raziskovalnega dela v manjši ali večji meri vključuje kognitivne vidike psiholoških procesov in pojavov, nekateri projekti pa se kogniciji tudi neposredno posvečajo.

Na katedri za psihološko metodologijo potekajo predvsem raziskave s področja psihofizike in psihometrije, med raziskovalnimi temami je zaslediti preučevanje strukture inteligentnosti ter njenega odnosa z mentalno hitrostjo (Klas Brenk, Valentin Bucik in Gregor Sočan); preučevanje integracije različnih virov informacij ter vloge kognitivnih dejavnikov pri zaznavanju gibanja in dinamičnih dražljajev (Anja Poldeseck in Luka Komidar).

Na katedri za razvojno psihologijo se med drugim podrobneje posvečajo razvoju govora, mišljenja in socialne kognicije (Ljubica Marjanovič Umek, Maja Zupančič, Matija Svetina in Urška Fekonja Peklaj).

Na katedri za občo psihologijo lahko med raziskovalnimi temami zasledimo preučevanje simbolnih procesov, kognitivnih shem in stanj zavesti (Janek Musek) ter mentalnih zemljevidov, zaznavanja in reprezentacije okolja (Marko Polič). Raziskovanju v okviru pristopa multidisciplinarne kognitivne nevrozanosti se posebej posveča Grega Repovš, ki je trenutno na podoktorskem izobraževanju na Univerzi Washington v Saint Louisu, ZDA. Aktivno preučuje teme delovnega spomina, izvršilnih kognitivnih funkcij, pozornosti in zavesti, pri čemer združuje eksperimentalne pristope in orodja eksperimentalne kognitivne psihologije, računskega modeliranja, slikanja možganov ter nevro psihologije. Raziskovalne projekte izvaja v sodelovanju z Inštitutom za klinično nevrofiziologijo Kliničnega centra v Ljubljani.

Oddelek za psihologijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani:
<http://193.2.70.110/>

Pediatrična klinika Ljubljana

V okviru pediatrične klinike so s sodelovanjem Vali Tretnjak-Glavič, klinične psihologinje, in Igorja Ravnika, nevropediatra, nastajali začetki nevro psihologije in kognitivne nevrologije v Sloveniji. Vali Tretnjak se je kot prvi strokovnjak iz Slovenije že v 70. letih prejšnjega stoletja izpopolnjevala v najbolj vplivnih centrih za nevro psihologijo v Evropi in Ameriki. Področje njunega dela je bilo preučevanje kognitivnih funkcij pri nevroloških motnjah pri otrocih, zlasti pri epilepsiji. Razvijala sta tudi postopke kognitivnih preiskav pred nevrokirurškimi posegi in po njih. Sodelovala sta z mnogimi tujimi strokovnjaki. V zadnjem obdobju je na nevrokognitivnem področju Vali Tretnjak delala na naslednjih področjih:

- Vpliv epilepsije na nevro psihološke funkcije pri otroku.
- Nevro psihološki vidiki pri razumevanju avtistične razvojne motenosti. Psihološka problematika staršev in otrok pri motnjah diferenciacije spola (soavtorica Ljubica Vrba).
- Prizadetost družine.
- Kako otrokova motnja vpliva na njega samega.

- Pomembnost samopodobe.
- Strese doživlja vsakdo.
- Učenje vedenja za uspešnejše socialne interakcije.

Mednarodni raziskovalni projekti:

- Predictors and correlates of reading success and failure in normal and hemiplegic children, v sodelovanju z Institute of Child Health, Developmental Pediatrics, University of London.
- Evropski projekt BIOMED 1, European Standardized Computerized Assessment Procedure for the Evaluation and Rehabilitation of Brain-Damaged Patients (ESCAPE), 1994-1995.
- Evropski projekt BIOMED 2, European Network for the Study and the Clinical Evaluation of Brain Lesions sustained during Childhood - ENSEMBLE, 1994-1998.
- Normativna študija: reakcijski časi pri zdravih in nevrolško bolnih otrocih, v sodelovanju z Univerzo v Padovi in Unita' Locale socio sanitaria, Riviera del Brenta, 1989-1990.
- Predictors and correlates of reading success and failure in normal and hemiplegic children, v sodelovanju z Institute of Child Health, University of London, 1990-1992.
- Long-term effects of hypoxia at birth on cognitive and psychological outcome (ESPNIC, 2002).

Domači raziskovalni projekti:

- Izdelava nevropsihološke baterije za otroke - v sklopu projekta: Konstukcija nevropsihološke baterije testov, nosilci Jensterle, Mlakar, Tretnjak, PORS - Duševno zdravje, 1987-1990.
- Psihični razvoj prezgodaj rojenega otroka, v tematskem sklopu Prezgodnji porod, prezgodaj rojeni otrok in njegov nadaljnji razvoj, nosilec: Alenka Sever - KC Ginekološka klinika, 1989-1990.
- Spremljanje psihičnega razvoja prezgodaj rojenega otroka; izbor prilagoditev metod in F-up testiranje večjega vzorca otrok v starosti 3,4, in 5 let, nosilec projekta: V. Velikonja - KC Ginekološka klinika, 1991-1995.
- Psihološki razvoj otrok z fragilnim X,. nosilec dr. Brezigar – KC Ginekološka klinika (1994-1995).
- Epileptologija in nevropsihologija v otroštvu in adolescenci. Igor M. Ravnik, Vali G. Tretnjak
- Kognitivna nevropsihologija v pediatriji.
- Kognitivne funkcije in vloga nevropsihologije pri epilepsiji.
- Epilepsija in kognitivne sposobnosti pri šolskem otroku .

Strokovno delo:

- Uvedba izvirnih metod doma:

- nevropsihološki testi za oceno fonoloških funkcij pri otrocih
- lestvica samopodobe kot izhodišče za načrtovanje terapevtske pomoči
- test dihotečnega poslušanja za oceno govorno dominantne hemisfere.
- Prenos novih metod iz sveta v državo:
 - trening socialnih veščin, z lastno prilagoditvijo za uporabo, pri mladostnikih s kroničnimi obolenji in cerebralno paralizo
 - kognitivni trening pri osebah po poškodbi ali po operaciji glave
 - nevropsihološka ocena oseb z rezistentno epilepsijo pred nevrokirurškim zdravljenjem in po njem.

Na SPS Pediatrična klinika potekajo v tem obdobju naslednje interdisciplinarne raziskave:

- Neonatalna encefalopatija - klinični, biokemični, nefrofiziološki in nevroslikovni kazalci ter sledenje (temeljni raziskovalni projekt, vodja David Neubauer).
- Zgodnja razvojno - nevrološka obravnava (temeljni raziskovalni projekt, vodja David Neubauer).
- Načini sledenja otrok z dejavniki tveganja v razvojnem obdobju (temeljni raziskovalni projekt, vodja David Neubauer).
- Biokemični dejavniki pri nastanku avtizma (temeljni raziskovalni projekt vodja Joško Osredkar).
- Ugotavljanje biokemičnih in elektrofizioloških parametrov pri kronično bolnih otrocih in mladostnikih (temeljni raziskovalni projekt vodja Ciril Kržišnik).

Pediatrična klinika Ljubljana:
<http://www2.arnes.si/~pednevro/>

Psihiatrična klinika Ljubljana

Kognitivni raziskovalni tim je v letih 1985 – 1993 vodil M. Kobal, člani pa so bili J. Jensterle, B. Zalar in J. Mlakar. Kot zunanji svetovalec je bil vključen Christopher D. Frith. Po letu 1993 je vodstvo skupine prevzel D.B. Vodušek. C.D. Frith je v tem času postal višji raziskovalec na Wellcome Trust Department for Cognitive Neurology, kjer se je nekaj dni mudila tudi celotna naša raziskovalna skupina zaradi nadaljnjega usklajevanja raziskav. V tem času je B. Zalarja kot raziskovalec zamenjal A. Kogoj.

Skupina je delala na naslednjih raziskovalnih projektih:

- 1985-1989 Konstrukcija in validacija nevropsihološke testne baterije. Rezultat te raziskave je bil nabor 73 prevedenih in prirejenih testov in eksplorativnih postopkov, ki so še danes v rabi v PK.

- 1989-1993 Specifičnosti kognitivnih procesov pri shizofreniji.
- 1993- 1995 Nevropsihološke disociacije pri treh shizofrenskih sindromih.
- 1999 – 2000 Kognitivno nevropsihološki kriteriji negativnega sindroma shizofrenije.

Raziskovalni rezultati so bili objavljeni v domačih in tujih znanstvenih in strokovnih publikacijah.

Psihiatrija sodeluje z nevrološko stroko pri obravnavi duševnih motenj. Poznavanje in razumevanje kognitivnih procesov in potreb po multidisciplinarni obravnavi je potrebno uvesti v izobraževalne programe na dodiplomski in podiplomski ravni, najbolje pri predmetu Psihiatrija. O znanstvenih dosežkih in znanju na področju stroke je potrebno na prilagojen način izobraževati tudi paciente in njihove svojce, ki so sodelavci v terapevtskih procesih in v borbi proti stigmatizaciji. Stigma je eden izmed dejavnikov, ki dokazano vpliva tudi na kognicijo. Raziskovanje na tem področju in povezovanje z mednarodnimi inštitucijami na PKL izvaja Vesna Švab s sodelavci.

Sektor za raziskave in razvoj PK vodi Bojan Zalar. V zadnjem obdobju so potekale naslednje kognitivno usmerjene raziskave:

- Vloga serotonina pri samomorilnem vedenju.
- Vpliv antipsihotičnih zdravil na nevrokognitivno oškodovanost pri shizofreniji.
- Kognitivne disfunkcije in cerebralne poškodbe pri dveh tipih kardiokirurških premostitev koronarnih arterij.
- Vpliv duševnih motenj na kognitivne funkcije.
- Izgradnja trajnega sistema spremljanja samomorilnosti v Sloveniji po njenih psihopatoloških in psihosocioloških značilnostih.
- Indikatorji duševnega zdravja in duševnih motenj v Sloveniji.
- Bolnišnična rehabilitacija bolnikov s shizofrenijo.

Predstavitev projekta v okviru raziskovalne dejavnosti v kognitivni psihologiji:
<http://sicris.izum.si/search/prj.aspx?lang=slv&id=2851>

Slovenska sinergetska skupina

Slovenska sinergetska skupina, ki jo vodi Miran Možina, se ukvarja z raziskovanjem psihoterapevtskega procesa in učinkov psihoterapije ter z raziskovanjem svetovalnega procesa organizacijam. Skupina je interdisciplinarna skupina (socialni delavci, zdravniki, psihiatri, ekonomisti). Izvajajo oz. načrtujejo raziskave na področjih psihoterapevtskega procesa in izida psihoterapije v ambulantnih pogojih, koncepte samoorganizacije telesnih, duševnih in socialnih procesov ter teorijo sinergetike.

Eventualno zanimive teme v prihodnosti bi lahko bile: testiranje biopsihosocialnih modelov terapevtske spremembe; biološki vidik bomo testirali z imunskimi parametri in s fMRI posnetki za prikaz nevropastičnosti povezane s terapevtskimi spremembami.

Skupina deluje pod mentorstvom prof. dr. Gunterja Schiepeka, uveljavljenega raziskovalca psihoterapije. Projekt načrtujejo vgraditi v Šolo za psihoterapijo Fakultete za uporabne družbene študije v Novi Gorici. Načrtujejo doktorski študij. Zato so možnosti za vključevanje študentov in raziskovalcev velike.

Skupina želi ustvariti nov okvir za integrativno biopsihosocialno paradigmo, ki bo pomagala na nov način povezati tradicionalno ločene discipline - biologijo, filozofijo, psihologijo. Nov okvir tudi za psihoterapijo kot družbeno vedo.

Asist. mag. Miran Možina: miran.mozina@fsd.si

Inštitut za varovanje zdravja

Na Inštitutu so se v zadnjih letih pod vodstvom Andreja Marušiča in z raziskovalko Saško Roškar usmerili na raziskovanje kognitivnih/ nevropsiholoških mehanizmov, ki so v ozadju nastanka nekaterih duševnih bolezni, predvsem depresije in samomorilnega vedenja. Posebej se zanimajo za pojav pristranskosti v pozornosti na negativne dražljaje, upad pozitivnega razmišljanja o prihodnosti, reševanje problemov in mehanizem ponovne aktivacije negativne kognitivne zanke ob relapsu duševne bolezni.

Dosedanje delo je bilo usmerjeno v klinično populacijo oseb po poskusu samomora in oseb z depresivno motnjo. Saška Roškar je v okviru doktorske naloge proučevala glavne kognitivne mehanizme (pristranskost v pozornosti, negativne misli, reševanje problemov) samomorilnega vedenja in depresivne motnje.

Rezultat njihovega raziskovanja je tudi monografija A. Marušič, S. Roškar *Slovenija s samomorom ali brez* (DZS, 2003).

Inštitut za varovanje zdravja: http://www.ivz.si/

Povezanost kognitivne znanosti s pedagoškimi vedami

Med pomembnimi področji, ki opredeljujejo kognitivno znanost (filozofija, lingvistika, umetna inteligenca, nevroznanost, psihologija in antropologija), obstajajo močnejše in šibkejša interdisciplinarne povezave. Kognitivna psihologija je imela z vsemi disciplinami sorazmeroma tesne povezave in je glede na to dejstvo zavzemala osrednje mesto v kognitivni znanosti. O tem pričajo posebne discipline, ki so se razvile iz nje, kot so psiholingvistika, nevropsihologija, filozofija psihologije, umetna inteligenca ipd.

Sodobno kognitivno psihologijo označujejo predvsem naslednje značilnosti, ki so tesno povezane z učenjem, poučevanjem in razvojem:

- S svojimi odkritji kognitivna psihologija pomembno vpliva na razvojno, pedagoško in socialno psihologijo.
- Raziskave so usmerjene v kognitivno strukturo (organizacija in struktura znanja), kognitivne strategije, metakognicijo in samoregulacijo.
- Poleg mentalnih procesov kognitivna psihologija vedno bolj poudarja kontekst. Tako je vzpostavljen most med tradicionalno kognitivno znanostjo (vsa kognicija je vezana na ozir, je odvisna zgolj od duševnosti) in radikalnim kontekstualizmom (vsa kognicija je pogojena z vplivi zunanjega sveta). To pa je omogočilo razvoj interakcijske in integrativne paradigme pri razumevanju kognicije.
- Novo pojmovanje inteligentnosti. Namesto psihometričnega pojmovanja se uveljavlja "procesno" (pojmovanje inteligentnosti z vidika človekovega obravnavanja informacij).
- Vedno večje zanimanje za področja, bogata z znanjem. To kažejo raziskave ekspertnega znanja in raziskave kognitivnih procesov pri učenju raznih šolskih predmetov (branja, pisanja, računanja, naravoslovnih pojmov in psihomotoričnih spretnosti).
- Čeprav je kognitivna psihologija bazična znanost, se vedno močneje uveljavlja v praksi. Poleg vzgojno-izobraževalnega področja ima pomemben vpliv na razvoj diagnostike in rehabilitacije oseb z možganskimi poškodbami, psihoterapije (kognitivna terapija), načrtovanja preventive in kurative v medicini (kognitivna zdravstvena psihologija) ipd.
- V zadnjem času se v kognitivni psihologiji vedno bolj uveljavlja konekcionistični pristop, ki se neredko kaže celo bolj obetaven pri razumevanju nekaterih kognitivnih procesov (pozornost, razpoznavanje

vzorcev, učenje konceptov in pravil, učenje jezika ipd.) v primerjavi s pristopom simbolnega obravnavanja.

- Razvoj metodologije raziskovanja, tj. eksperimenta in računalniške simulacije.
- Pri analizi podatkov (rezultatov) raziskav se uporabljajo različni pristopi in njihove kombinacije: fenomenološki, nevrobiološki in informacijsko procesni.

Pedagoška fakulteta, UL:

<http://pef.uni-lj.si>

II

Področje

Umetna inteligenca

Kaj je umetna inteligenca?

Umetno inteligenco bi lahko definirali kot področje v računalništvu, ki razvija metode in postopke računanja, s katerimi dosežemo, da računalniki postanejo inteligentni. To pomeni predvsem razvoj metod in algoritmov, ki realizirajo razne vidike inteligence. Vendar se gornji definiciji mnogi avtorji raje izognejo, ker bi bilo treba definirati še, kdaj štejemo, da je računalnik inteligenten, oz. kaj inteligenca sploh je. Nekateri elementi inteligence niso vprašljivi, kot so npr. sposobnost deduktivnega sklepanja, reševanja problemov, učenja na osnovi izkušenj, induktivnega sklepanja s posebnih primerov na splošno itd. Zaplete pa se ob vprašanjih, kot na primer, ali inteligenca zahteva tudi čustva in zavest? Ta vprašanja pa vodijo v filozofske razprave, ki še zdaleč niso razčiščene in ki odpirajo nova vprašanja, kot na primer: Kaj je to “močna inteligenca” in kaj je “šibka inteligenca”.

Računalniške raziskave na področju umetne inteligence se zato takim odprtim vprašanjem izognejo in se omejijo na dva zelo konkretna cilja: (1) razvoj metod, ki omogočajo računalniško reševanje konkretnih praktičnih problemov, za katere so potrebni nekateri elementi inteligence; (2) razvoj modelov računanja, ki pojasnjujejo (tudi z računalniško simulacijo) elemente človeške inteligence, npr. kako človek rešuje določene vrste miselnih problemov, kako se uči in kako poučuje, itd. Predvsem drugi cilj je pomemben tudi s stališča kognitivne znanosti, čeprav si lahko tudi pri prvem cilju, reševanju konkretnih realnih problemov, pomagamo z razvojem računalniških metod, ki oponašajo človekov način reševanja takih problemov.

Področja umetne inteligence

Raziskave iz umetne inteligence lahko razdelimo na številna področja, med katerimi so:

- metode za predstavitev problemov z grafi in njihovo reševanje z algoritmi za preiskovanje grafov
- avtomatsko planiranje, pri čemer računalnik sestavlja plane – zaporedja akcij, s katerimi npr. robot doseže želeni cilj
- metode za predstavitev znanja v računalniku in tem predstavitvam ustrezni mehanizmi sklepanja
- strojno učenje, pri čemer se računalnik uči iz izkušenj oz. iz znanih primerov; rezultat učenja je lahko bolj učinkovito ukrepanje v bodočnosti ali pa avtomatsko sestavljene nove hipoteze in teorije, ki pojasnjujejo dosedanja opažanja

- metode za računalniško sklepanje “po zdravi pameti” (common sense reasoning), ki vključujejo kvalitativno modeliranje, kvalitativno sklepanje in t.i. naivno fiziko
- računalniško modeliranje in razumevanje naravnih jezikov
- robotika in računalniški vid
- evolucijsko računanje (genetski algoritmi, simulirano ohlajanje, umetno življenje itd.), umetne nevronske mreže

Zgodovina umetne inteligence

Čeprav so se nekatere ideje o možnosti avtomatiziranja inteligence pojavile daleč pred nastankom elektronskih računalnikov, seveda resen razvoj metod umetne inteligence ni bil možen brez dovolj zmogljivih računalnikov kot osnovnega orodja za realizacijo teh metod. Med takimi zgodnjimi poskusi, ki so prehiteli naravni razvoj, je bil članek Alana Turinga iz l. 1950 z naslovom *Computing Machinery and Intelligence*. Turing, ki je sicer zaslovel tudi po svojih prispevkih med drugo svetovno vojno k razvozlavanju nemškega kodirnega stroja Enigma, pri svojem razmišljanju o umetni inteligenci elektronskih računalnikov sam ni uporabljal. Delovanje svojih algoritmov je simuliral na papirju, kot tudi svoj formalni model računanja, imenovan Turingov stroj, ki je še zdaj eden osnovnih teoretičnih modelov za matematično analizo izračunljivosti. V svojem članku iz 1950 je predlagal t.i. Turingov test kot kriterij za razpoznavanje, ali je računalnik dosegel človeku primerljivo stopnjo inteligence. Turingov test je še vedno aktualen in ga še zdaleč ni dosegel noben računalnik. V članku je zelo vizionarsko vpeljal tudi osnovne pojme strojnega učenja in genetskih algoritmov, ki so postali dejansko aktualni šele dvajset let za tem.

