

Tartu Ülikool
Psühholoogia osakond

Roland Pihlakas

Klassikalise ja operantse mõtlemise modelleerimine

Bakalaureusetöö projekt

Juhendajad: Maarja Kruusmaa, Jüri Allik
Läbiv pealkiri: naturaalse mõtlemise modelleerimine

Tartu 2006

Sisututvustus

Käesolev töö on autori seminaritöö edasiarenduseks. 2005 aasta kevadel kaitstud seminaritöös tutvustasin muude teemade hulgas kiirelt mustreid õppiva võrgu struktuuri ning lisasin vastava programmi.

2005 aasta suvel toimus *International Joint Conference on Neural Networks 2005*, kus Dileep George ning Jeff Hawkins tutvustasid sarnast struktuuri (“A Hierarchical Bayesian Model of Invariant Pattern Recognition in the Visual Cortex”, URL:

<http://www.stanford.edu/~dil/invariance/Download/GeorgeHawkinsIJCNN05.pdf>). Nende artikkel oli fokuseeritud ainult sellele arhitektuurile ning oli viimistletum, kuid põhiideed olid üllatavalt sarnased. Erinevuseks oli, et nende mudel peaks töötama reaalarvudega ning *belief propagation* saab levida korruga ülalt alla ja alt üles, olemas on ka kajamälu. Minu mudel kevadel töötas diskreetsete väärtustega ning kuigi programmis oli olemas mõlema suuna *belief propagation* analoog, ei olnud ma pannud neid suundi korruga toimima.

Programmi ei ole nad veel avaldanud, kuid Hawkins ning George on asutanud ettevõtmise, mis avaldab vastava programmi varemalt 2007 aasta alguses kommertstingimustes (“Hierarchical Temporal Memory”, tutvustuse URL:

http://www.numenta.com/Numenta_HTM_Concepts.pdf).

Ma ei saa väita, et tegu on kindlasti ainsa ja esimese sarnase ideega, kuid pean seda tõenduseks, et tegu on värske uurimisküsimusega ja võiks omada mõningat väärtust.

Käesolev töö on seminaritöös alustatud mudeli edasiarendus, mudel töötab reaalarvuliste andmetega, muuhulgas on lisatud kajamälu, mida mainisin ka seminaritöös, kuid ei käsitlenud pikemalt. Saab modelleeritud klassikaline tingimine, koos mõnede naturaalse mõtlemise ebaintuitiivsete iseärasustega, mida ma pole tehisintellektis kohanud. Nagu seminaritöö mudel, ka käesolev mudel õpib kiirelt (varasemate kogemuste puudumisel koheselt). Mulle teadaolevalt ei ole sellist mudelit loodud, küll aga on hulk pingutust muude, lihtsate närvivõrkude kiirendamiseks ja ka sellest tulenevalt uurimus võiks omada mõningat väärtust. Näitan, kuidas sama mudelit saab edasi arendada operantse mõtlemise mudeliks koos diskriminantsete stiimulite ja diskriminantsete tegevustega ning mitmeastmelise operantse tegevusega (navigatsioon primitiivses keskkonnas, edaspidi primaatide taipamise võimed). George ning Hawkinsi artiklites pole neid küsimusi veel puudutatud. Operantse mudeli võimalikuks formaalseks analoogiks tehisintellektis on *goal-driven learning* mudelid (Ashwin Ram David & B. Leake, “Goal-Driven Learning”, 1995).

Töö üks eesmärgi on teha valikuid tehisintellekti mudelite hulgas, et leida neist sobivad naturaalse mõtlemise mudeli *struktuuri elementide* jaoks. Minu arvates tehisintellektis on kohati segadus, millised omadused esinevad naturaalses mõtlemises, ning isegi kui püütakse neid jäljendada, jäljendatakse vananenud teooriaid (näiteks Sutton & Barto “*Reinforcement*

Learning: An Introduction”, 1998 viitab ning on ülesandepüstituselt sarnane Thorndike teorialele). See pole sugugi väitmaks, et need mudelid on kõlbmatud, vaid korrastamiseks ja tegemaks valikut, millised mudelid vastavad naturaalse mõtlemise aspektidele.

Ühtlasi käesolev töö ühendab sobivad mudelid üheks terviklikuks närvivõrgu sarnaseks struktuuriks, järjekorras, mis on teooria ja/või mudeli ehitamise seisukohast mõistlik. Mudeli mitmed üksikud ideed ja elemendid ei pruugi kõik olla esmakordsed, kuid organisatsioon on seda hulga tõenäolisemalt ja seega veel põhjus, miks uurimus võiks omada mõningat väärtust. Rõhutan, et minu jaoks on senini valdav osa lahendusideedest kerkinud psühholoogiast lähtuvalt.

Uurimusega tuleb kaasa töötav, kasutatav terviklik programm, nagu ka seminaritöö puhul. Suurem osa programmi on juba valmis ja toimib, seega ei ole riski läbikukkumiseks. On plaanis programmile lisada veel primitiivses keskkonnas navigatsiooni võime, primaatide taipamise võimed leiavad lühidalt teoreetilist käsitlemist. Analoogselt seminaritööle, käsitlen käesoleva töö lõpus lühidalt kõrgemaid võimeid, mida on võimalik käesolevale uurimistöele järgnevalt ja senise mudeli toel modelleerimise aspektist lähema vaatluse alla võtta.

Kokkuvõttes, töö eesmärgid on tehisintellekti ideede struktuuriks organiseerimine naturaalse mõtlemise modelleerimisest lähtuvalt, mudeli suhtes relevantsete psühholoogiateooriate organiseerimine, praktilise väljundina töötav programm, lisaks modelleerimisel potentsiaalselt kerkivad täpsustavad küsimused olemasolevate teooriate kohta.

Kirjandus

Psühholoogia:

- Kognitiivsed kaardid, s.h Tolman;
- Köhleri raamatud, s.h "Mentality of Apes", Tomasello & Call "Primate Cognition";
- Skinner "Science and human behaviour";
- Tomasello "The cultural origins of human cognition";
- Toomela, Vögtöski, Luria, Leontjev;
- Tulving.

Robotika:

- Agenditehnoloogia raamatud;
- Ashwin Ram & David B. Leake, "Goal-Driven Learning";
- Närvivõrkude artiklid (Kohonen ja Grossberg, Hopfield, muud);
- Sutton & Barto "Reinforcement learning";
- Tehisintellekti õpikud (Russell & Norvig "Artificial Intelligence: Modern Approach", Winston "Artificial Intelligence").

Oluline osa neist raamatutest on juba loetud; need mis pole ülikooli raamatukogus saadaval, olen tellinud Krisostomuse raamatupoest.