ANαliZA

časopis za kritično misel

Letnik 1, številka 1, junij 1997 · ISSN 1408-2969

RAZPRAVE

Olga Markič

Klasična kognitivna znanost in simbolni modeli

Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani

Citiranje: Olga Markič, »Klasična kognitivna znanost in simbolni modeli«, *Analiza: časopis za kritično misel* 1, št. 1 (1997): 38–52.

To delo je objavljeno pod licenco Creative Commons Priznanje avtorstva 4.0 Mednarodna (CC BY 4.0), https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.sl.

Izdajatelj: Društvo za analitično filozofijo in filozofijo znanosti, Ljubljana.

Elektronska različica je bila leta 2026 rekonstruirana iz izvirnih stavnih datotek in preverjena s tiskano izdajo. Številke strani ustrezajo tiskani izdaji; prelomi strani znotraj prispevka se lahko nekoliko razlikujejo.

Olga Markič
Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani

KLASIČNA KOGNTIVNA ZNANOST IN SIMBOLNI MODELI

V članku obravnavam teoretske osnove klasične kognitivne znanosti. Najprej na kratko predstavim temeljne značilnosti komputacijskega funkcionalizma in klasičnih simbolnih modelov. Nato opišem štiri lastnosti kognicije: produktivnost, sistematičnost, kompozicionalnost in sklepalno koherentnost ter navedem argumente, s katerimi zagovorniki klasičnih simbolnih modelov dokazujejo, da je za razlago navedenih lastnosti potreben klasičen pristop. Članek zaključim s sugestijo, da bi kompozicionalnost reprezentacij, ki igra osrednjo vlogo pri razlagi teh štirih lastnosti, lahko dosegli tudi na drugačen način kot v klasičnih simbolnih modelih in tako odprli pot alternativnim pristopom.
Ključne besede: kognitivna znanost, komputacijski funkcionalizem, klasični simbolni modeli, jezik misli, kompozicionalnost.

1. Uvod

Že starogrški filozofi so si postavljali vprašanja kot: Kako lahko karakteriziramo mentalna stanja? Kje so izvori znanja? Kakšni so mehanizmi zaznavanja, spominjanja, učenja? Kakšna je vloga jezika? ... Tudi danes znanstveniki in filozofi s pomočjo sodobnih sredstev in metod iščejo odgovore na ta vprašanja. Raziskovanje poteka v okviru interdisciplinarnega področja kognitivnih znanosti, v katero so kot osrednje discipline vključene psihologija, lingvistika, nevroznanost, računalništvo (umetna inteligenca) in filozofija. S kognitivno znanostjo je bil v raziskovanje uveden nov pristop, ki je temeljil na analogiji med digitalnim računalnikom in duhom[1]: tako računalnik kot duh sta informacijski sistem, ki dobiva informacije iz okolice, jih hrani in obdeluje ter nato posreduje rezultate. Delovanje duha je zato mogoče preučevati tudi s pomočjo računalniških (komputacijskih) modelov, kar lahko pripelje do novih spoznanj o kognitivnih procesih, npr. videnju, pomnjenju in reševanju problemov.

Preden začnemo z obravnavo teoretskih osnov kognitivne znanosti in klasičnih simbolnih modelov, si oglejmo dva sklopa domnev glede narave duha.

[1]Angleški izraz "mind" prevajam z besedo "duh". Tak prevod se je uveljavil v slovenski filozofiji, čeprav se mi zdi, da lahko včasih zavede bralca. Tudi zato, ker psihologi "mind" največkrat prevajajo z besedo "um".

Ljudje smo bitja, ki izkušamo, razmišljamo, čustvujemo in se odločamo. Če želimo razumeti, kaj smo, moramo razumeti te mentalne procese in stanja. Na njih lahko gledamo na dva načina. Po eni strani se nam zdi, da je mentalno povsem drugačno od vsega ostalega v svetu in mora zato imeti poseben ontološki status. Po drugi strani pa se zavedamo, da je človek biološko bitje in del narave ter da so procesi, ki se dogajajo v njem, naravni procesi. Prvi način lahko podpremo 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 mentalnih stanjih in procesih prihajamo neposredno, z 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. Težko pa verjamemo, da bi to veljalo tudi za zgolj fizične stvari.
- *Subjektivnost doživetja, qualia.* Kadar gledam rdečo barvo, imam občutek rdečega. Le kako bi lahko ta moj občutek analizirali z objektivnimi fizikalnimi izrazi, ki so dostopni vsem?

Drugi način podpirajo domneve:

- Če so procesi v človeku naravni procesi, potem je zelo verjetno, da so tudi mentalni procesi naravni procesi.
- Iz zgodovine razvoja znanosti smo se naučili, da to, da nek pojav 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 povezanost duha in telesa - duh učinkuje na telo in obratno. Na primer, če se s kladivom udarimo po prstu, bomo občutili bolečino. Če želimo zabiti žebelj in vemo, da to lahko naredimo s kladivom, bomo premaknili roko, prijeli kladivo in zamahnili po žeblju.

Nekateri filozofi za izhodišče svojega raziskovanja vzamejo domneve iz prvega sklopa. Ti večinoma zagovarjajo dualistično teorijo, po kateri sta duh in telo dve različni substanci. Drugi sklop domnev nudi izhodišče za filozofe, ki jih običajno imenujemo fizikalisti. Ti zagovarjajo monistično teorijo, torej samo eno, fizikalno substanco. Mednje sodi tudi večina kognitivnih znanstvenikov. Tako dualisti kot fizikalisti morajo z argumenti podpreti svoje stališče in razložiti domneve obeh sklopov ali pa pokazati, da gre pri določeni domnevi le za iluzijo ali zmoto. Tako morajo dualisti na primer pojasniti, kako lahko pride do vzročne povezave med različnima substancama (duhom in telesom), kajti eno od temeljnih načel znanosti

je, da je fizikalni svet vzročno zaprt (tako vzrok kot učinek sta znotraj fizikalnega sveta). Fizikalisti pa morajo, na primer, podati naturalistično razlago za intencionalnost.