Mnogi štejejo za resnični začetek področja umetne inteligence dvomesečno delavnico l. 1956 na Darmouth College v ZDA, na kateri je sodelovalo 10 raziskovalcev iz raznih ustanov, ki so gojili ambicije v zvezi z umetno inteligenco. Na tej delavnici je John McCarthy za to novo področje tudi predlagal naziv *Artificial Intelligence*.

Temu je sledilo obdobje velikega entuziazma in nerealno optimističnih pričakovanj o razvoju umetne inteligence, ki je trajalo nekje do l. 1970. Okrog l. 1970 je temu sledila vrsta “streznitvenih” spoznanj, ko se večina drznih napovedi ni uresničila v zadovoljivi meri. Eden takih znanih neuspehov je bilo strojno prevajanje med angleščino in ruščino. Analiza neuspehov je razkrila nekatere bistvene tehnične omejitve razvoja umetne inteligence. Med njimi sta bila velika časovna zahtevnost algoritmov umetne inteligence, ki kombinatorično strmo narašča z velikostjo reševanega problema, in pomanjkanje eksplicitno predstavljenega ekspertnega znanja v računalniških programih.

Kot odgovor na to zadnjo pomanjkljivost so se v l. 1970-80 pojavile metode za računalniško predstavitev znanja in t.i. ekspertni sistemi, ki so vsebovali bazo ekspertnega znanja za konkretno specifično problematiko problemskega področja (npr. glavkomske bolezni), ki mu je bil sistem namenjen. Ekspertni sistemi so postali zelo pomemben vidik uporabe metod umetne inteligence. Sledilo je obdobje vrste uspešnih aplikacij in ponovno velikih, preveč optimističnih pričakovanj.

Temu je sledilo v zgodnjih 1990-tih letih ponovno obdobje streznitve. Za nadaljnji razvoj, ki je sledil temu, je postalo značilno, da je v razvoju metod umetne inteligence postajala vedno bolj pomembna stroga znanstvena disciplina in formalna matematična obravnava novih metod. V zadnjih petnajstih letih se je področje umetne inteligence zelo razširilo, razvejalo v mnoga specializirana podpodročja in doseglo splošno znanstveno zrelost.

Razvoj umetne inteligence pri nas

Laboratorij za umetno inteligenco UL je bil ustanovljen v začetku 1980-tih let, kar ga uvršča med starejše laboratorije na področju umetne inteligence. Celotna zgodovina področja umetne inteligence v svetu obsega vsega približno zadnjih 50 let. Še okrog l. 1980 ni bilo v svetu več kot deset močnejših laboratorijev, ki so resno raziskovali na tem področju. Med njimi so bili tisti na slovitih ameriških univerzah Stanford, Carnegie-Mellon v Pittsburghu in MIT (Massachusetts Institute of Technology), v Evropi pa daleč vodilni na univerzi v Edinburghu.

L. 1977 se je začelo dolgoletno sodelovanje takratne ljubljanske skupinice za umetno inteligenco z Univerzo v Edinburghu. To sodelovanje je bilo verjetno odločilno za kasnejši razvoj umetne inteligence v Ljubljani. Imeli smo veliko srečo, da je bil naš najvidnejši partner pri tem sodelovanju prof. Donald Michie, eden izmed pionirjev oz. soustanoviteljev področja umetne inteligence sploh, ki je iz nadebudnih navdušencev z leti naredil spodobne znanstvenike. Posebej je pomembno vplival na nas s svojimi številnimi in daljnovidnimi vizijami. Za naše delo so bile posebej pomembne tiste v zvezi s strojnim učenjem, ko je deset let pred drugimi začel raziskovalno delati na računalniški sintezi znanja. Tu računalnik z metodami strojnega učenja iz baze golih podatkov izlušči novo znanje, ki je zanimivo tudi za človeka. V času, ko so se vodilni ameriški znanstveniki tej ideji posmehovali kot povsem nerealistični, Michie ni v tej smeri le raziskoval, temveč je to tehnologijo že takrat celo uporabil v več komercialnih aplikacijah za znane naročnike iz industrije. Ljubljanska skupina je prispevala k realizaciji te vizije z nekaj pomembnimi tehničnimi odkritji, pa tudi z nekaterimi od prvih aplikacij te tehnologije. Kasneje je angleški filozof Donald Gillies prav te aplikacije uporabil kot glavni argument za svoje teze v

knjigi o vplivu umetne inteligence na filozofijo znanosti. To je bilo eno najbolj nenavadnih in morda najbolj tehničnih priznanj za naše raziskovalno delo nasploh.

Kasneje smo sodelovali tudi z mnogimi drugimi vrhunskimi znanstveniki na področju umetne inteligence, vendar verjetno nihče ni tako vplival na naše delo kot Donald Michie. Michie je za svoje dosežke požele številne pomembne priznanja. Med drugim je bil član Royal Society of Edinburgh, član Ameriške akademije znanosti in umetnosti, pa tudi dopisni član Slovenske akademije znanosti in umetnosti in t.i. pridružen član Instituta Jožef Stefan. Zaradi svojih mnogih plodnih znanstvenih obiskov v Ljubljani je to slednje vedno navajal v svojih življenjepisih med najbolj pomembnimi. Michie je umrl julija letos v prometni nesreči na poti iz Oxforda v London. Ta dogodek so na najvidnejših mestih obeležili tudi vsi pomembni mediji v Veliki Britaniji.

Ljubljanska skupina za umetno inteligenco je v zadnjih dvajsetih letih dosegla na nekaterih ožjih področjih odmevne rezultate. Skupina je s časom tudi dokaj narasla in se kasneje razdelila, tako da zdaj deluje v štirih organizacijskih enotah: Laboratorij za umetno inteligenco in Laboratorij za kognitivno modeliranje na Fakulteti za računalništvo in informatiko (FRI), ter Odsek za inteligentne sisteme in Odsek za tehnologije znanja na Institutu Jožef Stefan.

V tem sestavku naj nekoliko podrobneje omenim nekatere dosežke Laboratorija za umetno inteligenco na FRI, ki je eden od partnerjev pri študiju iz kognitivnih znanosti na UL. Tole so nekateri dosežki, ki so prispevali k razpoznavnosti laboratorija v svetu.

Programski sistem za strojno učenje Orange, razvit v tem laboratoriju, tekmuje za prvo mesto v svetu po priljubljenosti in uporabljanosti med odprtokodnimi sistemi za strojno učenje in "datamining". Pri tem je edini resni tekmeč Oranga slovit novozelandski sistem Weka. Na področju uporabe umetne inteligence v genetskih raziskavah so sodelavci laboratorija v zadnjih letih dosegli vrsto vrhunskih uspehov. Na področju strojnega učenja v bioinformatiki je Orange postal neke vrste referenčni sistem, saj drugi raziskovalci skoraj obvezno v svojih raziskavah primerjajo svoje rezultate z rezultati Oranga. Laboratorij je iskan partner v evropskih in ameriških raziskovalnih projektih. V laboratoriju je nastala knjiga o umetni inteligenci in programskem jeziku Prolog, ki se uporablja tudi kot učbenik na stotinah univerz v svetu. Evropska organizacija ECCAI je nagradila dva doktorata, izdelana v tem laboratoriju, kot najboljše doktorate iz umetne inteligence v Evropi v letih 2001 in 2005. Doktorat oz. raziskovalno delo v tem laboratoriju šteje bivši član laboratorija kot pomembna referenca, ki jim zvišuje "tržno vrednost" pri zaposlovanju kjerkoli v svetu.

III

Predstavljeni raziskovalni projekti/skupine:

**Fakulteta za računalništvo in informatiko, UL
Laboratorij za umetno inteligenco**

**Fakulteta za računalništvo in informatiko, UL
Laboratorij za kognitivno modeliranje**

**Fakulteta za elektrotehniko, UL
Laboratorij za modeliranje, simulacijo in vodenje**

Fakulteta za računalništvo in informatiko, UL Laboratorij za umetno inteligenco

Glede Laboratorija za umetno inteligenco (LUI) sem kot študent živel v dveh zmotah. Verjel sem, da tam najbrž delajo kaj v zvezi z roboti in – po Principih programskih jezikov v tretjem letniku – da tam programirajo v Prologu in se, najverjetneje, celo v osebni komunikaciji pretežno izražajo v predikatih. Dejstvo 1: prvega robotka smo sestavili letos, ko smo si kupili za dvesto jurjev Fischer Technika. Dejstvo 2: v LUI programiramo v C++, Pythonu, Perlu, Javi, MatLabu, Ocamlu, F#, C#... ter se mučimo s Phpjem in občasno z Visual Basicom (temu dvojemu pač ne moremo reči programiranje, kajne?). Seveda kdaj *tudi* v Prologu, ki je v resnici čisto zabaven jezik, a ni ravno za vsak problem. Osebna komunikacija pa ne teče v Prologu, temveč bolj v Kulinarju.

V resnici te delo v laboratoriju pretelovadi v vsem, česar so te učili na fakulteti. Algoritmov in podatkovnih struktur ne ponavljaš, temveč izumljaš nove (ste morda že slišali za moj seznam-kopico?). Včasih je treba ponoviti kak koncept iz fizike in pred pol leta sem se po desetih letih prvič prebijal čez, ojoj, parcialne diferencialne enačbe (ko uspeh reševanja ni več odvisen od tega, ali boš na koncu odprl indeks, je takšno obujanje spomina pravzaprav čisto zabavno). Da o tehničnih rečeh, s katerimi se spopadajo nekateri, denimo o priložnostnem programiranju ISAPIjev (pravih, ne filtrov!), o čudesih v VMWareih znotraj VNCjev in podobnih umetnijah ne govorim.

A ne le v računalništvo, pri reševanju problemov, s katerimi se ukvarjamo, se mimogrede potunkaš v medicino, genetiko, tekstilno industrijo, meteorologijo, muzikologijo... Kar te pač zanima.

Kaj, hudiča, ima umetna inteligenca s temi vedami? In s čim – če ne z roboti ali vsaj s programi, ki se pogovarjajo s tabo – se ukvarja?

Definicije so različne, pogledi tudi. Tale bo moj osebni: računalnik je nekaj takega kot škripec in tudi nekaj takega kot vhodna vrata naše fakultete. Škripec uporabiš za dvigovanje stvari, ki so zate pretežke; še vedno jih v resnici dvigneš sam, le z orodjem si pomagaš. Vhodna vrata na fakulteti pa se odpirajo sama, ker nima smisla, da bi jih odpiral vsak sam ali da bi to počel vratar. In umetna inteligenca je natanko to, le da človeka zamenjuje na področjih, kjer ne delajo roke ali noge, temveč tam, kjer delajo možgani. Umetna inteligenca je podaljšek človeške. Tako kot zdravemu človeku ne zamenjamo noge s plastično, da bi boljše hodil, tudi z umetno inteligenco ne zamenjujemo “naravne” tam, kjer bi ta delovala boljše in to počela z veseljem, temveč tam, kjer človek potrebuje pomoč ali zamenjavo.

Kot recimo na žerjavu v Luki Koper. Kontejnerje z ladij je potrebno čim hitreje dvigniti, prenesti v skladišče (pri čemer ne smejo preveč nihati, da se žerjav ne polomi) in tam odložiti (pred čemer se mora tovor skoraj povsem iznihati). Naredili smo simulator in se igrali z njim, računalnik pa nas je opazoval in se učil, kako voziti čim hitreje in kako reševati krizne situacije. Dokler ni vsega tega obvladal boljše od nas! Kdo sedaj vozi žerjav v Kopru, ne vem, a računalnik lahko to počne bolje in ceneje kot ljudje.

Podobna reč je majhna podmornica, ki sta jo dva zanesenjaka skonstruirala iz... no, mene je slika prve verzije spomnila na izdelke Alan Fordovega junaka Grunfa, med drugim je namreč vsebovala elemente na pol prerezane plinske bombe. Obnaša pa se tako kot lovska letala: pri manevriranju se kaj rada prevrne, zato jo je človeku težko voziti. Računalnikovi refleksi pa so bistveno hitrejši, in če mu dodamo še malo umetne pameti za manevriranje...

Na čisto drugačne probleme naletimo v genetiki. Predstavljajte si, da vam nekdo da logično vezje, vendar vam ne pove, kako so elementi vezja povezani med seboj. Vaša naloga je odkriti povezave tako, da iz vezja izklapljate posamezna logična vrata in opazujete, kaj se zgodi z izhodno funkcijo. Vrata odgovarjajo genom, ki jih lahko "izklapljamo", izhodna funkcija pa so različne reči, ki jih organizem (navadno kaka ameba) po tem ne zna več ali, nenadoma, spet zna. Zanimiv problem, ne? Zveni kot igrača, vendar gre za zelo resno reč: genetika je eno najbolj živih področij znanosti, naš laboratorij pa je v sodelovanju s kolegi iz Teksasa razvil precej izvirnih algoritmov in orodij.

Pa še veliko drugega delamo v genetiki. Kako deluje kačji strup in kako ga ustaviti brez stranskih učinkov? Kako s pomočjo genov razlikovati med različnimi vrstami raka? Ali kako pravočasno odkrivati hujše oblike revmatizma? (V reševanje tega vprašanja je vprežen superračunalnik, ki je tako velik, da so ga postavili kar v eno od opuščenih barcelonskih katedral.) Posebej vroče in perspektivno področje pa je uporaba genetike pri razvoju zdravil, pri čemer sodelujemo tudi z večjim slovenskim farmacevtskim podjetjem. Če radi gledate oddaje o genetiki na Discoveryju: pri nas jih je mogoče gledati v živo. In interaktivno.

Kot smo zdaj blizu genetiki, smo bili vedno tudi medicini. Kako med izkopanimi iz potresnih ruševin prepoznati tiste, ki jim ni hudega, tiste, ki morajo *takoj* v bolnico in one, ki jim žal ni več pomoči? Iz podatkov o žrtvah potresa v Kobeju smo, skupaj z zdravniki z Japonske, poskušali izluščiti pravila, s katerimi bi "umetno podaljšali inteligenco" reševalcev, ki navadno nimajo posebne medicinske izobrazbe, imajo pa dlančnik ali mobilni telefon s Symbianom. Prejle smo omenjali plastične noge: v resnici smo se ukvarjali s podatki o pacientih z umetnimi kolki, da bi sestavili sistem za napovedovanje uspeha operacije in za določanje najboljšega tipa proteze. Kako kardiologu pomagati iz EKG določiti tip srčne okvare? Kako napovedovati ponovitev raka dojke ali raka prostate? In bogvekaj vse še je že šlo čez naše roke.

Tiste, ki jim medicina in genetika nista blizu in so bolj klasično usmerjeni, bo nemara zanimala muzikologija? Napisati poskušamo program, ki bi lahko pomagal muzikologu pri harmonski analizi skladb ali učencu harmonije. In znal (kar je – zanimivo – najlažja in celo nekoliko cenena naloga) celo sam malo skladati. Recimo tako, da bi mu človek zažvižgal melodijo, računalnik pa bi napisal ustrezno priredbo za simfonični orkester. Ali rock skupino ali jazz orkester – žanr je tako ali tako le opcija, ki vpliva na izbor inštrumentov in uporabljenih akordov.

K simfoničnem orkestru sodi tudi nekoliko lepša obleka. Tudi za to vam poskrbimo, skupaj z Muro in tekstilnim oddelkom mariborske strojne fakultete: naredili smo sistem, s katerim je mogoče napovedovati, kako kvalitetno obleko je mogoče narediti iz določene tkanine.

Tudi ali vzeti na koncert dežnik ali ne, vam znamo povedati. Vsaj trudimo se: nekateri naši člani so že precej časa *predežurali* na hidrometeorološkem zavodu in ko jih poslušáš, je včasih videti, da bi že lahko zamenjali vremenarje na televiziji. Njihovi programi pa tudi – v napovedovalni tekmi (kjer so sicer napovedovali le temperaturo in ne “vsega vremena”) so se kar dobro obnesli.

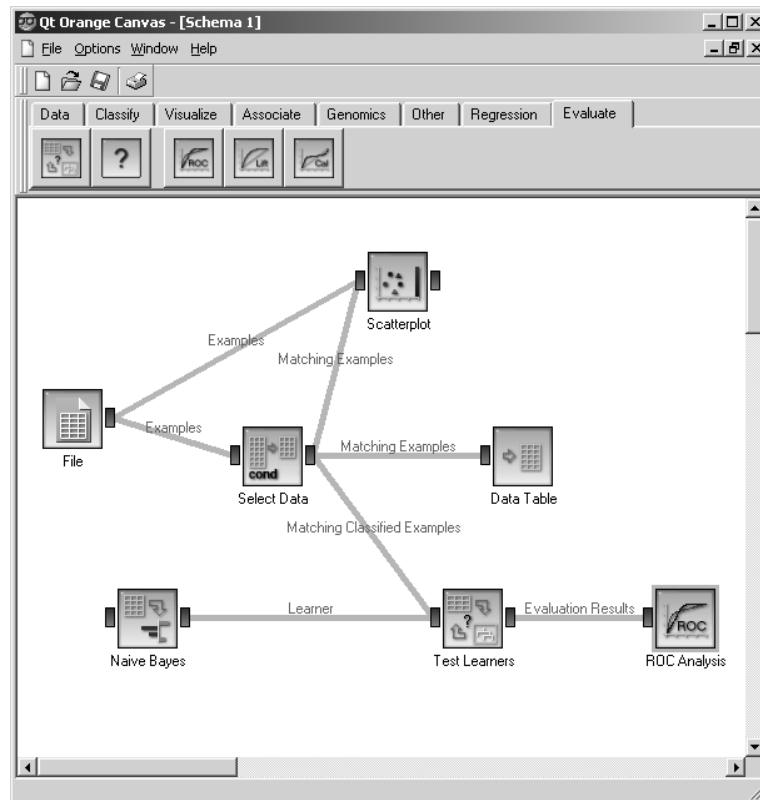
Dolgoročna zaščita pred dežjem pa je seveda le dobra streha. S Trimom se trudimo, da bi se njihova kritina čim manj lomila in se čim bolj obnesla tudi v drugih pogledih.

