

**Opponensi bírálat Krajcsi Attila „Mental Representation for Simple Symbolic Number Processing” című MTA doktori értekezéséről**

A kognitív-kísérleti pszichológia klasszikus működés módja, hogy megfigyelésekre alapozva először kialakít egy elméleti modellt, majd ezt rigorózus módszertannal és szigorú tudományos módszereket alkalmazva adatokat gyűjtenek és hipotéziseket teszteljenek. A cél sokféle lehet, például megfigyelni, hogy egy változó manipulálása milyen hatással van egy másik megfigyelt változóra; vagy, ha a kidolgozott elméleti modell valamilyen korábbi modell helyett javasolt újdonság, akkor a két modell szisztematikus tesztelése annak eldöntésére, hogy melyik képes jobban közelíteni a valóságban megfigyelteket. Krajcsi Attila doktori művében éppen erre az utóbbira vállalkozik. Az elemi számfeldolgozás első és máig domináns modelljének, az analóg számosság rendszernek (ASZR) közeleg az 50. születésnapja, hiszen 1976-ban írták le azt először. Az ASZR egy pszichofizikai elv (a Weber-törvény) alapján működik, és mind szimbolikus, mind nem szimbolikus számok feldolgozását azonos mechanizmusként kezeli. Ritkán esik meg (legalábbis a pszichológiai tudományban), hogy egy elmélet ennyire hosszú időn át fenn tud maradni. Ugyanakkor a doktori műből világosan kiderül, hogy több problémája is azonosítható. A szerző saját és mások kutatási eredményei alapján mutat rá, hogy az ASZR ugyan sok tekintetben valóban jól közelíti a valóságot, vannak olyan pontjai, melyek meglehetősen elrugaszkodott és meglepő következtetéseket valószínűsítene. Erre válaszul veti fel Krajcsi Attila a diszkrét szemantikus rendszer (DSZR) modellt, amelyet nem csak elméletileg fogalmaz meg, hanem saját empirikus munkáin keresztül tesztel is. A DSZR egy szemantikai hálózatként értelmezi a szimbolikus számfeldolgozást, ahol a számokat és a hozzájuk kapcsolódó fogalmakat (pl. „páros”, „nagyobb”) diszkrét csomópontok és asszociációk képviselik.

A doktori disszertáció, összesen 221 oldalas munka, amely összesen 9 fejezetből áll, ebből az első bevezető és utolsó diszkusszióra és konklúziókra fókuszáló fejezeten túl tartalmaz egy világos felépítésű elméleti cikket az ASZR-DSZR összehasonlításról és a felvetett új modell elméleti keretének lefektetéséről, további összesen hat fejezet olyan empirikus munkákat ismertet, amelyek az ASZR és DSZR modellek ellentéteit írják le, és a tisztán ASZR keretrendszert és a hibrid ASZR-DSZR keretrendszert állítják szembe egymással. A nevezett hét fejezet 1 már benyújtott és 6 már megjelent publikációt vonultat fel, melyek közül mind rangos nemzetközi

szaklapokban jelentek meg. A disszertáció jó felépítésű, az első fejezet táblázatai, ábrái és általában véve az ott nyújtott bevezető világosan vezeti végig a téma felvetésén az olvasót és közvetíti a háttérben meghúzódó gondolatmenetet és elméleti megfontolásokat. A fejezetek egyértelmű számozása és a fejezetek címén túl annak ismertetése, hogy mi annak fókusza (és a vizsgálat eredménye) világosan kifejezi az értekezés főbb szakmai üzeneteit.