V odgovorih na problem odnosa med telesom in duhom se filozofi razlikujejo tudi znotraj dveh omenjenih pozicij do problema telo/duh. Za obravnavo argumentov in bolj natančno razdelitev bi potrebovali veliko več prostora. Ta kratek uvod naj le opozori, da veliko nalog in težav, s katerimi se sooča kognitivna znanost, izhaja iz dejstva, da gre za fizikalistično teorijo duha, ki mora pojasniti trditve iz prvega sklopa domnev (npr. intencionalnost, *qualia*).[2]

V začetnem obdobju kognitivne znanosti je zavzemala osrednje mesto analogija med digitalnim računalnikom in duhom: tako duh kot digitalni računalnik sta simbolna informacijska sistema. Razvoj računalništva pa je v zadnjem desetletju omogočil velik razmah pri modeliranju kognitivnih procesov in uveljavili so se novi pristopi (konekcionizem, nevronske mreže, teorija dinamičnih sistemov). Poleg množice novih modelov na različnih kognitivnih področjih se je razvila tudi živahna diskusija o teoretskih implikacijah novega pristopa in o odnosu, ki ga imajo nove teorije do klasične kognitivne znanosti.[3] Čeprav sem sama v marsičem kritična do klasičnega kognitivnega modeliranja (Markič, 1995), se mi zdi vendarle prav, da bralcu najprej predstavim teoretsko pozicijo, ki je še vedno zelo vplivna med kognitivnimi znanstveniki in v veliki meri usmerja praktično raziskovanje. Zato bom v tem prispevku podala teoretske osnove klasične kognitivne znanosti in simbolnih modelov duha ter prikazala argumente, ki sta jih v prid klasičnim simbolnim modelom podala Fodor in Pylyshyn. Najprej pa bom na kratko orisala zgodovino nastanka kognitivne znanosti.

2. Od behaviorizma h kognitivizmu

Kognitivna revolucija ne bi bila možna brez nekaterih ključnih teoretskih prispevkov znanosti. Vrata novemu pristopu v proučevanju duha so odprli dosežki matematike in logike (Frege, Russell, Whitehead, Turing), razvoj informacijske teorije (Shannon), kibernetika (Weiner), raziskovanje možganov (Ramon y Cajal), modeliranje nevronov (McCulloch in Pitts) ter proučevanje poškodb možganov in njihovih posledic za kognitivno funkcioniranje.

Začetki kognitivne znanosti segajo v petdeseta leta[4] in pomenijo reakcijo na takrat predvsem v anglosaškem svetu prevladujočo behavioristično psihologijo. Behavioristični psihologi so se v želji, da bi bila njihova psihološka raziskovanja res

[2]Bralca opozarjam na v slovenščino prevedeni zbornik Hofstadterja in Dennetta *Oko duha*.

[3]Da ne bi prihajalo do nejasnosti pri uporabi termina kognitivna znanost, uporabljam v nadaljevanju članka zvezo klasična kognitivna znanost (tako kot Fodor in Pylyshyn, 1988) za pristop, ki gleda na duha kot na simbolni informacijski sistem. Kognitivna znanost ostaja ime interdisciplinarnega področja, ki dandanes vsebuje različne pristope.

[4]Za "rojstno leto" kognitivne znanosti Gardner (1987) šteje 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 A. Newell in H. Simon opisala prvi popolni dokaz izreka, ki je bil izveden na računalniku.

znanstvena, omejili le na proučevanje vedenja. Zavračali so introspekcijo, ker ne dopušča javnega dostopa do predmeta raziskovanja in zato ni primerna kot znanstvena metoda eksperimentalne znanosti. Ameriška psihologa J. B. Watson in B. F. Skinner sta zastopala stališče, da je edini ustrezni predmet preučevanja behavioristične psihologije odnos med dražljaji iz okolice organizma in reakcijami organizma na te dražljaje. Odločilni dejavnik pri razlagi je predstavljalo okolje. Posamezniki se tako, kot se, ne vedejo zaradi lastnih idej in namer, ampak le pasivno odslikujejo sile iz okolja. Behavioristi so se naslonili na psihologijo asociacij in so se veliko ukvarjali z raznimi oblikami učenja - npr. metoda poskusa in napak, posnemanja, podkrepljevanja, pogojevanja, saj so menili, da bodo s pomočjo teh metod lahko razložili, kako se posameznik nauči določenega vedenja. Za psihološka stanja, katerih rezultat ni opazljivo vedenje organizma, so v razlago vključili še dispozicijska stanja. Ta naj bi predstavljala vrojena ali pogojena nagnjenja k refleksnemu reagiranju organizma na določene dražljaje. Določiti naj bi jih bilo mogoče s testi in s tem zvesti na potencialno opazljivo vedenje. Behavioristi bi se na ta način izognili po njihovem mnenju spornim mentalističnim entitetam.

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". Vse, kar se dogaja znotraj nje, se ne dogaja na ravni, ki zanima psihologijo. Na ta način se behavioristični psiholog pri razlagi izogne tako sklicevanju na nevrofiziološka kot tudi na mentalna stanja.

Vendar se je izkazalo, da je projekt, po katerem bi lahko vse pojme z mentalistično 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 uporablja prepričanja, želje in namere za razlago vedenja in je nudila okvir, ki ga je bilo treba napolniti z znanstveno teorijo.

Kognitivizem je od behaviorizma sprejel pogled, po katerem je cilj psihologije razlaga in napoved vedenja, kot tudi to, da je za to ustrezna višja raven, kot pa je raven nevrofiziologije ali kakšne druge naravoslovne znanosti (npr. fizika, biologija). Loči pa se od njega v tem, da je odprl "črno škatlo" in vanjo postavil mentalna stanja kot člene v vzročni verigi razlage in napovedi vedenja.

3. Komputacijski funkcionalizem

Funkcionalistična teorija duha predstavlja filozofski poskus razložiti kritičen del, tj. način, kako prepoznavamo in razvrščamo mentalna stanja. Na primer, kaj je tisto skupno, zaradi česar različne bolečine so bolečine. Funkcionalizem pravi, da so tisto, kar je skupno vsem bolečinam in kar jih naredi bolečine, njihove funkcionalna relacije. Pri tem so mišljene vzročne relacije do subjektovih zaznavnih dražljajev, do ostalih mentalnih stanj in do odgovorov, ki se kažejo v vedenju. Z drugimi besedami lahko rečemo, da mentalna stanja določamo glede na njihovo vzročno vlogo znotraj sklopa vzročnih relacij.