Še več stika z industrijo imamo prek evropskih raziskovalnih projektov, v katerih sodelujejo raziskovalci in podjetja iz vse Evrope. Tako smo, denimo, z Rolls–Royceom razmišljali, kako naj računalnik v avtu čim učinkoviteje pomaga voziti na luknjasti in/ali ovinkasti cesti, s Fiatom pa se trudimo razlikovati manj moteč avtomobilski hrup od bolj motečega.

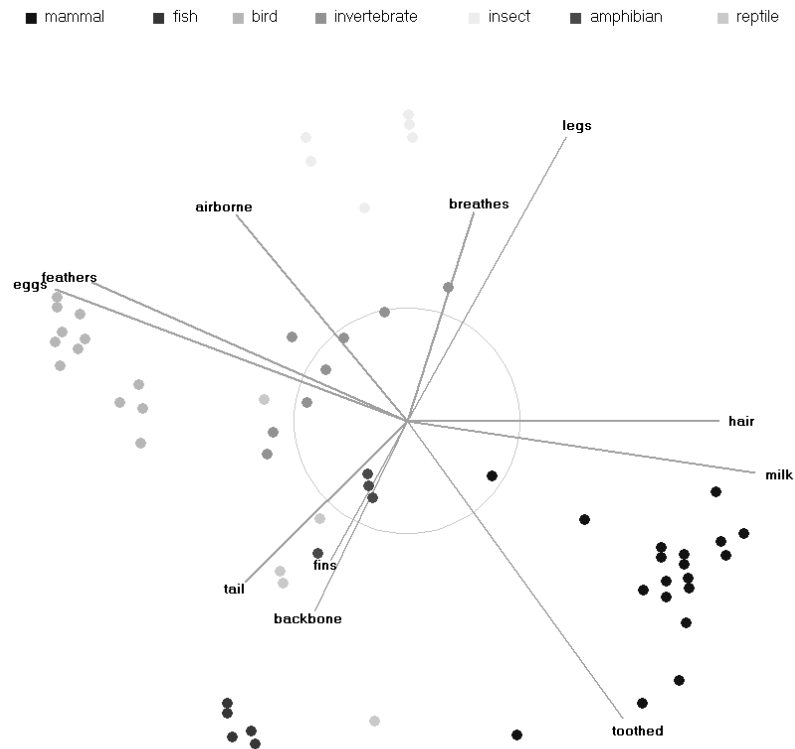
Klasična domena umetne inteligence je igranje šaha. Včasih so namreč mislili, da bo računalnik dokazal, da je pametnejši od človeka, takrat, ko ga bo prvič premagal v šahu. A se je izkazalo, da je šahista-človeka mogoče premagati bolj ali manj z golo močjo mišic, torej tako, da računalnik ocenjuje pozicije za dovolj veliko število potez vnaprej. V izogib ranjenemu egu, smo takšno, šahovsko definicijo računalnikove inteligence opustili. Šahovske programe pa poskušamo narediti pametnejše, razumnejše. Delamo, denimo, na programu, ki zna, kot kak šahovski komentator na televiziji, komentirati položaj in možne poteze ter na ta način pomagati pri učenju šahista začetnika.

Večino naštetega smo počeli v zadnjih treh letih. Precej dela, ne? Laboratorij za umetno inteligenco je po številu zaposlenih največji na fakulteti in tudi najhitreje se širi. V njem dela tudi vedno več študentov, saj je zanimivih odprtih projektov toliko, da je zanje vedno premalo ljudi. In še ko pride kdo nov, pogosto prinese – namesto da bi vljudno delal na kakem odprtem problemu – kak svoj problem, svojo zamisel, svoje področje, na katerem bi želel delati. Imaš tudi ti kakega?

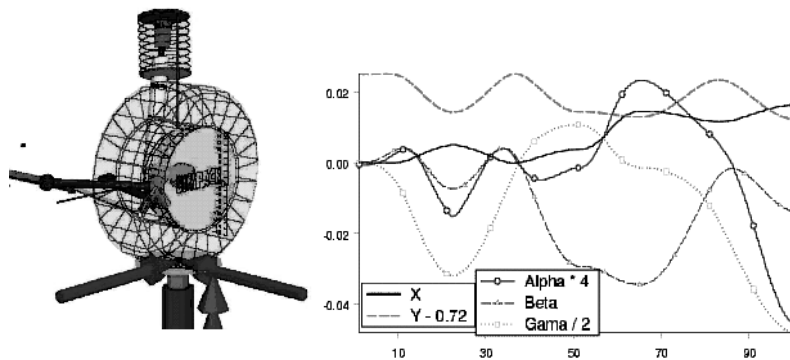
Slike:



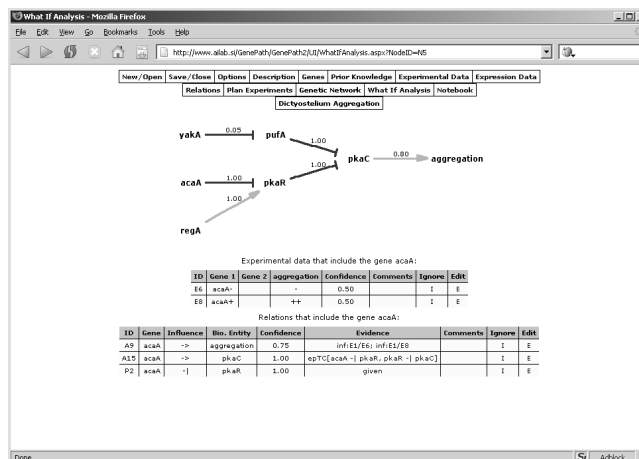
Orange je eden največjih odprtokodnih sistemov za strojno učenje in odkrivanje zakonitosti podatkov na svetu. Razvijamo ga v LUI in je eno naših osnovnih delovnih orodij. Slika kaže njegov nenavadni, vendar intuitivni in zmogljivi vmesnik za vizualno programiranje postopkov obdelave podatkov.



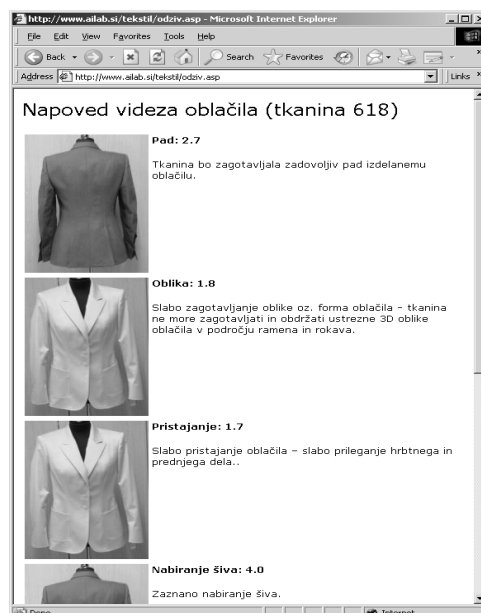
Kako na podlagi nekaj lastnosti živali odkriti, za katero vejo živalskega drevesa gre? Slika kaže uporabo inteligentne vizualizacije FreeViz, ki smo jo v okviru sistema Orange razvili v LUI. Iz nje za te konkretne podatke ni mogoče razbrati le značilnosti posameznih skupin živali, temveč tudi med seboj povezane značilnosti (letenje, perje...), značilnosti, ki ne gredo skupaj (plavuti, noge), podobnosti med živalskimi skupinami (ribe, dvoživke)...



Model kolesa, s katerim smo raziskovali, kako zaniha avtomobil pri določenem manevru.



Spletni vmesnik za program, ki iz rezultatov poskusov z mutanti rekonstruira genetske mreže.



Spletni vmesnik programa za napovedovanje izgleda oblačila na podlagi mehanskih in fizikalnih lastnosti tkanine, iz katere ga nameravamo izdelati.



Mini podmornica, ki jo je človeku nekoliko težko upravljati, računalniku pa bo gotovo lažje.

Aleksander Sadikov

Računalnik postane učitelj

V dobrega pol stoletja je umetna inteligenca odrasla. Morda (še) ni uspela ustvariti androida, kot ga poznamo iz znanstvene fantastike, ali odgovoriti na (vsa) vprašanja o mehanizmih človeškega mišljenja in učenja, a kljub temu ji je treba priznati, da je odrasla. In dobila moč pomagati človeku ter na nekaterih področjih biti celo boljša od njega. Veliko boljša.

Poglejmo si dva konkretna primera. Sodobna tehnologija omogoča generiranje in shranjevanje ogromnih količin podatkov (od migracij ptic, temperatur in onesnaženosti rek v Avstraliji do podatkov o zavarovalniških prevarah). A brez obdelave, oziroma z drugo besedo učenja, so ti podatki nekoristni. Brez metod strojnega učenja in odkrivanja znanja iz podatkov si danes že težko predstavljamo izkoriščanje te brezmejne količine podatkov. Strokovnjakov je preprosto premalo. In v nekaterih primerih so računalniki celo bolj uspešni od strokovnjakov. Vsekakor pa velja, da je pri tem delu najuspešnejša kombinacija človeka in računalnika – vsak izmed njiju ima namreč svoje kvalitete.

Za drugi konkretni primer bi vam rad ponudil področje računalniških iger, na primer šah. Že od samih začetkov umetne inteligence v petdesetih letih prejšnjega stoletja je bil šah v središču pozornosti raziskovalcev – glavni razlog je bil, da je šah vedno veljal za inteligentno igro. Poleg tega je igra težka, z jasno definiranimi pravili in razširjena po celem svetu. Zastavljeni cilj je bil seveda premagati človeka, svetovnega prvaka. A obenem je bil cilj naučiti se čimveč o tem, kako človek razmišlja in se uči. V kolikšni meri je po pol stoletja dosežen ta drugi, pomembnejši cilj, je še vedno vprašljivo, a neizpodbitno dejstvo v letu 2007 je, da svetovni prvak proti povsem običajnemu računalniku

nima več dosti možnosti za enakopravno borbo. Ta bitka je za ljudi izgubljena, oziroma je dobljena za umetno inteligenco.

Postavlja se vprašanje: kaj sedaj? Šahovski programi imajo seveda še precej rezerve in bodo še naprej postajali čedalje bolj močni. A s človeškega vidika to najbrž ni najzanimivejša pot razvoja. Čas bi bil, da nam računalniki začnejo vračati – do sedaj smo jih pol stoletja učili mi, sedaj so na vrsti oni!

Dejstvo, da šahovski programi, ki lahko zmeljejo svetovnega prvaka, tečejo na povsem običajnih računalnikih, računalnikih kot jih imajo ljudje doma, pomeni, da lahko praktično vsakdo, ki si tega zaželi, kadarkoli v udobju svojega doma igra s svetovnim prvakom. To je razkošje, kot si ga ni nihče predstavljal še desetletje ali dve nazaj.

Pa vendar obstaja pomembna razlika med tem, da imamo doma močan šahovski program in ne svetovnega prvaka iz mesa in krvi. Tega drugega lahko nadlegujemo z vprašanji, z njim lahko analiziramo partije in se od njega učimo, sposoben nam je razložiti komplicirane šahovske koncepte. A zakaj bi ne mogel računalnik početi tega? Navsezadnje ima v sebi nakopičene gore in gore znanja, tudi strateškega. Resnično, zakaj računalniki ne morejo dajati šahovskih lekcij človeku?

Odgovor se skriva v izhodu, ki ga dajejo šahovski programi. Ta tipično vsebuje le glavno varianto igre (nekaj najboljših potez za črne in bele) in številčno oceno nekaj najboljših potez – z drugimi besedami, nekaj potez in številčk. Na splošno ljudje nismo ravno najboljši v razumevanju številčk, a smo se v tem primeru že dodobra navadili, da ocena -3 pomeni, da bomo izgubili lovca ali pač kakšen drug ekvivalent treh kmetov. Ampak povsem iz tira nas vrže predrzna ocena -0,39; kaj neki naj bi to pomenilo? Da izgubljam za -0,39 kmeta? Kaj je to, napol odgriznjen kmet? Očitno med nami in šahovskimi programi obstaja jezikovna prepreka oziroma enostavno ne govorimo istega jezika. Po eni strani morda lahko razumemo (očitne) taktične variante, v katerih dobimo ali izgubimo material (čeprav tudi tu ne bi škodilo slišati z nam domačim “izgubil boš konja”), imamo po drugi strani probleme z razumevanjem računalnikovih tihih, strateških idej.

To je velika škoda. Pri roki in vedno na voljo imamo eksperta z ogromno količino znanja, a na žalost večino časa ne razumemo, kaj nam govori. Si predstavljate, da bi razumeli, kaj ta nesrečna ocena -0,39 v resnici pomeni? Na primer: “Imate lovski par in varnega kralja, a to ni zadostna kompenzacija za dva izolirana kmeta na daminem krilu in nasprotnikovo oporišče za skakača na d3. Vaša pozicija je nekoliko (-0,39) slabša.” To bi bilo nekaj, iz česar bi se lahko učili. Šahovski program, ki bi komentiral partije v nam razumljivem jeziku, bi v bistvu lahko postal pravi šahovski učitelj.

Izdelava takšnega programa je dolgoročni cilj našega laboratorija. Danes že imamo prvo delujočo verzijo tovrstnega programa, ki je seveda še daleč od

popolnega komentatorja/učitelja, a vseeno predstavlja precejšen napredek v primerjavi z "golimi" šahovskimi programi. Naša osnovna ideja je, da uporabimo gradnike ocenjevalne funkcije "klasičnega" šahovskega programa za opis, kaj se v poziciji dogaja, ko je narejena določena poteza. Te, zelo osnovne gradnike, kasneje združujemo in iz njih sestavljamo ljudem razumljive visokonivojske koncepte. Na ta način premoščamo jezikovno prepreko med ljudmi in računalniki. Zanimiv stranski učinek našega dela je, da programerjem šahovskih programov omogoča vpogled v to, kako njihovi programi dejansko "razmišljajo".

Za izdelavo zares dobrega šahovskega učitelja je potrebno rešiti še celo vrsto problemov; od tega jih je precejšen delež kognitivne narave. Če naštejemo samo nekaj zelo očitnih: (1) kdaj komentirati in kdaj ne, (2) kakšni komentarji so ustrezni za določenega igralca glede na njegovo že obstoječe znanje, (3) kako globoko naj bi program gledal; če gleda premalo globoko, bo človeku vse trivialno, če gleda preveč globoko, bodo komentarji spet nerazumljivi.

Računalniški programi, ki so avtomatsko sposobni predelati velike količine podatkov in nas potem o svojih izsledkih poučiti v nam razumljivem jeziku, torej niso več popolna znanstvena fantastika, ampak precej bližnja realnost. Kako programu omogočiti, da se samodejno uči, je že precej dobro obdelana veja umetne inteligence. Po drugi strani pa je vprašanje, kako programu omogočiti, da uči človeka, v precejšnji meri še neraziskana veja. Ta veja zahteva precej interdisciplinarnosti ter je na kožo pisana prav študentom kognitivnih znanosti.

Laboratorij za umetno inteligenco:

<http://www.ailab.si>

*Igor Kononenko**Matjaž Kukar**Marko Robnik Šikonja*

Fakulteta za računalništvo in informatiko, UL Laboratorij za kognitivno modeliranje

Laboratorij za kognitivno modeliranje (LKM) ima trenutno šest rednih članov (en redni profesor, dva docenta, en doktor, en magister in en univ. dipl. inženir računalništva) in več zunanjih sodelavcev. LKM je bil ustanovljen leta 2001, tudi zaradi prostorske stiske v Laboratoriju za umetno inteligenco (LUI), iz katerega je LKM izšel, še vedno pa z LUI raziskovalno tesno sodelujemo. V LKM se raziskuje na področjih kognitivnega modeliranja, strojnega učenja, nevronske mreže, odkrivanja znanja v podatkih in v slikah. Strojno učenje in podatkovno rudarjenje se ukvarja z iskanjem zakonitosti v relativno velikih bazah podatkov, ki so na voljo za učenje modelov. Naučeni modeli služijo za razlago podatkov, za simulacije, nadzor, napovedovanje in za reševanje novih problemov. Tipičen primer je npr. medicinska diagnostika. Iz podatkov o pacientih, ki jih je nek zdravnik ali klinika zdravila v preteklosti, sistem za strojno učenje zgradi model, ki se lahko uporabi za diagnosticiranje novih pacientov. Pri tem so pomembni predvsem točnost in zanesljivost napovedi ter zmožnost razlage odločitev modela. Strojno učenje je široko področje, ki vključuje učenje logičnih modelov (odločitvena drevesa, pravila, logični programi), verjetnostnih modelov (variante Naivnega Bayesovega klasifikatorja, bayesovske mreže), umetnih nevronske mreže ter numeričnih modelov (npr. metoda podpornih vektorjev).

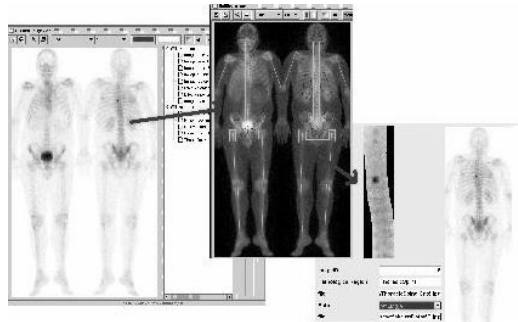
Raziskovalna podpodročja, s katerimi se intenzivno ukvarjamo, so modeliranje iz šumnih podatkov, ki je povezano s kognitivnimi, medicinskimi, biološkimi in drugimi procesi. Razvijamo, testiramo in apliciramo nove pristope in algoritme za modeliranje iz numeričnih, simboličnih in slikovnih podatkov. LKM sodeluje s psihologi, zdravniki, biologi, fiziki in kemiki. Pomemben del raziskav je povezan z analizo slik, medicinsko diagnostiko ter raziskavami vplivov različnih polj na vitalnost rastlin in ljudi. Raziskovalno sodelujemo z več domačimi in tujimi inštitucijami, med drugim z Univerzo v Portu (Portugalska), z Univerzo v Ioannini (Grčija), z Univerzo v Hasseltu (Belgija), z Univerzo v St. Petersburgu (Rusija), ter z Inštitutom za organsko kmetijstvo v Fricku (Švica).

Kvaliteto raziskovalnega dela izkazujemo s številnimi objavami v uglednih znanstvenih revijah in mednarodnih znanstvenih konferencah ter s preko 300 citati naših del s strani drugih avtorjev v uglednih (SCI) znanstvenih objavah. Leta 2007 je pri ugledni znanstveni založbi Horwood Publishing izšla knjiga

“Machine Learning and Data Mining: Introduction to Principles and Algorithms” avtorjev prof. dr. Igorja Kononenka in doc. dr. Matjaža Kukarja (oba člana LKM). Taka objava predstavlja priznanje raziskovalni skupini in zaokroža dolgoletno raziskovalno delo.

Trenutno raziskovalno delo v LKM lahko razdelimo na več podpodročij:

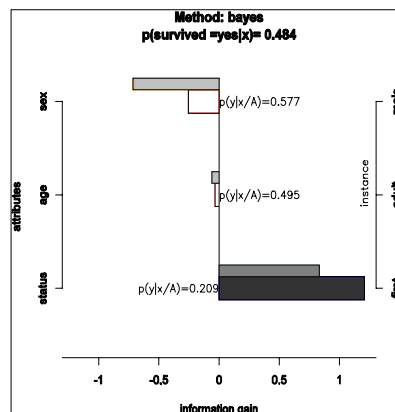
- **Modeliranje, analiza, parametrizacija in klasifikacija slik.** Tu gre za



razvijanje algoritmov, ki sliko opišejo z množico numeričnih parametrov (značilk, atributov), ki jih potem lahko uporabimo za klasifikacijo slik z metodami strojnega učenja. Ti algoritmi se lahko aplicirajo na različnih področjih. Eno teh področij so medicinske

slike. Trenutno se v sodelovanju z zdravniki iz Klinike za nuklearno medicino v Ljubljani ukvarjamo z analizo scintigrafskih slik okostij (glej sliko) ter scintigrafskih slik srčne mišice. V sodelovanju z Univerzo v St. Petersburgu analiziramo slike koron prstov ljudi, v sodelovanju z Inštitutom za organsko kmetijstvo v Švici pa slike koron delov rastlin.

- **Razvoj metod za razlago odločitev, ki jih ponujajo modeli, zgrajeni z metodami strojnega učenja.** Poleg



točnosti napovedovanja (odločanja), je pri uporabi modelov, ki jih dobimo z metodami strojnega učenja, zelo pomembna zmožnost razlage odločitev. Iz razlage lahko uporabnik bolj ali manj zaupa odločitvi sistema, hkrati pa lahko preverja odločitev glede na svoje predznanje. Razvijamo splošne postopke za razlago odločitev, ki naj bi bili neodvisni od izbire metode strojnega učenja.

- **Razvoj metod ocenjevanja zanesljivosti napovedi algoritmov strojnega učenja.** Rezultat večine metod strojnega učenja so modeli, ki se uporabljajo za napovedovanje pri reševanju novih problemov (npr. za diagnosticiranje novih pacientov). Pri napovedovanju je zelo pomembna ocena zanesljivosti napovedi (npr. zanesljivost diagnoze). Razvijamo splošne postopke, ki omogočajo ocenjevanje zanesljivosti glede na lastnosti modela in glede na

lastnosti novega problema (npr. nekaterim pacientom se da zanesljivo postaviti diagnozo, za druge pa je potrebno poiskati dodatne podatke, kot so laboratorijski izvidi ipd.). Postopki naj bi bili splošno uporabni, t.j. neodvisni od izbire metode strojnega učenja.

- **Ocenjevanje atributov v strojnem učenju.** V strojnem učenju je



pomembno, iz kakšnih podatkov se učimo. Kvalitetnejši podatki nam zagotavljajo boljše rezultate strojnega učenja. Podatki so opisani z množico atributov (značilk). Pri tem je lahko število atributov zelo veliko (nekaj tisoč) in seveda niso vsi enako kvalitetni. Preveč (nekvalitetnih in/ali redundantnih) atributov prepreči algoritmom strojnega učenja, da bi zgradili kvaliteten model. Poleg tega je zbiranje atributov

pogosto drago, zato je reduciranje števila atributov tudi s tega stališča lahko zelo koristno. Razvijamo postopke za učinkovito ocenjevanje kvalitete atributov, ki so lahko med seboj močno soodvisni, ter prilagajamo postopke za potrebe posameznih problemskih področij.

- **Aplikacije algoritmov strojnega učenja in podatkovnega rudarjenja.** Uporabljamo obstoječa komercialna in prosto dostopna orodja kot tudi svoja lastna orodja za strojno učenje in podatkovno rudarjenje na različnih aplikativnih področjih: analiza slik (medicinska diagnostika, analiza mikroskopskih posnetkov kapljic, analiza koron), energetika (napovedovanje električnih tokov), svetovni splet (analiza web logov), tržne raziskave v marketingu, športne stave (nogomet, konjske dirke), telekomunikacije (profil uporabnikov mobilnih storitev), zavarovalništvo (ocenjevanje zanesljivosti klientov), itd.

Kljub prostorski stiski je vzdušje v LKM prijetno in raziskovalno zanimivo. Študenti višjih letnikov se vključujejo v raziskovalno delo predvsem preko seminarskih in diplomskih nalog, podiplomski študentje pa preko magistrskih in doktorskih del. Seveda pa so entuziasti in raziskovalno radovedni dobrodošli tudi mimo pedagoškega procesa.

Laboratorij za kognitivno modeliranje:

[http://www.fri.uni-](http://www.fri.uni-lj.si/si/katedre_in_laboratoriji/umetna_inteligenca/lab_kognitivno_modeliranje/)

[lj.si/si/katedre_in_laboratoriji/umetna_inteligenca/lab_kognitivno_modeliranje/](http://www.fri.uni-lj.si/si/katedre_in_laboratoriji/umetna_inteligenca/lab_kognitivno_modeliranje/)

*Aleš Belič
Vito Logar
Simon Brežan
Vita Štukovnik
Jurij Dreo*

Laboratorij za modeliranje, simulacijo in vodenje Fakulteta za elektrotehniko, UL

Del skupine se ukvarja z modeliranjem, simulacijo in vodenjem različnih vrst sistemov. Narava sistema pri tem ni pomembna, če ga le moremo matematično vsaj približno opisati. V glavnem je delo skupine vezano na procesno in farmacevtsko industrijo, temelji pa na interdisciplinarnosti pristopa, kjer se glede na področje delovanja vedno vključuje problemske strokovnjake. Trenutno potekajo raziskave na vodenju mobilnih robotov, modeliranju procesov metabolizma holesterola v celici, raziskave na vmesniku možgani-stroj in na razvoju in optimizaciji splošnih algoritmov vodenja. V prihodnosti bi bilo nedvomno zanimivo združiti vmesnik možgani-stroj z vodenjem mobilnih robotov.

Drugi del skupine tvori skupina za kognitivno elektrofiziologijo. Preverjanje domneve o vlogi električnih oscilacij kot nevronske korelate mentalnih procesov omogočajo študije, ki ob aplikaciji specifičnih kognitivnih nalog hkrati spremljajo možgansko aktivnost na elektrofiziološkem nivoju s pomočjo elektroencefalografije (EEG) in kasneje, različnih metod analize EEG-signala. Elektroencefalografske študije možganskih oscilacij med kognitivnimi procesi potekajo v sodelovanju z Inštitutom za klinično nevrofiziologijo (IKN), Klinični Center Ljubljana, s poudarkom na procesih delovnega spomina ter vidnomotorične integracije in njihove analize z metodo EEG-koherence. EEG-koherenca je ena izmed novejših metod analize EEG-signala, ki je primerna za študij integrativnih funkcij možganov. Meri medpodročno sinhroniziranost v električnih oscilacijah nevronov, kar predstavlja enega izmed hipotetičnih mehanizmov funkcijske integracije- časovno zamejene sklopitve oz. povezovanja (ang. "binding") v možganih. Z aplikacijo različnih vedenjskih paradigem lahko tako preučujemo integrativne vidike različnih kognitivnih in drugih funkcij človeških možganov tako v zdravih kot v bolnih možganih. Delo v naši skupini poteka interdisciplinarno, v smislu kombinacije nevrofiziologije, nevropsihologije, tehničnega dela pri snemanju EEG in računalniške obdelave oz. analize EEG-signalov. Konkretno v naši raziskovalni skupini v zadnjih letih proučujemo elektrofiziološke korelate delovnega spomina- torej, koherentne oscilacije med različnimi procesi delovnega spomina (npr. razlike med vzdrževanjem in upravljanjem z informacijami v delovnem spominu), vključno

z mehanizmi oz. funkcijskimi korelati izvršitvenih funkcij, ter spremembe EEG-koherence v odvisnosti od obremenitve delovnega spomina. Vse raziskave potekajo na zdravih mlajših prostovoljcih.

Možnosti sodelovanja

Trenutno smo pri raziskavah povezani s Fakulteto za farmacijo, Katedra za biofarmacijo in farmakokinetiko, z Medicinsko fakulteto, Center za biočipe in funkcionalno genomiko in s Kliničnim centrom Ljubljana, Inštitut za klinično nevrofiziologijo.

Možnosti vključevanja študentov in raziskovalcev so razmeroma dobre, s tem, da je trenutno na voljo razmeroma malo kadra, glede na možne teme raziskav in financiranja.

Drugi del skupine sodeluje s Fakulteto za elektrotehniko, Laboratorij za modeliranje, simulacijo in vodenje, prof. dr. Aleš Belič: dekodiranje signalov EEG s pomočjo nevronske mreže (na procesih delovnega spomina in sile stiskanja) in različnih metod analize signalov.

V prihodnosti se obeta sodelovanje pri Interdisciplinarnem projektu ARRS, vodja prof. dr. Andrej Ule: "Odločanje in učenje", sodelovanje s prof. dr. Zvezdanom Pirtoškom: elektrofiziološki korelati volicije in intencije. Zanimive bi bile še povezave z laboratoriji, kjer potekajo študije kognitivnih procesov (spomina) pri živalih (Inštitut za patofiziologijo, Medicinska fakulteta, prof. dr. Marko Živin) ali klinično orientirane študije koherentnih oscilacij pri pacientih z nevrološkimi ali psihiatričnimi boleznimi oz. v zvezi z uporabo določenih zdravil. Študenti medicine, psihologije ali računalništva so zaželeni in se lahko po dogovoru vključijo v raziskovalno delo znotraj naše skupine, za vstop raziskovalcev pa bi bilo potrebno našo skupino še formalizirati.

Fakulteta za Elektrotehniko v Ljubljani, laboratorij za modeliranje, simulacijo in vodenje:

<http://msec.fe.uni-lj.si/SLOSIM/>

II

Področje

Socialni vidiki kognicije

Socialno doživljanje

Osebnost sem prepričan, da je delitev kognitivne znanosti po področjih tradicionalne znanosti, torej na nevroznanost, filozofijo, umetno inteligenco, psihologijo, lingvistiko in antropologijo, sporna. Ne le zaradi tega, ker je kognitivna znanost po definiciji interdisciplinarna, če ne že kar transdisciplinarna, ampak v še večji meri zaradi tega, ker bo nastajajoča znanost o možganih/duševnosti po mojem prepričanju korenito preoblikovala tradicionalno znanost o človeku. Sam bi področje, ki ga okvirno označujeta psihologija in antropologija, raje poimenoval socialno doživljanje. Socialna doživljanje je pojem dežnik, ki pokriva tri pojave: sebe, druge in ozadje (socialna omrežja).

Socialno doživljanje se dogaja na dveh ravneh možganskega procesiranja: na ravni same čutne zaznave (pri človeku predvsem vidne in slušne) ter na ravni kognitivne interpretacije čutnih reprezentacij (naša občutenja, čustvovanja in mišljenja zaznav).

V ozadju vsakega socialnega doživetja je torej zaznava pojavov. Ljudje kot družabna bitja delujemo tako, da signaliziranje – mi pri drugih in drugi pri nas, bodisi nezavedno in zavestno, prepoznamo kot kazalce naših notranjih, duševnih stanj:

- med vizualne signalizacije sodijo predvsem telesna drža (ko na primer otrpnemo ob poku, je to kazalec strahu), grimasa (z nasmehom na primer kažemo veselje ob snidenju z drugim) in gestikulacija (razmak med rokama je na primer kazalec velikosti predmeta, o katerem je govora),
- med slušne signalizacije pa sodijo zvoki, ki jih oblikujemo v grlu in ustih, od bolj preprostih (s krikom na primer opozorimo druge na nevarnost) do bolj kompleksnih oblik (ko na primer v krogu prijateljev z jezikovno govorico čenčamo).

S kulturnim razvojem se oblikujejo vse bolj učinkovite oblike signalizacije (na primer pisava, tisk, radio, televizija, računalnik itd.). Vendar pa bi bilo vse to signaliziranje nesmiselno, če ne bi ljudje na drugi strani razvijali tudi paralelnega aparata za interpretacijo teh signaliziranj. To zmožnost imenujemo empatija in pomeni zmožnost vživljanja v kognitivna stanja drugih ljudi in bitij. Socialno delovanje se oblikuje v neskončni povratni zanki med posamezniki, ki signalizirajo svoja duševna stanja in sprejemajo podobne signale od drugih, ter empatičnim vživljanjem v to signaliziranje z občutenji, čustvovanji in mišljenji.

Socialne pojave (torej sebe, druge in ozadje) oblikujemo z repertoarjem uniformnih bioloških avtomatizmov ter nezavednim in zavestnim kulturnim

učenjem. Repetitivne vzorce v odzivanju na dražljaje pri sebi in drugih prepoznavamo kot strukturo delovanja, vsebino odzivanja pa kot kulturo delovanja. Naši možgani so namreč narejeni za to, da v kaosu nešteti dražljaje, ki nas ves čas bombardirajo iz okolja, statistično prepoznajo regularne dražljaje, ki so za naše delovanje relevantni. Na ta način oblikujemo vse bolj prepoznavne predstave o sebi, relevantnih drugih in ozadju (normah, institucijah, organizacijah ipd.). Internalizacija repetitivnih vzorcev v spominu nam omogoča, da se v naslednji podobni situaciji odzovemo na socialni dražljaj (neko obliko signaliziranja drugih) bolj kompetentno, bolj učinkovito. Ozadje predstavlja torej internalizirane regularnosti delovanja na ravni populacije posameznikov, ki redno stopajo v medsebojne odnose. Zgolj abstraktno analitično lahko ločimo tri ravni tega kompleksnega procesa: oblikovanje sebe kot socialnega akterja, prepoznavanje (po analogiji) istega statusa pri drugih) ter prepoznavanje samih vzorcev delovanja na ravni populacije kot nove emergentne kvalitete, kot socialnega ozadja, ki nas oblikuje.

Posamezniki so edini akterji socialne situacije. Posamezniki sooblikujejo tudi ozadje, ki pogojuje njihovo delovanje. Tudi socialno ozadje sicer realno obstaja, vendar v socialni situaciji ne deluje, ampak predstavlja le pogoje delovanja posameznikov kot akterjev. Posameznik je semi-avtonomen akter, ki lahko preživi le v skupnosti drugih (v interakciji z ozadjem), a v situaciji vedno deluje tudi na nepredvidljive načine (kontingenčno). Pravilnosti delovanja posameznikov postanejo očitne šele na ravni populacije, kot emergentna kvaliteta, ki jo imenujemo socialni pojav.

Če sklenemo: socialno doživljanje je področje kognitivne znanosti, ki raziskuje oblikovanje in ohranjanje sebe in drugih v prostoru/času s pomočjo oblikovanja socialnega ozadja. Socialni pojavi kot relativno trajne strukture in vsebine interakcije se oblikujejo na ravni populacije v izmenjavi čutnih signaliziranj in empatičnega odzivanja na ta signaliziranja v neprestani povratni zanki učenja.

Opozoriti moramo vsaj še na eno lastnost socialnega ozadja. Ker je proizvod naše kognitivne interpretacije čutnih zaznav, je le bolj ali manj adekvatna. Naša predstava o strukturnih in vsebinskih omejitvah lastnega delovanja lahko skratka odraža pričakovanja drugih do nas (realistična ocena ozadja), lahko pa je tudi namišljena, v večji meri odraz naših zmotnih prepričanj o pričakovanjih drugih (imaginarna ocena ozadja). V obeh primerih enako vpliva na naše odzivanje na socialne dražljaje, vendar pa bodo v obeh primerih odzivi drugih seveda zelo različni.

Raziskovanje socialnega doživljanja

Področje socialnega doživljanja je lahko predmet raziskovanja treh sodobnih znanosti: biologije (genski temelji arhitekture možganov in uniformnega

odzivanja na ravni vrste), psihologije (nevronski temelji učenja o sebi in drugih na nezavedni, zavestni in samo-zavedajoči ravni učenja) in družboslovja (socialna psihologija, sociologija, antropologija itd., ki raziskujejo oblike in vsebine vzpostavljanja in ohranjanja socialnega ozadja z delovanjem posameznikov).

Samo raziskovanje gre v tri smeri. Prvo je anticipiral že G. Simmel: raziskovanje samih oblik socialne interakcije (na primer sodelovanja, tekmovanja ipd.), da bi na ta način odkrili nič manj kot "geometrijo socialnega življenja". Težava tega pristopa je, da je tradicionalna metoda raziskovanja, opazovanje socialnih procesov, zelo subjektivno in da je težko izluščiti vzorce interakcij (ti se namreč v času spreminjajo, težko je opazovati večje kolektivitete itd.). Danes se skušajo raziskovalci temu izogniti na primer z opazovanjem sprememb omrežij internetnih uporabnikov.

Drugo zanimivo obliko raziskovanja predstavlja oblikovanje umetnih družb (na primer model celičnih avtomatov, kjer model sestavlja več elementov, ki jim pripišemo diskretna stanja, jih postavimo v prostorsko konfiguracijo ter opazujemo, kakšne socialne situacije se oblikujejo s časom. Na ta način lahko raziskovalci hipotetično preigravajo različne socialne situacije ter raziskujejo nastanek emergentnih socialnih pojavov iz delovanja semi-avtonomnih posameznikov).

Tretjo perspektivno smer pa predstavlja socialna nevroznanost, ko opazujemo socialno zaznavo in kognicijo v delujočih možganih s tehnologijami, ki so se razvile v drugi polovici prejšnjega stoletja (PET scan, fMRI itd.). Te metode raziskovanja odpirajo morda največje možnosti, a tudi niso brez težav. Kompleksni kognitivni procesi so razpršeni po celotnih možganih in socialno doživljanje je verjetno sploh eden najkompleksnejših procesov, ki potekajo v možganih. Problem je v tem, ker lahko aktivacija istega predela možganov aktivira različne rezultate, aktivacija različnih predelov pa včasih tudi podobne. Sklepanje zahteva zato veliko mero previdnosti, da ne bi zapadli v podobna pretiravanja, kot v 19. stoletju frenologija.

V Sloveniji na družboslovnem področju zaenkrat empiričnega raziskovanja socialnega doživljanja še ni. So posamezniki, ki pišejo o kognitivni teoriji (eni bolj s pozicije klasične sociologije, na primer T. Krpič, drugi bolj iz perspektive kognitivne znanosti, na primer G. Tomc, M. Kuran), a kot rečeno samega raziskovanja zaenkrat še ni. Da bi do raziskovanja lahko prišlo, bi bilo potrebno ustanoviti interdisciplinarni team raziskovalcev (poleg družboslovcev vsaj še biologi, psihologi in medicinci). Ker gre za raziskovanje, ki zahteva velika finančna sredstva, bi bilo verjetno nujno kandidirati za evropska sredstva.