S to trditvijo se funkcionalisti odmikajo od behavioristističnega stališča, po katerem se razlaga zvede izključno na dražljaje iz neposredne okolice (vzročni vhodni podatki) in na vedenje (vzročni izhodni podatki). Omogoča jim razlago, v kateri se sklicujejo na mentalna stanja kot so prepričanja, želje, namere itd. Pri tem je osnovni pojem pojem mentalne reprezentacije. Kognitivni znanstvenik namreč meni, da vsako inteligentno vedenje predpostavlja zmožnost ustrezne predstavitve sveta in da razlaga vedenja brez te predpostavke ni mogoča.

Druga značilnost funkcionalističnega pristop je v tem, da določanje mentalnih stanj in procesov poteka neodvisno od nevrofizioloških stanj in procesov (materialne realizacije). Tipe mentalnih stanj razvrščamo na osnovi njihovih vzročnih vlog in ne na osnovi njihovega fizičnega uprimerjanja. Naj še enkrat omenimo primer bolečine (Putnam, 1967). Da bi za neko mentalno stanje lahko rekli, da je bolečina, je dovolj, da določimo njegovo vzročno vlogo, ki je izogibanje ali odstranitev izvora poškodbe organizma. Pri tem bolečino pojmujemo kot bolečino zato, ker ima tako funkcionalno vlogo, ne pa zaradi nekega nepoznanega nevralnega stanja. Za funkcionaliste posamezna mentalna stanja, ki imajo isto vzročno vlogo, predstavljajo le primerke določenega tipa mentalnega stanja.

Prevladujoče stališče funkcionalizma do problema telesa in duha je šibkejša različica teorije identitete[5] - identiteta primerkov. Po tej teoriji je vsak primerek mentalnega stanja primerek nevralnega stanja, vendar teorija ne zahteva, da bi tipe mentalnih stanj izenačili s tipi nevralnih stanj. Tako je npr. vedno, kadar sem v določenem mentalnem stanju, to mentalno stanje identično z možganskim stanjem, obenem pa sem ob drugi priliki lahko v istem mentalnem stanju, a v različnem možganskem stanju. Teorija ima podporo v psihološki praksi. Psihologi pripisujejo isto mentalno stanja (npr. bolečino) človeku v različnih obdobjih, čeprav vemo, da se možgani spreminjajo skozi čas, ali pa različnim ljudem, čeprav obstajajo razlike med možgani različnih ljudi. Običajno se pripisujejo ista mentalna stanja tudi članom različnih vrst, pri katerih se možgani še bolj razlikujejo med seboj.

Filozofska teorija, ki podpira klasično kognitivno modeliranje kot empirično teorijo, je komputacijska različica funkcionalizma, pri kateri gre za kombinacijo reprezentacijske teorije (Fodor, 1975, 1987) in računalniške analogije.

Reprezentacijska teorija temelji na pristopu, po katerem s propozicionalnimi naravnanostmi predstavljamo mentalna stanja. Izraz propozicionalne naravnanosti (uvedel ga je Russell) se nanaša na stavke, kjer v glavnem stavku uporabljamo glagole, kot so “verjeti”, “želeti si”, “upati”, “bati se”, ki jim sledi odvisni stavek, uveden z “da”. Na primer: “Lan si želi, da bi šli kmalu na počitnice.” Propozicionalne naravnanosti so postale standardna oblika za karakterizacijo mentalnih stanj. Omogočajo nam, da imamo lahko isto naravnanost do različnih propozicij

[5]Močnejša različica je teorija tipske identitete, katere zagovornika sta npr. U. T. Place (1956) in J. J. C. Smart (1959). Po tej teoriji so mentalna stanja identična s stanji možganov: vsi primeri določenega tipa mentalnih stanj (npr. bolečina) so identični s primeri koreliranih tipov nevronskih stanj (npr. določenega nevronskega vzorca).

ali pa različne naravnanosti do iste propozicije.[6] V teoriji, kot jo je predlagal Fodor (1975), so propozicionalne naravnanosti funkcionalne (komputacijske) relacije do mentalnih reprezentacij.[7] To, da smo v posameznem propozicijsko naravnanem stanju, pomeni, da imamo reprezentacijo vsebine propozicije uprimerjeno v funkcionalni vlogi, ustrezni tej naravnanosti. "Biti prepričan, da to in to, je imeti mentalni simbol, ki pomeni, da je to uprimerjeno v tvoji glavi; je imeti to v tvoji 'škatli prepričanja'. ... Upati, da to in to, pomeni imeti primerek tega istega mentalnega simbola uprimerjen v tvoji glavi, toda na drugačen način; pomeni imeti ga uprimerjenega v 'tvoji škatli upanja'." (Fodor, 1987: 17)

Druga trditev reprezentacijske teorije duha govori o naravi mentalnih procesov. Mentalni procesi so vzročna zaporedja uprimerjanj mentalnih reprezentacij. Tako je, na primer, sosledje misli vzročno zaporedje mentalnih reprezentacij, mentalne reprezentacije pa izražajo propozicije, ki so objekti misli. "Misliti 'Deževalo bo. Torej grem noter.' je uprimeriti mentalno reprezentacijo, ki pomeni *Grem noter*, povzročeno na določen način z uprimerjanjem mentalne reprezentacije, ki pomeni *Deževalo bo*." (Fodor, 1987: 17)

V običajni zdravorazumski psihologiji imajo mentalna stanja tako vzročno vlogo kot tudi semantično vsebino in sosledje misli v veliki meri ohranja resničnostno vrednost. Fodor je z reprezentacijsko teorijo duha in s pomočjo računalniške analogije pokazal mehanizem, ki zmore posredovati med vzročnimi in semantičnimi lastnostmi. V računalniku so vzročne lastnosti simbola povezane s semantičnimi lastnostmi preko sintakse. Sintaksa predstavlja eno od fizikalnih lastnosti in si jo lahko v približku zamišljamo kot abstrakten atribut njene oblike.[8] Sintaksa je tako reducirana na obliko, in ker oblika potencialno določa vzročno vlogo, si lahko zamislimo primerke simbola, ki bodo delovali vzročno zaradi svoje sintaktične strukture. "Sintaksa simbola lahko določa vzroke in posledice njegovih uprimerjanj na podoben način, kot lahko oblika ključa določa, katero ključavnico bo odprl." (Fodor, 1987: 19) Po drugi strani pa je računalnik interpretirani avtomatični formalni sistem, stroj za manipuliranje s simboli. Če stroj sledi znotraj sistema definiranim sintaktičnim pravilom pri tvorjenju novih formul, potem bodo interpretirane formule ohranjale svojo semantično vrednost.