Fakulteta za družbene vede, oddelek za kulturologijo:

<http://www.fdv-kulturologija.si>

II

Področje

Jezikoslovje

Jezikoslovje

Jezikoslovje je znanost, katere predmet preučevanja je naravni človeški jezik, tj. jezik, ki ga ljudje pridobimo kot svoj materni jezik. Teoretično jezikoslovje se osredinja na skupne lastnosti naravnih človeških jezikov, opisno jezikoslovje pa se ukvarja s preučevanjem posameznih jezikov. Jezikoslovje je hkrati tudi kognitivna znanost, saj nam preučevanje jezika daje vpogled v delovanje možganov.

Veja teoretičnega jezikoslovja, ki jezik obravnava kot enega od kognitivnih sistemov človeka, je tvorbeno slovnica, temelje katere je v svojem prelomnem delu *Syntactic Structures* leta 1957 postavil Noam Chomsky. Cilj tvorbene slovnice je opisati in utemeljiti t.i. *univerzalno slovnico*, tj. ugotoviti, kaj je skupnega vsem slovnici naravnih jezikov in kako se te skupne lastnosti povezujejo z delovanjem možganov. Zelo pomembno področje preučevanja tvorbene slovnice so vprašanja, povezana z usvajanjem jezika – kako razložiti dejstvo, da otroci svoje znanje maternega jezika pridobijo tako hitro, uspešno in po enotnih razvojnih obdobjih, kljub temu, da niso deležni formalne izobrazbe in so v svojem govornem okolju v veliki meri izpostavljeni tudi pomanjkljivim in nestistematičnim podatkom. Tvorbeno slovnica zagovarja biološko programiranost slovnice – del jezikovnega znanja, tj. univerzalna slovnica, je vrojen, splošen človeški vrsti kot taki. Metodološko se tvorbeno slovnica opira na jezikovno intuicijo govorca. Vsak govorec (ne samo jezikoslovec) ima podzavestne sodbe o sprejemljivosti povedi in delov povedi v svojem maternem jeziku – lahko na primer presodi, da je sprejemljiva poved *Na zabavo se povabi vse prijatelje*, ne pa **Povabljeni se je na zabavo*. Cilj tvorbenega jezikoslovca je, da najde in v obliki skladenjskih, semantičnih, morfoloških in fonoloških pravil formalizira podzavestne principe, ki usmerjajo tovrstne sodbe govorca.

III

**Predstavljeni raziskovalni
projekti/skupine:**

Jezikoslovje na Filozofski fakulteti, UL

Jezikoslovje na Filozofski fakulteti UL

Oddelki, kjer zaposleni raziskujejo in predavajo s področja tvorbenne slovnice

Oddelek za anglistiko in amerikanistiko:

<http://www.ff.uni-lj.si/oddelki/anglistika/index.htm>

Oddelek za primerjalno in splošno jezikoslovje:

<http://spj.ff.uni-lj.si/>

Oddelki, kjer zaposleni raziskujejo in predavajo s področja opisnega, teoretičnega in uporabnega jezikoslovja

Oddelek za anglistiko in amerikanistiko:

<http://www.ff.uni-lj.si/oddelki/anglistika/index.htm>

Oddelek za azijske in afriške študije

<http://www.ff.uni-lj.si/oddelki/AzAfr/default.htm>

Oddelek za germanistiko s skandinavistiko in nederlandistiko

<http://www.ff.uni-lj.si/oddelki/germanistika/default.htm>

Oddelek za klasično filologijo

<http://www.ff.uni-lj.si/oddelki/Klasfilol/default.htm>

Oddelek za prevajalstvo

<http://www.prevajalstvo.net/>

Oddelek za primerjalno in splošno jezikoslovje

<http://spj.ff.uni-lj.si/>

Oddelek za romanske jezike in književnosti

<http://www.ff.uni-lj.si/oddelki/romanistika/default.asp>

Oddelek za slovenistiko

<http://www.ff.uni-lj.si/oddelki/slovenistika/default.htm>

Oddelek za slavistiko

<http://www.slavistika.net/>

Raziskovalna skupina

Jezikoslovje pri Znanstvenem inštitutu

<http://www.ff.unilj.si/fakulteta/ziff/ziff/Raziskovalna%20dejavnost/2006.htm>

III

**Predstavljeni raziskovalni
projekti/skupine:**

Biofizikalni vidiki kognicije

Inštitut Bion

Področje dela (širši opis)

Naša raziskovalna skupina na Inštitutu Bion se ukvarja z raziskavami bioelektromagnetnih temeljev življenja in v tem sklopu tudi z bioelektromagnetnimi temelji kognicije. V okviru možnosti za vzpostavitev podiplomskega študija kognitivne znanosti v okviru Univerze v Ljubljani bi naše področje imenovali biofizikalni vidiki kognicije.

Opis dela

Raziskovalna skupina Inštituta Bion je tako po svojem teoretičnem pogledu usmerjena v organicizem, v empirično raziskovalnem smislu pa je strnjena ob bioelektromagnetiki. Glede na spoznanja v teh dveh linijah smo sčasoma izoblikovali sintetično znanstveno vizijo, v kateri višja organizacijska načela organizmov zahtevajo tudi ustrezno kinetiko, se pravi obstoj emergentnih sil oziroma polj v fizikalnem smislu. Domnevamo torej, da nereducibilnost višjih organizacijskih načel organizma pomeni tudi emergenco (vznik, pojav) novih energij oziroma polj(a). Mnenja smo, da prava (objektivna) emergenca na ravni določenega sistema zahteva valovno funkcijo, ki se je ne da faktorizirati na valovne funkcije posameznih elementov tega sistema. Emergence, ki ne ustrezajo temu pogoju, so vprašljive in v domeni subjektivnih preso. Takšna polja so sestavni del narave, dostopna znanstvenemu raziskovanju ter zato ne neka nadnaravna višja (življenjska) sila, o kateri so govorili vitalisti. Električna, elektromagnetna in emergentna polja tvorijo skupaj t.im. biopolje ali sintetično polje organizmov, ki ni pomembno samo za dalekosežno organizacijo neštetihi biokemijskih procesov v organizmu, temveč tudi za zavest in kognicijo.

Biopolje je na eni od svojih ravni istovetno s poljem koherentnih endogenih oscilacij, ki ga je originalno predpostavil Herbert Fröhlich (Fröhlich 1977) in ga je kasneje s teorijo kvantnega polja obdelala skupina italijanskih fizikov (Giudice in sod. 1988). To polje na frekvenčnem pasu okoli vidne svetlobe sovпада z biofotonskim poljem Fritz-Alberta Poppa (Popp, Nagl 1988). Po drugi strani koncept biopolja kot integralnega biološkega polja sovпада tudi z morfogenskim poljem nekaterih sodobnih organicistov (Sole, Goodwin 2000), Ruperta Scheldraka in Reneja Thoma. V vseh teorijah je to polje tesno sklopljeno z vzdražno materijo prek neštetihi znotrajceličnih dipolov in ionov, kar zlasti zagotavlja močno električno polje, kot ga imajo na membrani vse žive celice. Skozi to sklopitev in zaradi dalekosežnih kolektivnih oscilacij ("long-

range collective modes”) je biopolje emergentno. V skladu s splošno lastnostjo emergence tako pridobi lastnosti, ki jih ne moremo pričakovati na podlagi temeljnih znanih polj in materije, na podlagi katerih vznikne – podobno kot ne moremo napovedati lastnosti supertekočega helija na podlagi še tako podrobnega poznavanja lastnosti atomov He^3 ali He^4 pred pojavom supertekočnosti. S to svojo lastnostjo biopolje na ravni možganov nedvomno tudi pomembno prispeva k oblikovanju in značaju zavesti. Ker je holistično, lahko prav v njem vidimo temelj za sintetično naravo zavedanja. Nekatere temeljito opravljene znanstvene raziskave kažejo (Tiller in sod. 2005), da prek biopolja lahko tudi vplivamo na normalni fizikalni svet (recimo spreminjamo pH raztopine) zgolj z zavestno namero. Druge znanstvene raziskave kažejo, da sta lahko visoko statistično značilno sklopljena dva človeka (njuni možgani) tudi skozi Faradayeve kletke (Wackermann in sod. 2003).

Po do zdaj raziskanih in poznanih lastnostih ima biopolje bližnjo in daljnosežno delujočo komponento. Medtem ko operira pri prvi predvsem z močjo električnega osredotočanja, predpostavljamo, da deluje daljnosežno na bolj subtilen način, podobno Bohm Aharonovemu učinku - delovanju A (vektorskega potenciala) na spreminjanje nihajnih faz elektromagnetnega polja, torej bolj v smislu informacije kot grobe sile. V smislu tovrstnega delovanja ga imenujemo tudi subtilno polje. Ker ima biopolje svojo posebno valovno funkcijo in je sklopljeno z materijo telesa, vpliva nanjo tudi po svoji kvantni naravi. Po tej plati ima koncept emergentnega polja stične točke z idejami t.i. kvantne biologije. Kvantna oziroma raje recimo dalekosežno povezovalna narava biopolja pa ima zelo pomembne posledice tudi za funkcioniranje zavesti v možganih, kar so ugotovili že tudi drugi avtorji (Hameroff 2004).

Biopolje ni nujno v celoti koherentno, podobno kot pri določeni temperaturi ni supertekoč ves helij. Na podlagi poznavanja splošnih zakonitosti bioloških sistemov, recimo te, da največkrat delujejo na robu med kaosom in redom, sklepamo, da je biopolje deloma koherentno in deloma ne. Predpostavljamo, da hujša porušitev koherentnih komponent polja vodi organizme v smrt, v okviru možganov pa vsaj v nezavest, kot na primer ob narkozi.

Konkretna tema, na katerih potekajo raziskave

Naše empirično delo na biopolju je za zdaj sestavljeno iz meritev biopolja ljudi (prek absorpcije bližnjega električnega polja), ki so izpostavljeni bodisi različnim dejavnikom okolja, ali pa tudi možnim psihološkim obremenitvam. Meritve biopolja se tu pokažejo kot zelo zanesljiv kazalec notranjega stanja človeka (na tem sistemu se delajo že diplomske naloge). Ugotovili smo tudi, da lahko samo z mislijo ena oseba merljivo spremeni raven biopolja druge osebe. Raziskave potrjujejo povezavo: zavest – biopolje (R-komponenta) – energija (E-komponenta) – materija (telo).

Teme, ki so zanimive za prihodnost

V smeri kognicije so vsekakor zanimive raziskave, ki bi posegle v možnost merjenja biopolja (R-komponente) v posameznih predelih možganov in bi poiskale paralele s psihološkim stanjem človeka. Za to potrebujemo precej boljšo opremo, kot jo imamo sedaj, in jo že skušamo pridobiti.

Drugo področje, s katerim se študijsko ukvarjamo že nekaj časa in je zelo perspektivno za kognitivno znanost z biološkega zornega kota, so biološke osnove inteligence. Prevladujoča mehanicistična biološka paradigma je namreč nezadostna za razlago tega pojava. Na molekularni paradigmi temelječa biologija obravnava večino živih organizmov kot nadvse kompleksne robote sposobne adaptacije, ki pa nimajo prav nobene svobodne volje in zato niso sposobni reševanja problemov, notranjega ocenjevanja, sprejemanja odločitev, predvidevanja prihodnosti, spomin pa je vezan zgolj na informacije, zapisane v genomu.

Genetsko programiranje množice odzivov, ki jih zmore posamezen organizem, enostavno ni mogoče. Prepričani smo, da zgolj fleksibilnost organizmu lahko zagotovi usklajenost s pogoji v okolju. Fleksibilnost pomeni, da zaznavanju okolja sledi procesiranje zaznane informacije in hkratno primerjanje informacij, pridobljenih o okolju s svojim notranjim stanjem, ki ga definira tako trenutno stanje kot tudi pretekle izkušnje. Ko je to opravljeno, organizem sprejme odločitev in izvede odgovor, ki je v tistem trenutku kar se da najbolj ekonomičen. Fleksibilnost je torej proces, ki ga razumemo kot biološko inteligenco in ga biologija pokriva s širokim pojmom reakcijske norme genoma.

Vendar ni vsako vedenje, pa naj bo še tako kompleksno in nam nerazumljeno, inteligentno. Za to, kateri materiali izvajajo fleksibilno vedenje, so spoznanja molekulske biologije bistvena. Učinkovito delovanje presnovnih in regulatornih krogov je tako osnovano na kombinatoriki specifičnih vezalnih mest za množstvo zunanjih in notranjih signalov. Tako številne kombinacije vezalnih mest celici omogočajo zaznavanje okoljskih signalov in na koncu sprejemanje enostavnih odločitev, kot je prepisati določen nabor genov (operon), do izvedbe tistih precej bolj kompleksnih odgovorov. Kompleksna celična mreža, ki izkazuje občutljivost na množstvo okoljskih signalov, manipulira in kontrolira lasten tok informacij, kar je temelj biološke inteligence. Za biološko inteligenco tako potrebuješ delujočo mrežo komunikativnih celic, ki nabirajo latentne informacije iz okolja in od drugih organizmov, jih interpretirajo v eksistenčno pomembnem smislu, razvijejo splošno znanje in se učijo iz preteklih izkušenj.

Možnosti sodelovanja

Pri raziskavah in poučevanju biofizikalnih vidikov kognicije vidimo v Ljubljani dve skupini, s katerima bi lahko sodelovali: skupina prof. dr. Igorja Kononenka,

ki se sicer ukvarja z računalništvom, in skupino Andreja Detele, univ.dipl.inž.fiz., ki se ukvarja z izumiteljstvom in novimi energijami, posega pa tudi na področje biopolja.

Možnosti za vključitev za študente in raziskovalce

Mnogi študentje na različnih ravneh (diplomanti, podiplomski študentje) se že zdaj vključujejo v raziskave biopolja pri človeku in drugih organizmih. Pred kakim letom se je za raziskave, kjer bi merili biopolje v različnih psiholoških situacijah, zanimala študentka psihologije, pa se je potem zaradi službe morala preusmeriti. Področje je torej odprto tako za študente kot za že bolj izkušene raziskovalce.

Literatura

Del Giudice E., Doglia S., Milani M., Vitiello G. 1988. Coherence of electromagnetic radiation in biological systems, *Cell Biophys.* 13, 221-4.

Fröhlich H. 1977. Long Range Coherence in Biological Systems. *Rivista del Nuovo Cimento* 7: 30

Hameroff S.R. 2004. A new theory of the origin of cancer: quantum coherent entanglement, centrioles, mitosis, and differentiation. *Biosystems*, 77: 119-136

Popp F.A., Nagl W. 1988. Concerning the question of coherence in biological systems, *Cell Biophysics*, 13: 218-20

Sole R., Goodwin B. 2000: Signs of life: How complexity pervades biology. Basic books

Tiller, W.A., W.E. Dibble Jr. in J.G.Fandel, Some Science Adventures with Real Magic, Walnut Creek, CA: Pavior Publishing, 2005

Wackermann J., Seiter C., Keibel H., Walach H. Correlations between brain electrical activities of two spatially separated human subjects. *Neuroscience Letters* 2003. 336: 60-64

Inštitut Bion: http://www.bion.si/

IV

Interdisciplinarne povezave

**Kognitivna nevroznanost:
multidisciplinarni program raziskovanja odnosa med
umom in možgani**

**Kognitivna informatika:
kako zgraditi inteligentni računalnik?**

**Projekt
“Metodološki vidiki raziskovanja kognitivnih
procesov – učenje in odločanje”
kot poskus interdisciplinarnega raziskovanja**

Kognitivna nevroznanost: multidisciplinarni program raziskovanja odnosa med umom in možgani

Medtem ko kognitivna znanost najširše zajema vse oblike znanstvenega preučevanja uma in inteligence, se kognitivna nevroznanost osredotoča na ožje vprašanje, kako se z delovanjem možganov poraja človeška duševnost, um. Vprašanje odnosa med možgani in umom ima dolgo preteklost, a šele teoretični napredki na eni ter tehnični razvoj na drugi strani, so ob koncu sedemdesetih let prejšnjega stoletja omogočili oblikovanje multidisciplinarne kognitivne nevroznanosti ter jo v naslednjih treh desetletjih vzpostavili kot eno najrazburljivejših ved moderne dobe.

Kot pripoveduje legenda (<http://www.cogneurosociety.org/content/cognitive%20neuroscience>), se je ime kognitivna nevroznanost porodilo na zadnjem sedežu taksija, s katerim sta se nevroznanstvenik Michael S. Gazzaniga in kognitivni psiholog George A. Miller peljala na večerjo v Hotel Algonquin v New Yorku. Večerjo so organizirali znanstveniki Rockefellerjeve Univerze in Univerze Cornell, ki so se sestali, da bi združili moči pri preučevanju vprašanja, kako možgani omogočajo delovanje uma. Zgodba o poimenovanju nove znanosti odlično zrcali proces njenega nastanka in njena ključna izhodišča. Oblikovanje kognitivne nevroznanosti je namreč rezultat združevanja teoretskih konceptov ter raziskovalnih orodij kognitivne psihologije in nevroznanosti.

Za celostno razumevanje kognitivne znanosti je izrednega pomena upoštevanje njenih dveh bistvenih lastnosti. Prvič, kognitivno znanost poleg njenega predmeta preučevanja ključno opredeljuje pristop preučevanja, le-tega kognitivna paradigma. Drugič, kognitivna znanost je v svojem bistvu multidisciplinarna veda, ki za uspešno razlago nujno vključuje več pristopov k preučevanju ter združuje več stopenj opazovanja in pojasnjevanja svojega predmeta preučevanja.

Namen tega prispevka je orisati izhodišča, ki so pripeljala do razvoja kognitivne nevroznanosti, očrtati ključni pristop k raziskovanju in razlagi ter opisati, kako se prispevki posamičnih disciplin ključno prepletajo pri razvoju celostnega razumevanja povezanosti delovanja možganov in uma.

Kognitivna znanost - stik kognitivne psihologije in nevroznanosti

Nastanek kognitivne nevroznanosti lahko razumemo kot logičen rezultat razvoja psihologije in nevroznanosti, ki je pripeljal do združevanja njunih moči v okviru

nove multidisciplinarne znanosti. Zаметke kognitivnega pristopa k preučevanju uma najdemo v tridesetih in štiridesetih letih prejšnjega stoletja kot odgovor na pomanjkljivosti in končni neuspeh takrat prevladujoče behavioristične paradigme v psihologiji. Vedenjska psihologija je na podlagi prevladujočega pozitivističnega pogleda na znanost izhajala iz predpostavke, da so le pojavi, ki jih neposredno opazujemo in merimo, lahko veljavni predmet znanstvenega preučevanja. V okviru psihologije lahko neposredno opazujemo in merimo le dražljaje, katerim je izpostavljen organizem, in njegove odgovore nanje. Znanstveni program in cilj behaviorizma je bil zato ugotoviti, kako se oblikujejo povezave med njimi. Behavioristično podobo uma bi lahko primerjali s staromodno telefonsko centralo, kjer se operater le nauči ustrezen vhod povezati z ustreznim izhodom.