Računalniki tako predstavljajo okolje, kjer sintaksa simbola določa njegovo vzročno vlogo na način, ki upošteva vsebino. Haugland je to lastnost izrazil s formalističnim motom: "Če skrbiš za sintakso, bo semantika skrbela sama zase." (Haugland, 1985: 106) Po analogiji med računalnikom in duhom so tudi mentalne reprezentacije simboli, ki imajo vsebino in so hkrati vzročno odgovorne za vedenje.[9]

[6]Poleg tega propozicionalne naravnanosti ponujajo rešitev, kako opredeliti intencionalnost mentalnih stanj (glej uvod). Osnovna ideja je, da propozicijo, do katere je oseba naravnana, izenačimo z vsebino njenega mentalnega stanja.

[7]Prepričanje, da *p*, je komputacijska relacija do stavka "*p*" (ki pomeni, da *p*) (Field, 1978).

[8]Fodor (1987) opozarja, da je to lahko katerakoli lastnost primerkov simbola, ki omogoča, da ti primerki zadovoljujejo vzročne zakone. Sintaktična struktura bi bila lahko realizirana kot relacija med elektromagnetnimi stanji, kot je v dejanskem računalniku. To je tudi poanta funkcionalizma, da je duh neodvisen od realizacije.

[9]Ob tem je treba opozoriti, da s tem ne odpravimo težav, ki so povezane s semantiko atomarnih mentalnih reprezentacij.

3.1. Klasični simbolni modeli

Fodor in Pylyshyn sta klasičen pristop v kognitivnem modeliranju strnila v dve zahtevi (Fodor in Pylyshyn, 1988: 12-13):

1. *kombinatorna sintaksa in semantika za mentalne reprezentacije,*
2. *strukturna občutljivost procesov.*

Prva zahteva vzpostavlja notranji "jezik misli" [*language of thought*] (Fodor, 1975), ki je sestavljen iz končnega števila osnovnih atomarnih gradnikov in končnega števila načinov možnih kombinacij med njimi. Ker je teh kombinacij lahko poljubno mnogo, dobimo potencialno neskončno notranjih formul. Če hočemo določiti semantiko za tak jezik, moramo določiti pomen osnovnih sintaktičnih gradnikov jezika in kompozicionalno semantiko, ki za vsako možno kombinacijo določa, kako pomeni sintaktičnih delov sestavljenega izraza prispevajo k pomenu celote. Mentalnim reprezentacijam, ki ustrezajo tej zahtevi, pravita Fodor in Pylyshyn simbolne strukture, teorijam pa simbolni sistemi.

Druga zahteva, strukturna občutljivost procesov, omogoča, da so načela, po katerih se transformirajo mentalna stanja, definirana nad strukturalnimi lastnostmi mentalnih reprezentacij. Gre za formalne komputacijske procese, ki so občutljivi zgolj na formo, sintakso ali obliko simbolnih struktur, nad katerimi so definirani, ne pa na njihovo vsebino. Kot zgled formalnega procesa lahko navedemo uporabo pravila *modus ponens* (MP):

$$\frac{p \supset q \qquad p}{q}$$

Komputacijski proces, ki nam omogoči izpeljavo po pravilu *modus ponens*, se ne nanaša na pomen propozicij p in q ali na pomen veznika $\supset$. Z vidika formalnega procesa je pri uporabi *modusa ponensa* pomembno le to, da ima "p" v drugi premisi isto obliko kot "p" na levi strani prve premise in da ima "q" v sklepu isto obliko kot "q" na desni strani prve premise. Tak proces omogoča dejstvo, da premisa "$p \supset q$" ni atomarna, ampak ima sintaktično strukturo, v kateri so "p", "q" in "$\supset$" sestavni (konstitutivni) deli. Za formalne procese v splošnem ni treba, da vsebujejo logično sklepanje kot v našem primeru. Formalni procesi so vsi tisti procesi (npr. manipulacije z drevesnimi strukturami, algoritmi sortiranja itd.), ki so definirani nad obliko, ne pa nad vsebino vhodnih podatkov.

Klasična kognitivna teorija se pri določanju obsega in domene mentalnih operacij opira na pojem logično/sintaktične forme mentalnih reprezentacij. Ideja je, da je mogoče konstruirati: (1) tak jezik, v katerem določene značilnosti sintaktične strukture formul sistematično ustrezajo določenim semantičnim značilnostim, in (2) napravo, katere funkcija je transformacija simbolov, operacije nad simboli pa so občutljive na njihovo sintaktično strukturo (glej zadnji del razdelka 3.). Temeljna hipoteza klasične kognitivne znanosti je, da so možgani taka naprava.

V umetnih jezikih logike lahko sintaksa formule zakodira tisti aspekt njenega pomena, ki določa njeno vlogo v sklepanju. Klasiki menijo, da je to tudi ključna lastnost "jezika misli". Kot preprost primer tega Fodor in Pylyshyn (1988: 28) navajata naslednjo relacijo med dvema stavkoma:

(1) Janez je šel v trgovino in Marija je šla v šolo.
(2) Marija je šla v šolo.