Predpostavke vedenjske psihologije je s številnimi preizkusi učenja "reševanja" labirintov s podganami, temeljito pretresel Tolman (1932; 1948). Pokazal je, da se podgane v labirintu ne učijo le povezav med dražljaji in odgovori, temveč osvojijo nekakšen miselni zemljevid labirinta, ki jim omogoča v novi situaciji v znanem labirintu hitro najti nove, učinkovitejše poti. Očitno je bilo, da vedenja živali ne sprožijo neposredno dražljaji sami, temveč se informacija, ki jo dražljaji podajo, ustrezno obdelata in pretvori, še preden se odziv sploh začne oblikovati. "... sklepamo [lahko], da je osrednja pisarna veliko bolj podobna nadzorni sobi z zemljevidom kot pa staromodni telefonski centrali. Dražljaji, ki jim je dovoljen vstop, niso z izhodnimi odzivi povezani le z enostavnimi stikali v odnosu eden-za-enega. Prihajajoči impulzi se ponavadi predelajo in izpopolnijo v osrednji nadzorni sobi v kognitivni zemljevid okolja. Prav ta zemljevid, ki označuje smeri, poti in odnose v okolju, je tisti, ki v končni fazi določa, katere odgovore, če sploh kakšne, bo žival dejansko izvedla" (Tolman, 1948). Da bi lahko polno razumeli človeško vedenje, je potrebno torej razumeti izračune in pretvorbe informacij, ki potekajo v umu. Poznavanje notranjih predstav podatkov in procesov, ki na njih delujejo, je ključno za razumevanje človeškega vedenja in doživljanja. Zaznavanje, spomin, pozornost, reševanje problemov in drugi kognitivni procesi so tako postali nujni predmet preučevanja psihologije.

Za uspešni vzpon kognitivne paradigme sta bila ključnega pomena dva miselna preskoka. Prvi je bil povezan z razvojem računske znanosti in računalnikov, ki so ponudili odlično analogijo delovanju miselnih procesov. V okviru paradigme informacijskega procesiranja um / možgane obravnavamo kot modularni sistem za procesiranje informacij. Preko čutil informacije vstopajo v sistem. V umu se nato v posamičnih korakih informacije predelujejo, analizirajo in integrirajo s predhodno osvojenim znanjem. V končnem koraku se na podlagi procesiranja informacij oblikuje ustrezno, k cilju usmerjeno vedenje. Drugi miselni preskok je predstavljalo spoznanje, da je možno z ustrezno oblikovanimi eksperimenti opazovati tudi tisto, kar je sicer očem skrito. Oblikujemo lahko različne modele procesiranja informacij, nato pa s preizkušnjami preverjamo, kako uspešno

posamičen model napoveduje lastnosti človeške kognicije in vedenja, preverjamo ustreznosti njegovih predpostavk ali soočamo njegove napovedi z napovedmi alternativnega modela. Skozi številne korake razvoja modela in njegovega empiričnega preverjanja tako postopoma oblikujemo podobo sicer očem skritega ustroja kognitivnega sistema.

Osrednjo strategijo ustvarjanja in preverjanja modelov kognitivnega sistema s pomočjo vedenjskih preizkušenj je začela kognitivna psihologija razmeroma zgodaj dopolnjevati z informacijami z dveh sorodnih virov - računske znanosti in nevropsihologije. Prva je predstavljala logični korak v razvoju modelov kognitivnih procesov. Oblikovanje eksplicitnih računskih modelov je zagotavljalo, da teoretični modeli dejansko lahko izvajajo procese, ki naj bi jih pojasnili. Proces oblikovanja eksplicitnih modelov je velikokrat opozoril na manjkajoče elemente ali neustreznost posamičnih teoretičnih predpostavk. In nenazadnje, eksplicitne napovedi modelov v smislu pravilnosti ali značilnosti odgovorov, njihovih reakcijskih časov in drugih vedenjskih lastnosti, so povečale moč statističnih testov ter sposobnost podrobnejšega razlikovanja med alternativnimi modeli.

Nevropsihologija se je oblikovala s spoznanjem, da poškodbe različnih predelov možganov vodijo do različnih motenj kognitivnih funkcij. To spoznanje je imelo dve pomembni posledici. Prvič, potrdilo je predpostavko, da je človeški um organiziran v obliki relativno samostojnih kognitivnih modulov, od katerih vsak opravlja svojo funkcijo v procesiranju informacij, le-te pa prehajajo od modula do modula po točno določenih medsebojnih povezavah. Drugič, s pomočjo študija vzorcev kognitivne oškodovanosti pri različnih poškodbah je omogočalo preverjanje obstoječih modelov kognitivnih procesov ter oblikovanje ključnih kriterijev, ki jim morajo modeli ustreči. Bogastvo in pomen informacij, ki jih je podajala nevropsihologija za oblikovanje in preverjanje teoretičnih modelov kognicije, sta vodila do oblikovanja kognitivne nevropsihologije kot pomembne discipline v okviru kognitivne znanosti.

Nevroznanost je v času, ko je psihologija razvijala kognitivni pristop ter oblikovala in preverjala modele kognicije neodvisno od njene materialne osnove, postopoma gradila znanje o anatomiji in fiziologiji možganov. Nevroznanstveniki so razkrili zgradbo in delovanje posamične živčne celice, mehanizme in lastnosti prevajanja in integracije akcijskih potencialov, mikro in makro strukturo posamičnih predelov možganov ter vzorce povezav med njimi. Podrobno so opisali zgradbo posamičnih možganskih podsistemov. Večina preučevanja je bila - podobno kot v času prevlade vedenjske psihologije - usmerjena na sisteme, ki se jih je dalo neposredno opazovati, zato so bili največje pozornosti deležni predvsem senzorika in motorika. Kognitivnim procesom se nevroznanost praviloma ni posvečala.

Do ključnega premika v odnosu med kognitivno psihologijo in nevroznanostjo je prišlo z razvojem modernih metod opazovanja in beleženja strukture in

aktivnosti možganov, kot so večkanalna elektroencefalografija (EEG), magnetoencefalografija (MEG), enofotonska izsevna računalniška tomografija (SPECT), pozitronska izsevna tomografija (PET) in funkcijsko magnetnoresonančno slikanje (fMR). Naštete tehnike so omogočile kompleksen celostni vpogled v aktivnost možganov, vendar pa hkrati nevroznanost ni imela konceptualnih orodij, ki bi omogočala njihovo smiselno uporabo. Raichle (1998) tako opisuje, kako je bila nevroznanstvena skupnost do slikanja možganov v sedemdesetih letih ravnodušna in ga je imela za obrobno metodo, ki morda nikoli ne bi dosegla današnje vodilne vloge v raziskavah, če bi v osemdesetih letih ne pritegnila pozornosti kognitivnih psihologov.

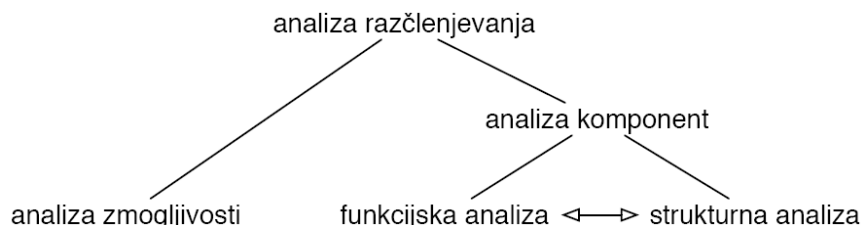
Kognitivni psihologi so k slikanju možganov pristopili s preizkušenimi eksperimentalnimi načrti ter modeli informacijskega procesiranja, ki so se dobro skladali z novimi metodami. V metodah slikanja možganov so kognitivni psihologi prepoznali novo močno orodje za preverjanje vzpostavljenih modelov kognitivnih procesov, ki je dopolnjevalo in nadgrajevalo informacije, predhodno zbrane v okviru kognitivne nevropsihologije. Z vidika nevroznanosti je kognitivna psihologija prispevala teoretska in eksperimentalna orodja, ki so omogočala zastavljanje novih raziskovalnih vprašanj ter interpretacijo zbranih rezultatov. Raziskovanje v okviru kognitivne nevroznanosti se je razširilo v nepričakovane razsežnosti.

Kognitivni nevroznanstvenik kot vzratni inženir

Pristop kognitivnega znanstvenika k preučevanju delovanja možganov in kognicije lahko primerjamo z delom vzratnega inženirja. Njegov namen ni zgraditi nov izdelek, temveč razumeti, kako deluje izdelek konkurenčnega podjetja. Sprva ga temeljito preizkusi. Popiše, česa je zmožen, kako se obnese v različnih situacijah in kateri dejavniki vse vplivajo na njegovo delovanje. Temeljito ga pregleda, razdre na sestavne kose, preuči, kako delujejo in kako so medsebojno povezani. Vlogo in pomen posamičnih delov preveri tako, da jih začasno odstrani ali onesposobi ter opazuje, kako to vpliva na delovanje celote. Vseskozi ustvarja teoretične in praktične modele, s katerimi skuša razumeti in pojasniti delovanje izdelka in pogosto se zanese na izračune in računske simulacije. Njegov končni namen je spoznati, kateri so sestavni deli, kako delujejo in kako so sestavljeni, da celota uspešno deluje. Končni cilj je delovanje razumeti do te mere, da je sposoben enak ali podoben izdelek sestaviti tudi sam. Prav takšno je tudi delo kognitivnega nevroznanstvenika.

Ena od ključnih lastnosti pristopa kognitivne nevroznanosti je, da se ne zadovoljuje z iskanjem opisnih zakonov, ki bi podrobno opisovali lastnosti in vedenje sistema v različnih pogojih, temveč skuša preko analize sestavnih delov sistema in njihove interakcije pojasniti, kaj in kako določa njegove ugotovljive lastnosti in vedenje. Če si pomagamo z analogijo: medtem ko bi se nekateri ob

odkritju, da se sol topi v vodi, zadovoljili s podrobnim opisom razmer, v katerih se sol raztopi v vodi, ter količino soli, ki jo je možno raztopiti v njej, bi se kognitivni nevroznanstveniki vprašali, kaj je tisto v zgradbi soli, njeni molekularni sestavi, kar ji omogoča vodotopnost. Strategijo pojasnjevanja, ki jo ubira kognitivna nevroznanost, Atkinson (1998) poimenuje analiza razčlenjevanja.



Slika 1. Vrste analize razčlenjevanja (povzeto po Atkinson, 1998)

Ločimo lahko tri vrste analize razčlenjevanja (slika 1), katerih skupni namen je pojasniti lastnosti in zmogljivosti preučevanega sistema. Prva, analiza zmogljivosti, skuša odgovoriti na vprašanje, katere druge lastnosti ali zmogljivosti ima sistem kot celota, da mu omogočajo značilnosti delovanja, ki jih preučujemo. Njen cilj je opredeliti celostni nabor temeljnih lastnosti in zmogljivosti sistema, s pomočjo kombinacije katerih lahko pojasnimo kompleksnejše značilnosti. Drugi dve vrsti analize predstavljata dve različni obliki analize komponent. Obe skušata odgovoriti na vprašanje, kakšna je sestava sistema, ki tvori temelj opazovanim zmogljivostim in lastnostim. Funkcijska analiza se ukvarja z določanjem sestavnih funkcij ali procesov sistema, medtem ko se strukturna analiza ukvarja z določevanjem materialnih komponent sistema. V okviru kognitivne nevroznanosti se funkcijska analiza posveča opredeljevanju temeljnih kognitivnih procesov in odnosov med njimi, strukturna analiza pa se posveča opredeljevanju anatomskih komponent centralnega živčevja.

Zelo pomembno je, da se pri analizi sistema ter pojasnjevanju njegovega delovanja izognemo medsebojnemu mešanju opisanih oblik analize ter enačenju njihovih rezultatov. Posamična kognitivna funkcija je namreč pogosto rezultat usklajenega delovanja različnih delov možganov in hkrati je posamičen del možganov lahko udeležen v različnih kognitivnih procesih. Podobno je npr. pri avtomobilu krmilni sistem sestavljen iz volana, prenosne osi, zgloba in koles. Kolesa pa so del tako krmilnega kot tudi pogonskega in zavornega sistema.

Piramidni pristop k raziskovanju v kognitivni nevroznanosti

Enako kot vzvratni inženir, tudi kognitivni nevroznanstvenik pri svojem delu združuje več pristopov k preučevanju delovanja možganov ter kognicije in opredeljevanju odnosa med njima. Celostna razlaga delovanja možganov in kognicije zahteva kombinacijo različnih raziskovalnih pristopov, stopenj opisa in usklajevanje več virov informacij. Vsaka od ved, ki preučuje kognicijo in možgane, prispeva močna orodja, a sama ne more podati njune celostne razlage. Kognitivna psihologija lahko ustvarja kompleksne modele kognitivnih procesov, a ker lahko več različnih modelov enako uspešno pojasni opazovane lastnosti in vedenje, je le-te nujno omejiti z znanjem o dejanskem delovanju možganov. Nevroznanost podaja podrobno znanje o strukturi in delovanju živčnega sistema, a brez opisa in razumevanja pojavov, ki jih je treba pojasniti, in nalog, ki jih možgani opravljajo, je zbrano znanje nemogoče osmisliti.

Potrebo po osvojitvi celostnega pristopa k raziskovanju delovanja možganov in uma je izpostavilo več avtorjev. Marr (1982) je opredelil tri stopnje opisa, ki naj bi jih zajela uspešna informacijsko-procesna teorija: računsko stopnjo, ki opredeljuje, kaj je potrebno izračunati za opravilo določene naloge, algoritmično stopnjo, ki opredeljuje, kako se izračuni izvedejo, in strojno stopnjo, ki pojasnjuje, kako so algoritmi udeleženi v možganih. Flanagan (1992), ko piše o preučevanju zavesti, podobno izpostavlja, da je za oblikovanje uspešne teorije nujno potrebno združevati tri vrste analize, tri ravni opisa: fenomenološki opis doživetja, kognitivne teorije mentalnih procesov ter nevroznanstvena spoznanja o delovanju možganov. Nobeden od naštetih pristopov ne more sam uspeti pojasniti fenomena zavesti, zato je cilj "naravne metode", kot jo poimenuje, usklajevanje, povezovanje in združevanje opisov, ki jih podajajo posamični pristopi, dokler nam ne uspe oblikovati skladne celote.

Celostni program raziskovanja v okviru kognitivne nevroznanosti je podrobno opisal Kosslyn (1996). Kosslyn poudarja, da se različni pristopi raziskovanja in razlage v okviru kognitivne znanosti tekoče dopoljujejo in so v stalni interakciji, kjer novo pridobljeno znanje v okviru enega izmed pristopov podaja nove omejitve in izhodišča prizadevanjem v okviru ostalih pristopov. Kot zamenjavo Marrovi (1982) hierarhični opredelitvi ponuja opis v obliki trikotnika (slika 2). Vrh trikotnika predstavljajo sposobnosti. Namen te stopnje je podrobno opisati sposobnosti in lastnosti organizma, ki jih mora celostna teorija pojasniti. Ostala dva kota predstavljata dve vrsti razlage. Ena razlaga je zasnovana na računskih procesih. Omogoča nam razumeti, kako lahko niz računskih korakov privede do opazovanih sposobnosti in lastnosti. Druga razlaga temelji na anatomiji in fiziologiji možganov. Pojasnjuje nam, kako so možgani sposobni opravljati potrebne izračune. Vsak od pristopov je v neposredni interakciji z ostalima dvema. Od njiju prejema spoznanja, ki jih skuša vgraditi v svoje razlage, ter povratno dopolnjuje in omejuje njihove razlage. Razvoj teorije poteka od grobe

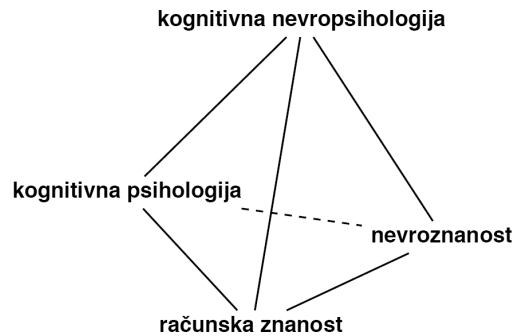
opredelitve s posameznih vidikov obravnave, preko večjega števila faz usklajevanja in dopolnjevanja do vedno podrobnejšega opisa in razlage.



Slika 2. Kognitivno nevroznanstveni trikotnik (povzeto po Kosslyn, 1996)

Ko skušamo v Kosslynov opis (1996) zajeti vse prispevke posamičnih ved v okviru kognitivne nevroznanosti, lahko zasledimo pomembno pomanjkljivost. V razkrivanju delovanja kognitivnega sistema in možganov predstavljajo motnje v njegovem delovanju pomemben del celote. Lastnosti delovanja poškodovanega sistema predstavljajo pomemben vir informacij za vse tri pristope, ki jih opisuje Kosslyn (1996). Prav tako mora biti vsak celosten model normalnega delovanja sistema sposoben pojasniti tudi motnje v njegovem delovanju na vseh stopnjah opisa. Z vključevanjem študija motenj v celosten pristop k preučevanju delovanja možganov in kognitivnega sistema oblikujemo kognitivno nevroznanstveno piramido (slika 3, Repovš, 2001).

Piramidni pristop k preučevanju v kognitivni nevroznanosti izhaja iz predpostavke, da je za razvoj celostnih teorij in modelov delovanja možganov in uma potrebno usklajevanje štirih pristopov znanstvenega raziskovanja. Prvič, potrebno je podrobno opisati, katere sposobnosti in lastnosti mora model pojasniti, ter predlagati funkcionalno arhitekturo možganov in uma, ki jih omogoča. Ta cilj si je zadala kognitivna psihologija. Drugič, oblikovati je treba delujoče računske modele kognitivnih funkcij, ki na eni strani natančno opredeljujejo predlagane teoretične modele kognitivnih funkcij, hkrati pa se v svoji implementaciji podrejajo znanim zakonitostim delovanja živčnega sistema. To je naloga kognitivne računske nevroznanosti. Tretjič, seznaniti se je treba z dejansko anatomijo in fiziologijo možganov, da bi lahko pojasnili, kako so kognitivne funkcije udejanjene v možganih. To je področje nevroznanosti. In končno, preučevati moramo kognitivne motnje, ki sledijo okvaram možganov. Le-te predstavljajo pomemben preizkus teoriji ter vir teoretičnih idej in zahtev. To je naloga kognitivne nevropsihologije in nevropsihiatrije.



Slika 3. Kognitivno nevroznanstvena piramida.

Vsak od opisanih pristopov v okviru piramide je povezan z vsakim drugim. Pravega ali idealnega zaporedja posvečanja posameznim pristopom raziskovanja ni, saj nova spoznanja na vsakem od področji predstavljajo stalen dotok novih preizkušenj, zahtev in idej za ostala področja. Končni cilj tovrstnega raziskovalnega pristopa je razumevanje delovanja in odnosov med funkcionalnimi in strukturnimi komponentami možganov v tej meri, da lahko podamo mehanski model delovanja možganov ter oblikujemo računalniški program, ki ga bo simuliral do podrobnosti (Kosslyn, 1996).