S semantičnega gledišča stavek (2) sledi iz stavka (1), tako da sklepanje iz (1) na (2) ohranja resničnostno vrednost. Po drugi strani pa je s sintaktičnega gledišča stavek (2) sestavni del stavka (1). Ti dejstvi se lahko povežeta v načelo, da iz stavkov s sintaktično strukturo "$(S_1$ in $S_2)_s$" sledijo njihovi sestavni deli. Načelo povezuje sintakso stavkov z njihovo vlogo pri sklepanju. Pri tem se naslanja na slovnico naravnega jezika (tako angleškega kot slovenskega).[10] V splošnem so primeri uporabe sintaktičnih pravil, ki ohranjajo resničnostno vrednost, mnogo bolj zapleteni. S proučevanjem formalnih dokazov v logiki se ukvarja veja logike, ki ji pravimo teorija dokaza [*proof theory*]. Fodor in Pylyshyn (1988: 30) menita, da bi klasično kognitivno znanost lahko opisali kot razširjen poskus uporabe metod teorije dokaza za modeliranje tistih mentalnih procesov, ki vsebujejo sklepanja.

Kombinatorna sintaksa in semantika za mentalne reprezentacije ter strukturna občutljivost procesov poleg tega, da določata klasične simbolne modele, tudi pogojujeta fizično realizacijo simbolnih struktur. Klasični modeli predpostavljajo, da simbolna struktura ustreza dejanski fizični strukturi v možganih. Kombinatorna struktura reprezentacije ima dvojnika v strukturalnih relacijah med fizičnimi lastnostmi v možganih. Za relacijo "je del od ...", ki velja med enostavnimi in kompleksnimi simboli, se predpostavlja, da ustreza neki fizični relaciji med možganskimi stanji. Zaradi tega Newell (1980) govori o klasičnih komputacijskih sistemih in o možganih kot o "fizičnih simbolnih sistemih". Klasična teorija ne zahteva samo sistema fizično uprimerjenih [*instantiate*] simbolnih struktur, ampak tudi to, da so "fizične lastnosti, na katere se struktura simbolov preslika, prav tiste lastnosti, ki povzročajo, da se sistem vede tako, kot se." (Fodor in Pylyshyn, 1988: 14)

Za pravilno razumevanje analogije med računalnikom in duhom je pomembno, na kateri ravni je hipoteza postavljena. Kognitivni znanstveniki govore o treh ravneh opisa duha/možganov: semantični, sintaktični in ravni strukturalne arhitekture (fizični ravni). Za razlago delovanja duha sta pomembni semantična in sintaktična raven, saj duh predstavlja množico mentalnih reprezentacij, nad katerimi potekajo sintaktično določene reprezentacije. Raven strukturalne arhitekture možganov po mnenju kognitivistov ni pomembna za psihološko razlago in predstavlja domeno nevroznanosti. Tudi če bi lahko odprli glavo in pogledali v možgane, v njih ne bi našli majhnih simbolov. Kajti čeprav je sintaktična raven fizično realizirana, je ne moremo reducirati (v standardnem pomenu) na fizično raven. Namesto o redukci-

[10]Opozoriti velja, da v naravnem jeziku to za konjunkcijo ne velja vedno (npr. Iz stavka "Slovenska zastava je bela in modra in rdeča." ne sledi stavek "Slovenska zastava je bela.") Jezik misli predstavlja osnovo za naravni jezik, ni pa mu enak.

ji kognitivisti govore o implementaciji, podobno, kot je računalniški program implementiran v strojni opremi. Kognitivizem tako poleg ravni fizike in nevrobiologije postavlja še dve posebni reprezentacijski ravni - sintaktično in semantično, ki ju ne moremo reducirati. Iskanje ustreznih psiholoških razlag je podobno iskanju ustreznih programov, ki jih duh/možgani izvaja. Psihologijo torej zanima raven funkcionalne in ne strukturalne arhitekture.

Analogija med računalnikom in duhom je po eni strani omogočila postaviti hipotezo, da so mentalne reprezentacije fizično realizirane v obliki simbolne kode v možganih in s tem pomagala odgovoriti na vprašanje, kako da so mentalna stanja (prepričanje, želja, namera ...) ne samo fizično mogoča, ampak tudi dejansko povzročajo vedenje. Na drugi strani pa je analogija pripeljala do hipoteze o računalniku kot mehanskem modelu misli in omogočila empirično preverjanje psihološke teorije. Temeljni kriterij za sprejem ali zavrnitev hipotez predstavlja možnost njene računalniške realizacije, izdelave modela. Prav zato je umetna inteligenca, veja računalništva, ki se ukvarja z vprašanjem, kako programirati računalnik, da bo kazal inteligentno vedenje, ena osrednjih disciplin kognitivne znanosti.

4. Argumenti v prid jeziku misli in klasičnim simbolnim modelom

Fodor meni, da filozofska razhajanja okoli vprašanja, ali je “jezik misli”, ustrezajo razhajanjem med kognitivnimi znanstveniki o tem, katere arhitekture so ustrezne za mentalne modele. Argumenti, ki govore za “jezik misli”, so tudi v prid klasičnim simbolnim modelom. Fodor in Pylyshyn (1988) zato predstavita štiri med seboj povezane lastnosti kognicije: produktivnost, sistematičnost, kompozicionalnost in sklepalno koherentnost in dokazujeta, da te lastnosti lahko razložimo samo ob predpostavki, da mentalne reprezentacije tvorijo simbolni sistem (Fodor in Pylyshyn, 1988: 33-50).

4.1. Produktivnost

V dovolj bogatem sistemu (npr. naravni jeziki) so po predpostavki predstavne zmožnosti take, da so glede na ustrezno idealizacijo (npr. če govorec ni časovno omejen) neomejene. To pomeni, da sistem lahko kodira neomejeno število propozicij, ki pa jih doseže s končnimi sredstvi. Če ima sistem neomejene zmožnosti v primerjavi z omejeno izvedbo, pravimo, da je produktiven. Fodor in Pylyshyn se zavedata, da ni *a priori* argumenta v prid produktivnim zmožnostim, navedeta pa metodološki in empirični argument. Po prvem idealizacija k neomejenim zmožnostim sili teoretika, da loči opis metode za reševanje komputacijskega problema od drugih dejavnikov in se na tak način izogne neustreznim trikom. Tak trik je shranjevanje vseh ustreznih parov v tabelo [*look up table*], namesto da bi bili definirani funkcijsko. (Tako bi na primer namesto funkcije $y=5x+2$ imeli podano tabelo vrednosti vseh parov x in y.) Tak način bi zelo hitro, že pri nezahtevnih nalogah (kot je npr. enačba premice), zahteval veliko pomnilnika.

Empirični argument se opira na odkritja lingvista Chomskega, da je znanje, ki je podlaga jezikovni zmožnosti, generativno. Dovoljuje nam, da načeloma (jasno je, da dejansko lahko izrečemo le končno število stavkov) govorimo/razumemo neomejeno število stavkov, podobno, kot lahko pri poznavanju postopka seštevanja

izračunamo neomejeno število vsot. Temu v prid govorijo dejstva, da ljudje ob istih zmožnostih lahko izboljšajo svojo govorno/poslušalno izvedbo, če jim damo več časa ali jim omogočimo zapisovanje.

Klasični modeli omogočajo produktivnost zaradi kombinatorne strukture reprezentacij, s katerimi manipulirajo v programu in tako omogočajo uporabo rekurzivnih pravil. V klasični teoriji obstaja funkcionalna razlika med programom in pomnilnikom. Izvajanje je omejeno zaradi omejenosti komputacijskih sredstev, na primer pomnilnika. Vendar lahko pomnilnik povečamo, ne da bi spreminjali komputacijsko strukturo stroja. Ker so molekularne reprezentacije v klasičnih modelih zgrajene iz atomarnih s pomočjo rekurzivnih pravil, bi ob neomejenem pomnilniku imeli tudi neomejeno izvedbo. Klasična kognitivna arhitektura je zato po Fodorju in Pylyshynu primerna za razlago produktivnosti.

4.2. Sistematičnost

Ne glede na to, ali so kognitivne zmožnosti dejansko produktivne, se Fodorju in Pylyshynu zdi nedvoumno, da so sistematične. Sistematičnost kognitivnih zmožnosti je najlažje razumeti tako, se najprej osredotočimo na sistematičnost glede na razumevanje in govorjenje jezika.[11] "Za jezikovne zmožnosti pravimo, da so sistematične, če je zmožnost razumevanja/govorjenja nekaterih stavkov notranje povezana z zmožnostjo razumevanja/govorjenja nekaterih drugih." (Fodor in Pylyshyn, 1988: 37) Fodor in Pylyshyn pokažeta na moč sistematičnosti, ko hipotetično primerjata dve vrsti pridobivanja znanja materinega jezika - običajno učenje jezika in učenje, kjer bi se iz obsežne knjige na pamet učili jezikovne enote - posamezne stavke. Pri drugem načinu bi bilo mogoče, da bi se naučili stavke iz dela knjige, ne da bi poznali (ker se jih nismo naučili) stavkov iz drugega dela knjige. Tako bi bilo mogoče, da bi se naučili, da izgovor besed "Brinina igrača leži pred Lanovo posteljo" pomeni v slovenščini, da Brinina igrača leži pred Lanovo posteljo. Vendar pa hkrati ne bi imeli pojma, kako povedati, da Lanova igrača leži pred Brinino posteljo. Tak primer je za govorca s slovenščino kot materinim jezikom zelo neverjeten. Zato se Fodorju in Pylyshynu zdi očitno, da je učenje jezikovnih enot na pamet neustrezen način učenja materinega jezika. (Pri tem ni odveč poudariti, da je sistematičnost lastnost obvladovanja sintakse jezika, ne pa njegovega besedišča, ki je lahko nesistematično.)

Kadar nekdo pozna jezik, je njegova zmožnost, da razume stavek "Marko ljubi Majo" notranje povezana z zmožnostjo razumevanja stavka "Maja ljubi Marka". To si razložimo s sestavljivo strukturo [*constituent structure*] v stavku, kjer lahko iste sintaktične elemente preuredimo v skladu z isto množico pravil. Če nekdo razume stavke in pravila, ki vodijo h konstrukciji stavka, razume tudi drugačen stavek, ki je narejen iz istih elementov glede na isto množico pravil. Če bi to primerjali s situacijo, v kateri bi bili vsi stavki atomarni, ne bi imeli razloga, zakaj naj bi razumevanje enega stavka vodilo k razumevanju drugega (nič bolj kot razumevanje besede "zajec" vodi k razumevanju besede "drevo").

[11] Pri Fodorju ima sicer mišljenje in "jezik misli" prednost pred jezikom.

Vzporedno argumentu, ki iz sistematičnosti jezikovnih zmožnosti vodi k sestavljivi strukturi v stavkih, sledi argument za sistematičnost misli. Tako kot je bilo razumevanje stavka "Marko ljubi Majo" notranje povezano z razumevanjem stavka "Maja ljubi Marka", je tudi zmožnost misliti misel, da Marko ljubi Majo, notranje povezana z zmožnostjo misliti misel, da Maja ljubi Marka. Razlaga, ki jo ima reprezentacionalist, poteka takole: da ima nekdo misel, mora biti v reprezentacijskem stanju, kar pomeni, da mora uprimeriti mentalno reprezentacijo. Tako kot sistematičnost jezika kaže na strukturalne relacije med stavkoma "Marko ljubi Majo" in "Maja ljubi Marka", tako sistematičnost misli kaže na strukturalne relacije med mentalno reprezentacijo, ki ustreza misli, da Marko ljubi Majo in mentalno reprezentacijo, ki ustreza misli, da Maja ljubi Marka. Fodor in Pylyshyn menita, da je najboljša razlaga za sistematičnost misli simbolni sistem, torej kombinatorna sintaksa in semantika mentalnih reprezentacij.