Literatura

- Atkinson, A. P. (1998). *Wholes and their parts in cognitive psychology: Systems, subsystems, and persons*. Sneto 15. 9. 2001 s <http://www.soc.unitn.it/dsrs/IMC/IMC.htm>
- Flanagan, O. (1992). *Consciousness reconsidered*. Cambridge: MIT Press.
- Kosslyn, S. H. (1996). *Image and brain: The resolution of the imagery debate*. Cambridge: MIT Press.
- Marr, D. (1982). *Vision: A computational investigation into the human representation and processing of visual information*. San Francisco: W. H. Freeman.
- Raichle, M. E. (1998). Behind the scenes of functional brain imaging: A historical and physiological perspective. *Proceedings of the National Academy of Science, USA*, 95, 765-772.
- Repovš, G. (2001). The pyramid approach to research in cognitive neuroscience. V David B. Vodušek in Grega Repovš (ured.) *Informacijska družba IS '01: zbornik B 4. mednarodne multi-konference, 22. do 26. oktober 2001, Ljubljana, Slovenija*, str. 39-41. Ljubljana: Institut Jožef Stefan.
- Tolman, E.C. (1932). *Purposive behaviour in animals and men*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Tolman, E.C. (1948). Cognitive maps in rats and men. *The Psychological Review*, 55, 189-208.

Kognitivna informatika: kako zgraditi inteligentni računalnik?

Po Chalmersu sta dve poglavitni vprašanji: a) Kako zgraditi inteligentni (zavestni, kognitivni) računalnik? in b) Zakaj oz. odkod inteligenca (zavest)? Že iz vprašanj samih je očitno, da je govora o inteligenzi, kogniciji in zavesti v nekem sopomenku, torej o lastnostih, ki jih imajo v veliki meri razvite le ljudje in nobeno drugo nam znano bitje ali stroj. Torej: a) poskusimo zgraditi tak stroj in b) razložimo še odkod in zakaj. Najbrž kaj dosti težjih vprašanj oz. pripadajočih nalog ni, saj so npr. najboljše raziskovalne skupine po svetu z ogromnimi sredstvi poskušale razložiti delovanje inteligenze in zavesti tako na nevrološkem, psihološkem, informacijskem oz. interdisciplinarnem področju. Pri tem npr. Chalmers meni, da je drugo vprašanje težje kot prvo, medtem ko nekateri raziskovalci umetne inteligenze trdijo, da je težje zgraditi kot pojasniti (npr. zakaj in odkod ladja plove). Drugo vprašanje je morda tudi nekoliko zavito v filozofske vode, zato pa je prvo vprašanje osnova kognitivne informatike oz. kognitivne umetne inteligenze.

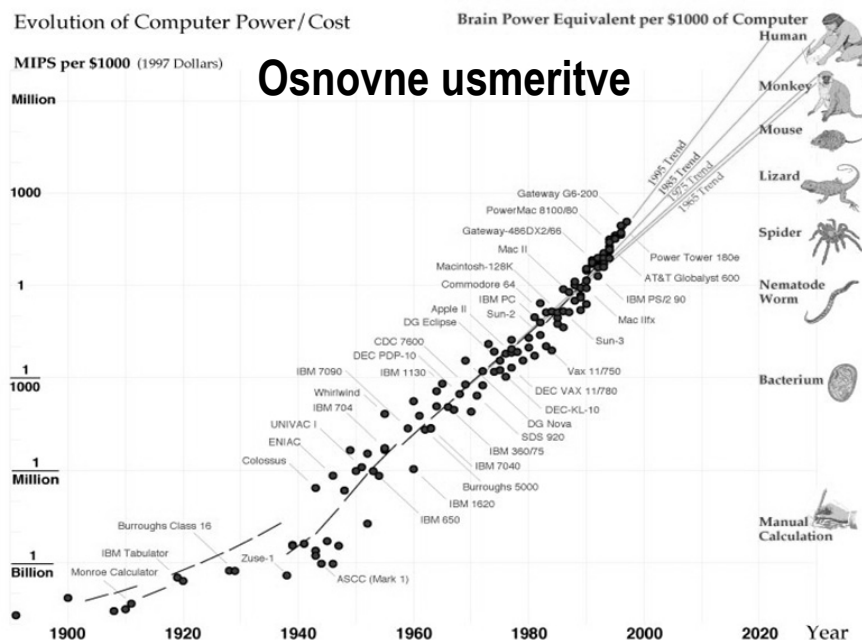
Po Dennettu je nesporno, da so kot orodja za testiranje, analizo in poskuse izgradnje inteligenze, zavesti idr. daleč najuspešnejši programi oz. računalniki. V resnici lahko sistem, ki igra šah, najlažje zgradimo na digitalnih računalnikih, medtem ko kaj podobno uspešnega iz nevronskega vlakna ali molekule DNK ali mehanskega ali celo kvantnega podsistema niti približno ne znamo narediti. Po drugi strani pa lahko npr. delovanje nevronov in sinaps dobro analiziramo celo pri najpreprostejših polžih, ker se zdi, da gre za univerzalni biološki-kognitivni-kemični proces, tako da so tovrstne raziskave po svoje bolj perspektivne za iskanje razlage kognicije pri ljudeh. Vsaka veja kognitivnih znanosti ima pač svoje področje in prednosti, se pa zdi najverjetneje, da bo prvi resnično inteligentni stroj v bistvu neke vrste računalnik. Poleg tega so računalniki med najpomembnejšimi stroji, najpomembnejšimi izumi človeštva in – najhitrejši sistemi za procesiranje informacij. Na primer programi za šah danes premagujejo najboljše človeške vele mojstre, medtem ko normalnega igralca šaha "stresejo" brez težav. Inteligentni programi se učijo, rešujejo teste inteligenze, rišejo, komponirajo in počnejo vrsto stvari, za katere smo še pred leti menili, da so izključno človeška domena.

V umetni inteligenzi na splošno velja, da je področje inženirsko izredno uspešno (npr. po Winstonu), medtem ko v smislu simuliranja zavesti in kognicije področje ni doseglo zastavljenih ciljev. Pri tem je potrebno upoštevati neverjetno, eksponentno rast računalniških sposobnosti, zato se je pogosto pojavljala teza, da se bodo računalniki že zaradi rasti gole hitrosti računanja slej

ko prej razvili do človeškega nivoja (Slika 1). Verodostojni raziskovalci so pred desetletji napovedovali, da se bodo resnično inteligentni in zavestni računalniki pojavili okoli leta 2000.

V (Gams 2002) je sorodno z nekaj drugimi razmišljanji svetovno priznanih raziskovalcev razloženo, da empirično ni nobenega dokaza za linearno rast resnične inteligence računalnikov (kot na sliki 1), celo več - celo kakršnekoli rasti glede prave inteligence skoraj sploh ni. Vsaj del zavesti in inteligence, ki jo npr. opazimo pri opicah ali dojenčkih, bi se zaradi neverjetnega razvoja računalnikov že moral zapaziti. Kako je torej mogoče, da računalniki igrajo večino iger bolje kot najbolj inteligentni ljudje, hkrati pa jim ne priznavamo niti kančka zavesti? Razlog je relativno preprost – računalniki enostavno preračunajo ogromno število potez vnaprej v omejenem času, hkrati so novejši programi tudi dokaj zvito sprogramirani, tako da v seštevku prekosijo ljudi, ki so kljub svoji inteligenci in zavesti enostavno prepočasni za večino formalnih tekmovanj z računalnikom.

Rezultat pa je popolnoma drugačen, ko se lotimo nalog, ki zahtevajo pravo inteligenco in zavest. Eden izmed preprostih indicev, da računalniki danes še nimajo (skoraj) nič prave inteligence ali zavesti v sebi, je v izvajanju Loebnerjevega testa, tj. vsakoletnega tekmovanja iz Turingovih testov. Izkazalo se je, da so čedalje hitrejši računalniki s čedalje več podatki in čedalje bolj zapletenimi programi v resnici dokaj konstantno hitro padli na vsakoletnih testih. Človeški izpraševalci so tipično postavili prvo vprašanje in potem v drugem vprašanju vprašali o pomenu prvega vprašanja. Tudi otrok razume pomen preprostih vprašanj, računalniki pač do sedaj ne, ako ravno niso imeli tega primera vnaprej spravljenega v spominu.



Slika 1: Ali bo gola moč računalniškega procesiranja slej ko prej pripeljala do prave računalniške inteligence (Moravec)?

Kljub odprtim vprašanjem znanje kognitivnih raziskovalcev tako interdisciplinarno kot v kognitivni informatiki, inteligentnih sistemih in umetni inteligenci nesporno hitro napreduje in je samo vprašanje, kdaj in kako bomo znali graditi resnično inteligentne računalnike. Nekaj bo prispevala hitra rast sposobnosti procesiranja informacij računalnikov (Moorov zakon), nekaj pa nova spoznanja, ki bodo omogočala izdelavo novih računalnikov in novih programov, verjetno močnejših kot univerzalni Turingov stroj.

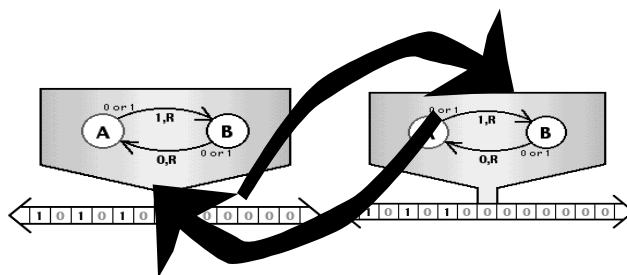
Današnji računalniki so praktično ekvivalentni formalnim Turingovim strojem. Računanje izvaja algoritem, ki vhodne podatke predela v izhodne. Turing je predlagal tudi močnejše c- in u-stroje, ni pa jih formalno definiral. Opisal pa je hipotetični Turingov stroj s prerokom (oraklom). Prerok ima nadnaravno moč, da zna na katerokoli vprašanje odgovoriti z DA ali NE (1947; 1948). Tak hipotetični računski stroj je očitno močnejši kot univerzalni Turingov stroj, saj npr. lahko reši tako ustavitveni problem ali pokaže resničnost Gödelovega stavka (kar je tako ali tako ekvivalentna naloga), njegova očitna slabost pa je neobstojanje takega mehanizma v realnem življenju.

Ena izmed pogostih točk analize je analiza resničnosti t.i. Gödelovega stavka, ki samoreferenčno naveže logično trditev, ki je noben zaprti formalni sistem ne more dokazati kot resnične, čeprav je očitno res v pravem kontekstu (Bojadžiev, Gams 1998). Ker je torej Turingov stroj ne more dokazati, je katerikoli miselni

sistem, ki to zmore, v resnici močnejši kot Turingov stroj. To je trdil tudi oxfordski profesor Roger Penrose (1994). Po Penrosu naj bi ljudje takoj videli resnico omenjenega stavka. Vendar gre Penrose še korak dlje: ne samo, da ljudje vidijo resnico tega stavka, hkrati je ne znajo formalno zapisati/povedati v jeziku simbolov (govor, pisava ...), ker so vsi ti mehanizmi formalno le toliko močni kot Turingov stroj. Kljub temu pa se človeški možgani kot močnejši stroj med seboj razumejo, čeprav se morajo izražati v manj močnem mehanizmu, imenovanem jezik. Rešitev zatorej ni proceduralna, algoritmska, opisljiva z digitalnimi simboli, ampak dejansko močnejša, temelječa na prehodih med kvantnimi in velikimi delci v možganskih tkivih.

V zadnjih letih v kognitivni znanosti in modernih vejah umetne inteligence prevladuje drugačna, čeprav formalno ne dokazana miselnost (Gelentner 2007). Ključni naj bi bili drugi načini procesiranja informacij, najpogosteje temelječih na interakciji. Nekateri znanstveni kot Brooks celo trdijo, da je nemogoče razločevati med inteligenco in interakcijo z okoljem. Dobitnik Turingove nagrade Milner (1993) je predlagal kot novi mehanizem inerakcijo in soizvajanje. Leta 1997 je Wegner predstavil svojo verzijo interaktivnega Turingovega stroja. Naslov in glavna teza je bila, da je interakcija močnejši mehanizem kot algoritem in to v principu. Torej noben algoritem in noben digitalni stroj sam zase ne more doseči računske moči človeka. Predlaga odprto interaktivno okolje, kjer ni možna logična formulacija vsega delovanja. V programskem smislu je ideja podobna intelligentnim agentom, v širšem smislu pa je že internet sam, z množico uporabnikov, sposoben inteligence vsaj v principu. Ideja je prikazana na sliki 2 kot del avtorjevega modela mnogoterega znanja (Gams 2001). Podoben model sta predstavila Copeland in Sylvan kot "združen Turingov stroj", delno podobni pa so tudi delno naključni Turingovi stroji (Turing 1948). V obeh primerih gre za neko dodatno lastnost, ki je formalni model TS ne omogoča.

Ne glede na vse nove predloge pa je potrebno dodati, da nobeden od obstoječih predlogov dosedaj ni bil realiziran kot delujoč stroj, da gre za drzne nove hipoteze. Pravzaprav ne najnovejše, ampak boljših ta hip nimamo. Domnevamo pa, da so kognitivna spoznanja in pravi kognitivni računalniki nekje v srednji bodočnosti pred nami kot eden največjih izzivov in dosežkov vseh časov.



Slika 2: Model dveh Turingovih strojev v odprti interakciji med seboj in z okoljem naj bi bil v principu močnejši mehanizem kot TS.

Literatura

- D. Bojadžiev, D., & Gams, M. (1998). "Addendum to "Sloman's view of Gödel's sentence". *Artif. intell.*, vol. 98, str. 363-365.
- Gelenter, D. (2007). "Artificial Intelligence Is Lost in the Woods, A conscious mind will never be built out of software", *MIT Technology Review*.
- Gams, M. (2001). *Weak intelligence: Through the principle and paradox of multiple knowledge*, Advances in computation: Theory and practice, Vol. 6, Nova science publishers, inc., NY.
- Gams, M. (2002). "The Turing machine may not be the universal machine", *Minds and machine*, vol. 12, str. 137-142.
- Turing, A.M. (1947). "Lecture to the London Mathematical Society on 20 February 1947", in Carpenter, Doran (eds.) *A.M. Turing's ACE Report of 1946 and other papers*, MIT Press.
- Turing, A.M. (1948). "Intelligent Machinery", in B. Meltzer, D. Michie (Eds.), *Machine Intelligence 5*, Edinburgh University Press.
- Milner, R. (1993). "Elements of interactions, Turing award lecture", *CACM*, Vol. 36, No. 1.
- Penrose, R. (1994). *Shadows of the Mind, A Search for the Missing Science of Consciousness*, Oxford University Press.
- Sloman, A. (1992). "The emperor's real mind: review of the Roger Penrose's The Emperor's New Mind: Concerning Computers, Minds and the Laws of Physics", *Artificial Intelligence*, 56, pp. 335-396.
- Wegner, p. (1997). "Why Interaction is More Powerful than Computing", *Communications of the ACM*, Vol. 40, No. 5, pp. 81-91.
- Wegner, P., & D. Goldin, D. (2003). "Computation Beyond Turing Machines", *ACM*, Vol. 46, No. 4, pp. 100-102.
- Wilson, R. A., & Keil, F. C. (Eds.). (1999). *The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences*, MIT Press., Cambridge, MA.

Projekt

“Metodološki vidiki raziskovanja kognitivnih procesov – učenje in odločanje” kot poskus interdisciplinarnega raziskovanja

Kot smo zapisali že v uvodu pričujoče brošure, kaže razvoj kognitivne znanosti v zadnjem desetletju, da so raziskave še vedno omejene z metodami posameznih disciplin in da manjka integrativnih pristopov, ki bi bili zmožni sinergetsko združiti parcialna spoznanja. V želji, da bi naredili korak v smer skupnega raziskovalnega dela različnih disciplin, se je zbral interdisciplinarni tim znanstvenikov, ki vključuje nevrologa, psihologa, strokovnjaka za umetno inteligenco, metodologa in filozofa. Sledi predstavitev projekta, ki ga je podprla Javna agencija za raziskovalno dejavnost, in v katerem sodelujejo Pedagoška in Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani, Klinični center ter Institut Jožef Stefan.

Raziskavo predstavljamo kot primer resnično interdisciplinarnega projekta in kot vabilo študentom, ki bi se želeli pridružiti raziskovalnemu delu pri kateri od faz.

Cilji raziskave

Osnovni namen projekta je razvoj (oziroma korak v razvoju) interdisciplinarne raziskovalne paradigme, ki bi združevala in nadgrajevala raziskovalne pristope, uveljavljene v dosedanjem razvoju kognitivnih znanosti. Z interdisciplinarnim pristopom in skozi integracijo parcialnih znanj poskušamo priti do globljega razumevanja dveh povezanih kognitivnih procesov: *učenja in odločanja*. Od raziskave pričakujemo nove izsledke znotraj posameznih disciplin, vključenih v interdisciplinarni tim (filozofija, nevroznanost, umetna inteligenca, psihologija), glavna cilja projekta pa sta:

- razvoj integrativnega pristopa k interdisciplinarnemu delu in
- študij kolektivnih kognitivnih procesov, procesov kolaborativnega učenja in kolaborativnega odločanja.

Idejna zasnova

Klasični pristop v kognitivni znanosti temelji na računalniški metafori kognicije, po kateri je kognitivno procesiranje manipuliranje s simboli. Pri

učenju in odločanju je poudarek predvsem na propozicijskem/deklarativnem znanju oziroma “znanju da” (knowledge that), manj pa je obdelano proceduralno znanje oziroma “znanje kako” (knowledge how). Taka raziskovanja in modeliranja so relativno uspešna v situacijah, ko so jasno postavljeni okviri problema in pravila igre. Pri raziskovanju vedenja in odločanja v vsakdanjih situacijah, kjer obstaja velika stopnja nepredvidljivosti in negotovosti in je kompleksnost zelo velika, pa se je pokazala potreba po novih pristopih. Naša raziskava skuša z interdisciplinarnim pristopom in integracijo parcialnih znanj priti do globljega razumevanja kognitivnih procesov, povezanih z učenjem (oz. konstrukcije znanja) in odločanjem.

Delo je načrtovano v štirih fazah.

1. Raziskave učenja in odločanja z vidika posameznih temeljnih znanstvenih disciplin, ki sodijo v polje kognitivnih raziskav, in z vidika različnih raziskovalnih paradig. Ta faza vključuje raziskave s področja računalništva, umetne inteligence, nevrologije, psihologije, filozofije in fenomenološke (oziroma prvoosebne) raziskave.
2. Refleksija uporabljenih metodoloških pristopov. V tej fazi so analizirane podobnosti in razlike med uporabljenimi raziskovalnimi in epistemološkimi paradigmami.