Fodor domneva, da je sistematičnost vsaj včasih kontingentna lastnost misli. Logično je mogoče, da misli eno, toda ne druge od dveh vsebinsko povezanih propozicij. Pri tem opozarja, da ne smemo zamenjevati lastnosti, ki jih imajo naravnanosti, in lastnosti, ki jih imajo predmeti naravnanosti. (Ta ugotovitev sledi iz karakterizacije propozicionalnih naravnanosti, kot jo podajajo komputacijski funkcionalisti.) Fodor meni, da je nujno resnično, da so propozicije sistematične (tj., če je propozicija, da Marko ljubi Majo, potem je tudi propozicija, da Maja ljubi Marka). Toda to še ne razloži sistematičnosti naših zmožnosti, da doumemo te propozicije. "Kar razlaga 'jezik misli', je del empirične psihologije: *de facto*, kontingentna povezava med našimi zmožnostmi, da mislimo eno misel, in našimi zmožnostmi, da mislimo drugo." (Fodor, 1987: 152)

4.3. Kompozicionalnost

Kompozicionalnost je tesno povezana s sistematičnostjo. Ker so sistematično povezani stavki tudi semantično povezani, za razlago sistematičnosti potrebujemo še dodatno predpostavko, načelo kompozicionalnosti. Načelo kompozicionalnosti pravi, da če poznamo pomene sintaktičnih sestavnih delov in slovnična pravila, po katerih tvorimo stavek, poznamo tudi pomen celotnega stavka. Da bi lahko razložili semantično povezanost, moramo predpostaviti, da imajo običajno sintaktični deli ("Marko", "ljubi" in "Maja"), ki jih najdemo v obeh stavkih ("Marko ljubi Majo." in "Maja ljubi Marka."), isti semantični prispevek, da so neodvisni od konteksta. Sklepamo lahko, da so naravni jeziki v veliki meri kompozicionalni. Ker načelo kompozicionalnosti vodi semantične relacije med besedami in izrazi, katerih deli so te besede, morajo kompleksni izrazi imeti sestavne dele. Kompozicionalnost tako zagovarja (oziroma predpostavlja) sintaktično/semantično strukturo stavka.

Podobno lahko sklepamo tudi za mentalne reprezentacije. Kot pri sistematičnosti se tudi tu opremo na običajno psiholingvistično premiso, da uporabljamo jezik za izražanje misli. Tako kot je zmožnost uporabe nekaterih stavkov povezana z zmožnostjo uporabe semantično povezanih stavkov, mora tudi zmožnost biti v nekaterih reprezentacijskih stanjih obsegati zmožnost biti v semantično povezanih reprezentacijskih stanjih. To pa je mogoče, če imajo mentalne reprezentacije, tako

kot stavki, notranjo sintaktično/semantično strukturo. Klasični simbolni modeli to zadovoljujejo, saj je to kar arhitekturna lastnost modela.

Fodor in Pylyshyn menita (Fodor in Pylyshyn, 1988: 44), da velja argument iz sistematičnosti in kompozicionalnosti tudi za negovoreča bitja. Predpostavljata, da imajo tudi živali sistematične misli - organizem, ki zaznava (se nauči), da je *a* v relaciji z *b* (*aRb*), lahko v splošnem zaznava (se nauči) tudi, da je *b* v relaciji z *a* (*bRa*). Na primer, če lahko žival naučimo, da je trikotnik nad kvadratom, potem jo lahko naučimo tudi, da je kvadrat nad trikotnikom.

4.4. Sklepalna koherentnost

Podobno, kot je veljala sistematičnost za misli, velja tudi sistematičnost za sklepanja. Vzemimo primer, ki smo ga že navedli pri razlagi strukturne občutljivosti procesov (3.1). Gre za pravilo v logiki (opustitev konjunkcije): iz P ∧ Q lahko sklepamo tako na P kot tudi na Q. Temu ustreza psihološki zakon: misel, da P ∧ Q, teži k povzročanju misli, da P in misli, da Q (ob predpostavki, da vse ostalo ostane enako). Razlaga, ki jo daje klasična teorija, se opira na dejstvo, da sintaksa mentalnih reprezentacij posreduje med semantičnimi lastnostmi in vzročnimi vlogami reprezentacij v mentalnih procesih. To ji omogočata dve predpostavki: (1) kombinatorna semantika mentalnih reprezentacij je občutljiva na sintakso in (2) mentalni procesi so občutljivi na sestavljivo strukturo mentalnih reprezentacij. Posledica tega je, da so klasične teorije zavezane naslednji napovedi (sistematičnost sklepanja): če lahko izvajamo sklepanje, ki je določene logične oblike, potem lahko dokaj splošno rečemo, da lahko izvajamo tudi sklepanje, ki je podobne logične oblike. Na primer, iz “Lan hodi v šolo in igra košarko in prepozno hodi spat” sklepamo na “Lan hodi v šolo.” in iz “Lan hodi v šolo in prepozno hodi spat” sklepamo na “Lan hodi v šolo.” (Iz P ∧ Q ∧ R sklepamo na P in iz P ∧ Q sklepamo na P.) V tem primeru sta obe premisi sklepanj izraženi z mentalnimi reprezentacijami, ki zadovoljujeta isto sintaktično analizo $(S_1 \wedge S_2 \wedge ... S_n)_s$ in proces sklepanja v obeh primerih ustreza izločanju sestavnega dela, ki predstavlja sklep.

Dejstvo, da kažejo organizmi podobne kognitivne zmožnosti kar zadeva podobna logična sklepanja, se zdi Fodorju in Pylyshynu tako naravno, da se mu skoraj ni mogoče izogniti. Vendar bi imeli načeloma lahko take modele, v katerih bi bila podobna sklepanja (z gledišča logike) preračunana z različnimi mehanizmi. Če ne bi imeli mehanizma, ki bi zahteval, da morajo biti logično homogena sklepanja izvedena z ustrezno homogenimi komputacijskimi procesi, bi dopuščali vrzeli v kognitivnih zmožnostih (npr. iz stavka “Lan in Brina in Ana in Marko grejo na morje.” bi sklepali na “Lan gre na morje”, vendar takega sklepa ne bi naredili iz stavka “Lan in Brina in Ana grejo na morje.”). Ker po mnenju Fodorja in Pylyshyna takih vrzeli v človekovih kognitivnih zmožnostih ni, tudi modeli, ki bi jih dopuščali, ne bi imeli ustrezne arhitekture za model duha.