Fazi 1 in 2 predstavljata osnovo za integrativni del raziskave (fazi 3 in 4):

3. Sinteza raziskovalnih rezultatov - kolektivno delo interdisciplinarnega raziskovalnega tima.
4. Lasten raziskovalni proces (iz faze 3) bo uporabljen kot predmet metodološke raziskave, katere cilji so spoznavanje kolektivnih procesov pridobivanja znanja, razvoj orodij za pomoč pri takšnih procesih in razvoj splošnega metodološkega postopka interdisciplinarnega raziskovanja kognitivnih procesov.

Podrobnejši opis projekta po fazah

Faza 1: *Raziskave učenja in odločanja z vidika posameznih temeljnih znanstvenih disciplin, ki sodijo v polje kognitivnih raziskav, in z vidika različnih raziskovalnih paradig.*

Ta faza se posveča raziskavam nekaterih specifičnih vidikov kognitivnih procesov: odločanja, skupinske kognicije in skupinskega učenja. Delo poteka ločeno, na vseh sodelujočih ustanovah, v skladu z metodologijami, uveljavljenimi znotraj posameznih disciplin. Raziskovalni problemi so v precejšnji meri nadaljevanje oziroma razširitev dosedanjega dela članov projektnega tima. Zaradi izjemne specializiranosti problemov, s katerimi se ukvarja večina sodobnih raziskovalcev, udeleženi raziskovalci – da bi se pripravili na interdisciplinarne dele projekta – svoje specializirano delo že v

prvi fazi poskušamo osvetliti s širše perspektive raziskovanja kognicije oziroma nanj pogledati z vidika povezav z osrednjimi vprašanji projekta.

Raziskave imajo v prvi fazi dve skupni izhodišči:

1a) *Preverjanje vloge racionalnosti pri procesu odločanja*

Preprost informacijski pogled na procese odločanja (in na raziskovanje ter modeliranje kognitivnih procesov nasploh) je, da je pri odločanju najpomembnejši racionalni vidik, racionalni procesi pa temeljijo na človekovih univerzalnih zmožnostih logičnega razmišljanja. Sodobne psihološke, nevrološke in antropološke raziskave so ta prepričanja omajale in izpostavile vlogo konteksta ter drugih kognitivnih funkcij. V luči teh raziskav analiziramo pojem racionalnosti pri odločanju in še posebej izpostavljamo problem relativizma. Skrajni domet oziroma okvir raziskovanja odločanja še vedno ostaja predpostavka, da se ljudje odločamo svobodno. S filozofskimi raziskavami bomo skušali prispevati k razmisleku o njeni upravičenosti in posledicah njene zavrnitve. Najprej bomo analizirali pojma determinizma in svobodne volje in pokazali na različna razumevanja teh pojmov, ki igrajo ključno vlogo pri oblikovanju odgovora na to temeljno vprašanje. Osrednji del raziskave bo posvečen kritični analizi eksperimentov in raziskovanj v nevrologiji in psihologiji, ki naj bi podpirali ugotovitev, da je občutek svobodne volje zgolj iluzija (Libet, 1999, Wegner, 2003).

Na to vprašanje se navezuje nevrološka raziskava. Le-ta se osredotoča na nevrološke motnje gibanja, ki segajo na področje svobodne volje, in primerja notranje občutje in zavest bolnikov s celotnega spektra od fiziologije do patologije svobodne volje (bolezni, kjer svoboda giba ostaja neokrnjena; motnje, kjer se jasno kažejo začetki omejene svobode izvajanja giba (parkinsonizmi, začetne oblike kortikobazalne degeneracije, tiki, turetizem, psihogene motnje gibanja), tiste, kjer je ta svoboda hudo omejena (sindrom tuje roke, z levodopo povzročene diskinezije) do tistih, kjer te svobode ni več (distonija, mioklonizmi).

V raziskavo poskušamo ključevati tudi fenomenološko (oziroma prvoosebno) raziskovanje, torej raziskovanje neposrednega izkustva. Pri tem temeljimo na smernicah, ki jih opisujejo Depraz, Varela in Vermersch (2003).

V zvezi z raziskovanjem vloge racionalnosti v odločitvenem procesu pa poteka tudi raziskava s področja umetne inteligence, ki se ukvarja z računalniškimi sistemi odločanja. Raziskovana je podpora odločanja na osnovi odločitvene analize (Clemen, 1996) na podlagi modelov večparametrskega odločanja oz. večparametrskega modeliranja (Bohanec). Z modelom kvalitativnega večparametrskega modeliranja s sistemom DEXi (Jereb et al, 2003) poskušamo

izboljšati metode odločitvenega modeliranja v smislu zavedanja in upoštevanja kognitivnih dejavnikov, ki presegajo okvir racionalnega odločanja.

1b) *Skupinski procesi kognicije*

Monadični pristop k raziskovanju kognicije motri kognitivne pojave zgolj v "mejah" posameznika ali posameznega kognitivnega organizma in jih skuša razložiti z mehanizmi, algoritmi delovanja, komputacijami ali nevralnimi procesi, ki potekajo v njem. Pri tem se predpostavlja, da so ti procesi in algoritmi samozadostni in z njimi lahko razložimo vso ali vsaj večji del kognitivnih procesov pri človeku. Ta pristop se je izkazal za plodnega v začetku razvoja kognitivne znanosti, danes pa se kaže kot preozek. Zato je potrebno kritično premotriti meje tega pristopa in alternative, ki se pojavljajo, kot so koncepti distribuirane kognicije, socialne epistemologije, timskega mišljenja (in odločanja), kolektivne intencionalnosti in to v navezavi na nekatere že uveljavljene teoretične koncepte o družbeni naravi mišljenja, zavesti, učenja, sledenja pravilom (Vigotski, Mead, Bahtin, Wittgenstein idr.).

Faza 1b se zato osredotoča na podrobnejšo analizo teoretičnih konceptov socialno porazdeljene kognicije, predvsem Hutchinsovega (1995) koncepta in modela kognitivne etnografije. Ta koncept navezujemo na Vigotskijevo (1962) socio-kulturno teorijo kognitivnega razvoja človeka in jo razširjamo na razlago znanstvene kognicije. Koncept porazdeljene kognicije bomo navezali na modele porazdeljenega znanja in skušali razviti logični model prehoda iz implicitne ravni porazdeljene kognicije v razne oblike eksplicitnega kolektivnega znanja (joint knowledge, common knowledge).

Psihološko-pedagoški del raziskave se navezuje na filozofski del in raziskuje modele in primere dobre prakse v kolaborativnem učenju. Delo bazira na participatorni metafori, ki jo karakterizira ocena iste situacije iz (čim) več različnih perspektiv. Raziskana bo metafora "grajenja znanja" (knowledge building), ki vidi znanje kot skupno konstrukcijo kolaborativnega tima.

Računalniški del raziskav pod fazo 1b se delno navezuje na psihološko-pedagoški del in vključuje raziskave ustrežnejših možnosti podpore skupinskega odločanja ter implementacijo le-teh v okviru sistemov za podporo skupinskega odločanja (GDSS; Bannon, 1997).

Faza 2: Refleksija uporabljenih metodoloških pristopov

Druga faza je metodološka. V njenem kontekstu nameravamo analizirati teoretski aparat, ki ga uporabljajo posamezne discipline, ter izpostaviti podobnosti in razlike med uporabljenimi raziskovalnimi in epistemološkimi paradigmi. Na ta način pripravljamo osnove za najpomembnejši, integrativni

del raziskave. Sestavljamo primerjalno študijo epistemološko-metodoloških predpostavk, na katerih temeljijo posamezne vključene discipline, primerjamo tudi njihove raziskovalne cilje in predstave o “uspešnosti” znanstvene teorije. V okviru te študije pripravljamo tudi primerjalno tabelo jezikov oziroma diskurzov, ki jih posamezne vede uporabljajo.

Faza 3. *Sinteza raziskovalnih rezultatov - kolektivno delo interdisciplinarnega raziskovalnega tima*

Ta raziskovalna faza je namenjena kolektivnemu procesu sintetiziranja rezultatov, pridobljenih na posameznih področjih. Delo v tej fazi temelji na temah, ki jih izpostavljata druga in prva faza raziskave in je intrinzično interdisciplinarno.

Še enkrat je treba poudariti, da interdisciplinarno raziskovalno delo ni le preprost seštevek raziskav na posameznih področjih, ampak da je zanj potrebna prilagojena metodologija. Ko govorimo o interdisciplinarnem združevanju, mislimo predvsem na sodelovanje ved z nasprotnih bregov t.i. težkega problema, torej humanizma in naravoslovja. Kot rečeno, problemi, ki jih prinaša raziskovanje kognicije, ne morejo biti rešeni znotraj ozkega okvira zgolj naravoslovnih (niti zgolj družboslovnih ali humanističnih) ved, zaradi tega je tretja faza projekta poskus pridobivanja novih uvidov s srečevanjem celotnega spektra znanstvenih disciplin, povezanih z raziskovanjem kognitivnih procesov. Ker je obstoječe stanje na področju metod interdisciplinarnega sodelovanja nezadovoljivo, začnemo delo v tretji fazi z obstoječimi metodami, ki pa jih krožno nadgrajujemo. Pri povezovanju rezultatov v tretji fazi bomo upoštevali smernice za interdisciplinarno delo, ki jih ponujata sistemska znanost in kibernetika – gre za spekter konceptov in rešitev za obravnavo različnih visoko kompleksnih sistemov, ki imajo za eno izmed glavnih vodil “negovanje kompleksnosti”. To med drugim pomeni, da na področjih, kjer je spoznanja nemogoče popolnoma preliti v propozicionalno obliko, še vedno lahko raziskujemo – produkt raziskovalnega dela morda ne bo kompletna teorija, lahko pa raziskovalci pridejo do novih dispozicijskih znanj (znanj “kako”), globljega poznavanja opazovanega pojava oziroma do veščin delovanja z in v opazovanem sistemu. Tipični značilnosti t.i. sistemskih rešitev sta upoštevanje medsebojnega delovanja različnih parametrov, predvsem pa celosten pristop k problemu. Razvoj pristopov za skupinsko interdisciplinarno delo je v zadnjih desetletjih ena glavnih tem sistemske znanosti. Pri našem delu se navezujemo na modela t.i. “Asilomarskih konverzacij”, ki ga je razvil Saybrook institute iz San Francisca, in na dialoško metodo, kot jo je opisal fizik David Bohm (1996). Temelj dela so srečevanja celotnega raziskovalnega tima na kolokvijih, kjer poskušamo doseči sintezo posameznih znanj ter dosežkov, pridobljenih v prvi fazi projekta. Cilji kolaborativnega dela so naslednji:

- Seznanjanje članov tima z izsledki kolegov – predstavnikov komplementarnih disciplin (in delno tudi s širšim ozadjem njihovih raziskav). Metoda t.i. “Asilomarskih konverzacij” predvideva postopek kolaborativnega e-učenja, ki se mora zaključiti pred začetkom kolokvija.
- Iskanje skupnega (strokovnega) jezika oziroma razumevanje razlik med posameznimi pristopi. Te razlike so lahko samo terminološke, lahko pa so mnogo globlje. Mnogokrat se zgodi, da so cilji in predpostavke raziskovalnega dela povsem različni, kljub enakemu besedišču. Ta pojav je še posebej pogost v kognitivni znanosti. Ta del vodi metodolog, na podlagi izsledkov 2. faze (razpoznavanje in primerjava metodoloških in epistemoloških razlik ter vzporednic posameznih pogledov). Ugotovljene razlike/paralele narekujejo način konverzacije na kolokvijih.

Rorty (1991, str. 325) loči dve področji konverzacije: epistemološko in hermenevtično: “Epistemološki bomo tam, kjer bomo povsem dobro razumeli, kaj se dogaja, in bomo to hoteli uzakoniti z namenom, da bi to razširili, ali ojačali, ali učili, ali 'utemeljili'. Hermenevtični moramo biti tam, kjer ne razumemo, kaj se dogaja, a smo dovolj pošteni, da to priznamo... To pomeni, da lahko dobimo epistemološko primerljivost le tam, kjer imamo že dogovorjeno prakso diskurza ...”. Hermenevtična diskusija se po Rortyju razlikuje od “epistemološke” ravno po tem, da možnosti doseganja sporazuma ne pripisuje obstoju skupne podlage ali matrice, temveč samemu razgovoru. Na “hermenevtičnih” področjih uporabimo hermenevtično metodo, ki omogoča spiralno približevanje konsenzu oziroma operativnemu spoznanju. S slednjim mislimo na stanje, ko morda nismo sposobni postaviti popolne definicije določenega pojma, znamo pa z njim upravljati, ga smiselno uporabiti (možnost delovanja).

Kolaborativno delo na kolokvijih je posvečeno iskanje sinteze znanja in pridobivanju novega. Kot rečeno, sinteza na področju interdisciplinarnih raziskav ne pomeni seštevka spoznanj, ampak novo, sinergetsko kvaliteto. Ker sodelujemo znanstveniki različnih disciplin, to pomeni, da bo odnos vzpostavljen na medsebojnem zaupanju o korektnosti raziskav kolegov in bo usmerjen v vprašanje: “Kako lahko nadgradim svojo bazo znanja z znanjem komplementarnih disciplin?”

Kolokvije torej jemljemo kot nadaljevanje znanstvenega raziskovanja (in ne le kot debato o že doseženem). Rezultat kolokvijev bodo (upajmo) samostojni znanstveni prispevki, ki bodo (upamo) prispevali nova spoznanja na področju razumevanja kognitivnih procesov (s področja odločanja, kreacije znanja in povezanih fenomenov).

Faza 4: *Lasten raziskovalni proces (iz faze 3) je uporabljen kot predmet metodološke raziskave, katere cilji so spoznavanje kolektivnih procesov pridobivanja znanja, razvoj orodij za pomoč pri takšnih procesih in razvoj splošnega metodološkega postopka interdisciplinarnega raziskovanja kognitivnih procesov.*

Četrta faza projekta je namenjena realizaciji drugega glavnega cilja: razvoju interdisciplinarne raziskovalne paradigme, ki bo združevala in nadgrajevala raziskovalne pristope, ki so se uveljavili v dosedanjem razvoju kognitivnih znanosti.

Kot rečeno, je primanjkljaj uporabnih metodoloških pristopov za znanstveno interdisciplinarno (kolaborativno) delo zelo pereč. Ta manjko je še posebej očiten na področju kognitivnih znanosti, kjer je vprašanje sinteze tako rekoč ključni problem. Projekt je zastavljen tako, da je delo na tretji fazi uporabljeno kot eksperiment oziroma učni primer za študij kolektivnih kognitivnih fenomenov in za razvoj integrativne metodologije. Doslej je bila kognicija pretežno raziskovana v eksperimentalnih pogojih. Naš pristop pa temelji na prepričanju, da je lahko preiskovana tudi z uporabo analize konkretnih primerov interakcij v timski konverzaciji (konverzacijska analiza, diskurzivna psihologija in etnometodologija). Razvoj metodologije je (spet) krožen in samonanašajoč. Vsak kolokvij nameravamo podrobno analizirati, izsledke pa uporabiti kot input za naslednjo generacijo integrativne metodologije, ... ki bo spet uporabljena pri naslednjem kolokviju itd.

Analizo timske kolaboracije nameravamo uporabiti za izboljševanje samega načina te kolaboracije. Predpostavljamo, da bo analiza dala nekaj neposrednih vpogledov in jasnih namigov za izboljšanje interdisciplinarne metodologije. Poleg tega pa bomo na tej podlagi poskušali pridobiti resen teoretski vpogled v skupinske procese pridobivanja znanja in (ekspertnega) odločanja.

Projektna skupina

Vodja projekta: prof. dr. Andrej Ule (Filozofska Fakulteta, UL)

Sodelujoči: doc. dr. Olga Markič (Filozofska Fakulteta, UL)

izr. prof. Simona Tancig, doc. dr. Urban Kordeš, Mija-Marija Klemenčič (Pedagoška fakulteta, UL)

prof. dr. Marko Bohanec (Institut Jožef Stefan)

izr. prof. dr. Zvezdan Pirtošek (Klinični center)

Simon Brežan

Literatura

- Libet, B.; Freeman, A. & Sutherland, J. K. B. (ur.) (1999). *The Volitional Brain : Towards a Neuroscience of Free Will*, Imprint Academic
- Wegner, D. (2003). *The Illusion of Conscious Will*, MIT Press
- Vygotski, L. (1962). *Thought and Language*, Cambridge/M: MIT
- Clemen, R.T. (1996): *Making Hard Decisions: An Introduction to Decision Analysis*, Duxbury Press.
- Jereb, E., Bohanec, M., Rajkovič, V. (2003). DEXi: Računalniški program za večparametrsko odločanje. Moderna organizacija, Kranj.
- Depraz, N., Varela, F. J., Vermersch, P. (2003). *On Becoming Aware: A Pragmatics of Experiencing*. John Benjamins, Amsterdam
- Hutchins, E. (1995). *Cognition in the Wild*, Cambridge/M: MIT
- Bannon L. (1997). "CSCW - A challenge to certain GDSS perspectives on the role of decisions, information, and technology in organizations ?" in *Decision Support in Organizational Transformation*, P. Humphreys, A. McCosh & B. Mayon-White (Ed.), Chapman & Hall, London.
- Bohm, D. (1996). *On Dialogue*. Routledge, London
- Rorty, R. (1991). "Objectivity relativism and truth", v: *Philosophical papers*, Cambridge University Press, Cambridge

Seznam urednikov področij in avtorjev prispevkov o možnostih interdisciplinarnega povezovanja

doc. dr. Urban Kordeš

Pedagoška fakulteta UL
Kardeljeva ploščad 16, Ljubljana
e-naslov: urban.kordes@guest.arnes.si

doc. dr. Olga Markič

Filozofska fakulteta UL
Aškerčeva 2, Ljubljana
e-naslov: olga.markic@guest.arnes.si

izr. prof. dr. Zvezdan Pirtosek

Klinični inštitut za klinično nevrofiziologijo, Klinični center
Zaloška cesta 2, Ljubljana
e-naslov: zvezdan.pirtosek@kclj.si

akademik prof. dr. Ivan Bratko

Fakulteta za računalništvo in informatiko UL
Tržaška cesta 25, Ljubljana
e-naslov: bratko@fri.uni-lj.si

doc. Dr. Janez Mlakar

Psihiatrična klinika
Studenec 48, Ljubljana
e-naslov: janez.mlakar@psih-klinika.si

izr. prof. dr. Gregor Tomc

Fakulteta za družbene vede UL
Kardeljava pl. 1, Ljubljana
e-naslov: gregor.tomc@fdv.uni-lj.si

doc. dr. Tatjana Marvin

Filozofska fakulteta UL
Aškerčeva 2, Ljubljana
e-naslov: tatjana.marvin@ff.uni-lj.si.

prof. dr. Igor Jerman

Inštitut Bion
Stegne 21, Ljubljana
e-naslov: igor.jerman@bion.si

doc. dr. Grega Repovš

Filozofska fakulteta UL

Aškerčeva 2, Ljubljana

e-naslov: grega.repovs@psy.ff.uni-lj.si

prof. dr. Matjaž Gams

Institut Jožef Stefan

Jamova 39, Ljubljana

e-naslov: matjaz.gams@ijs.si