4.5. Argument (povzetek)

Empirična psihološka teorija mora razložiti navedena dejstva kognicije in Fodor in Pylyshyn trdita, da je klasična simbolna teorija z “jezikom misli” edina empirična teorija, ki ni že vnaprej obsojena na neuspeh. Ker osrednjo vlogo pri tem

igra pogoj kompozicionalnosti, ki ga mora uspešna teorija zadovoljiti, bi lahko argument strnili tudi takole:

1. Za razlago štirih med seboj povezanih lastnosti kognicije (produktivnosti, sistematičnosti, kompozicionalnosti in sklepalne koherence) potrebujemo kompozicionalnost reprezentacij.
2. Za kompozicionalnost reprezentacij je nujna kombinatorna sintaksa in semantika reprezentacij.
3. Reprezentacije s kombinatorno sintakso in semantiko so reprezentacije klasičnih simbolnih modelov.
4. Za razlago štirih lastnosti kognicije potrebujemo klasične simbolne modele.

Zaključek

V članku smo se seznanili s komputacijsko različico funkcionalistične teorije duha in teoretskimi osnovami simbolnega modeliranja oziroma klasične kognitivne znanosti. Pri tem smo izpostavili dve temeljni zahtevi za arhitekturo klasičnih modelov: (1) kombinatorna sintaksa in semantika reprezentacij in (2) strukturna občutljivost procesov. Klasiki menijo, da le s teorijo, ki temelji na (1) in (2) lahko razložimo štiri med seboj povezane lastnosti kognicije (produktivnost, sistematičnost, kompozicionalnost in sklepalno koherenco). Osrednjo vlogo pri razlagi igra kompozicionalnost reprezentacij, ki jo po mnenju klasikov lahko razložimo le, če imajo reprezentacije kombinatorno sintakso in semantiko. Vsi drugi pristopi so po njihovem mnenju že vnaprej obsojeni na neuspeh.

Klasičen pristop pa vseeno ni brez pomanjkljivosti. Prva je v tem, da so klasični simbolni modeli omejeni na pristop od zgoraj navzdol in podajajo le razlago za prehode med realiziranimi stanji, ne dajejo pa vzročne razlage za nastanek določene kognitivne funkcije ter ne upoštevajo nevrofizioloških omejitev. Druga pomanjkljivost se tiče konkretnih neuspehov pri modeliranju. Naj navedem le nekaj nalog, pri katerih ima klasičen pristop velike težave: prepoznavanje vidnih ali slušnih vzorcev, kategorizacija, gibanje v prostoru, zdravorazumsko razmišljanje s pomočjo ozadnjega znanja [*background knowledge*] in v splošnem vse tiste naloge, za katere ne poznamo eksplicitnih pravil.

Pomanjkljivosti simbolnih modelov so spodbudile iskanje alternativnih pristopov. Vendar so ti pristopi pred velikim izzivom, kako razložiti zgoraj omenjene lastnosti kognicije. Klasik jih postavlja pred dilemo: če teh lastnosti ne razložijo, potem niso kognitivni modeli, če pa jih razložijo, so zgolj implementacija klasičnih modelov, ne pa alternativa. Ena od možnih rešitev iz te dileme, ki jo zagovarjam tudi sama, je v kompozicionalnosti, ki ne zahteva kombinatorne sintakse in semantike za reprezentacije (torej v zanikanju druge premise argumenta v 4.5.). Če se izkaže, da je to mogoče, potem klasični simbolni modeli ne bodo več edini konj, na katerega je vredno staviti.[12]

[12]Zahvaljujem se kolegoma Nenadu Miščeviću in Božidarju Kantetu za koristne nasvete in pripombe.

Classical Cognitive Science and Symbolic Models

In this paper, I present the theoretical bases for classical cognitive science. Firstly, I briefly describe the main features of computational functionalism and classical symbolic models. Then I review arguments from productivity, systematicity, compositionality and inferential coherence. Advocates of classical cognitive science take these arguments as an evidence that we need classical approach for an explanation of the above mentioned features of cognition. I conclude with a suggestion that it is possible to get compositionality of representations which differ from classical symbolic approach. Since compositionality plays a central role in explaining the four features of cognition, this opens the way for alternative approaches.
Keywords: cognitive science, computational functionalism, classical symbolic models, language of thought, compositionality.

Literatura

Berić, B. (1994). *Kognitivizam i svijest*. Rijeka: Hrvatski kulturni dom.

Boden, M. (ur.) (1991). *The Philosophy of Artificial Intelligence*. Oxford: Oxford University Press.

Chomsky, N. (1989). *Znanje jezika* (prevod B. Kante). Ljubljana: Mladinska knjiga.

Dennett, D. in Hofstadter, D. (ur.) (1990). *Oko Duha.* Ljubljana: Mladinska knjiga.

Field, H. H. (1978/94). "Mental Representation". Ponatisnjeno v S. Stich in T. A. Warfield (ur.) (1990). *Mental Representation.* Oxford: Basil Blackwell, str. 35-77.

Fodor, J. A. (1975). *The Language of Thought*. New York: Crowell.

Fodor, J. A. and Pylyshyn, Z. W. (1988). "Connectionism and Cognitive Architecture: A Critical Analysis", *Cognition*, 28, str. 3-71.

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

Haugeland, J. (1985). *Artificial Intelligence: The very idea*. Cambridge, MA: MIT Press.

Markič, O. (1995). *Kognitivni modeli*. Magistrsko delo.

Newell, A. (1980). "Physical symbol system", *Cognitive Science*, 4, str. 87-127.

Place, U. T. (1956/1990). "Is Consciousnes a Brain Process?". Ponatisnjeno v W. Lycan (ur.), (1990). *Mind and Cognition*. Oxford: Basil Blackwell, str. 29-36.

Putnam, H. (1967/1990). "The Nature of Mental States". Ponatisnjeno v W. Lycan (ur.), (1990). *Mind and Cognition*. Oxford: Basil Blackwell, str. 47-56.

Smart, J. J. C. (1959/1991). "Sensations and Brain Processes". Ponatisnjeno v D. Rosenthal (ured.) (1991). *The Nature of Mind.* Oxford: Oxford University Press, str. 169-180.