A disszertációban rögtön az elején világossá válik, hogy az ASZR-DSZR modelleket, elsősorban azon folyamatok mentél lehet és érdemes összehasonlítani, melyekre különböző predikciókat adnak. Az elméleti áttekintés alapján ezek az összehasonlítási nagyság-, távolság-, és arányhatások, a számokkal kapcsolatos interferenciák jellege, valamint az előfeszítési távolsághatás (és az összehasonlítási távolság közötti kapcsolat). Az elméleti bevezető(k) a doktori műben gazdag szakirodalmi ismertetést és elemzést ad(nak) és demonstrálják, hogy a szerző otthonosan mozog a terület klasszikus és a kurrens szakirodalmában. Valamint arra is egyértelműen kitérnek, hogy a klasszikus ASZR helyett egy ASZR-DSZR hibrid keretrendszer hatékonyabban és jobban tudja leírni az elemi számfeldolgozást. Ebben egészen konkrétan a nem szimbolikus számfeldolgozást továbbra is az ASZR, míg a szimbolikus számfeldolgozást a DSZR mentén írható le. Ezekre alapozva és a viselkedéses kísérleti pszichológia (és adatelemzés) széles módszertanát felvonultatva szisztematikusan teszteli a modellek lehetséges különbözőségeit.

A harmadik fejezet egy kísérletsorozat új, mesterséges számjegyekkel, amelyből kiderül kiderül, hogy a mérethatás a számok előfordulási gyakoriságával áll összefüggésben, míg a távolsághatás a számok „kicsi-nagy” szemantikai címkékkel való asszociációjával kapcsolatos. Továbbá itt igazolja azt, a korábbi elméleti bevezetőben is citált eredményt a szerző, hogy a legnagyobb egyjegyű számok közti összehasonlítás esetén a klasszikus modell nem tudja jól előrejelezni a teljesítményt. Mindezek alapján az ASZR helyett a DSZR modell tűnik alkalmasabbnak.

A negyedik fejezet egy fontos kritikát fogalmaz meg, miszerint a szimbolikus számok közötti távolsághatás nem a tényleges numerikus különbségen alapul, hanem a feladatban kialakuló választatistikákon. Vagyis a kognitív rendszer nem a „számokat” dolgozza fel, hanem a kategóriákhoz (kicsi/nagy) való valószínűségi viszonyokat.

Az ötödik fejezet összeveti a szimbolikus és nem szimbolikus számfeldolgozást, amely alapvetően meghatározó lesz az ASZR-DSZR hibrid keretrendszer melletti elköteleződés szempontjából, mivel: nem szimbolikus számfeldolgozás esetén az ASZR jól jelzi előre a teljesítményt/eredményeket; viszont szimbolikus számfeldolgozás esetén az ASZR túlbecsüli a hibaarányokat (ahogy erre korábbi fejezet eredményei is rámutatnak).

A hatodik fejezet a távolság- és mérethatás disszociációjával foglalkozik, melynek vizsgálata és leírása azért fontos, mert az ASZR modell szerint ezek összefüggenek, mint az arányhatás két aspektusa, a DSZR szerint viszont függetlenek. Az eredmények alapján az összefüggés a két hatás között szimbolikus számfeldolgozás esetén gyenge, de nem szimbolikus számfeldolgozás esetén erős – amely ismét aláhúzza az ASZR-DSZR hibrid keretrendszer létjogosultságát.

A hetedik fejezet a paritás és a nagyság interferenciájával foglalkozik a szerző. Az eredmények alapján a két hatás között kölcsönhatás mutatható ki, amelyet az ASZR nem tud magyarázni, a DSZR azonban előrejelzi az ilyen diszkrét kategóriák közötti interferenciát.

A nyolcadik fejezet végül az előfeszítés és összehasonlítási távolsághatások különbözőségével foglalkozik. A fő megállapítás, hogy a két hatás nem ugyanazt a mechanizmust tükrözi és nincs korreláció a kettő között. Mindez ismétellen ellentmond az ASZR-nek, míg összhangban van a DSZR-rel.

A disszertáció főbb tézisei és eredményei a fentiekkel összhangban:

1. A DSZR modell kidolgozása, amely alternatívát kínál az ASZR modellre szimbolikus számfeldolgozás esetén, mivel a DSZR jobban magyarázza a szimbolikus számfeldolgozást, a méret- és távolsághatásokat, a paritás és számérték interferenciáját, és az előfeszítési és összehasonlítási távolsághatás interferenciájának hiányát. A méret- és távolsághatások függenek a számok gyakoriságától és az asszociációs statisztikáktól.
2. Az arab számok összehasonlításának nagysághatása csak részben függ az ingergyakoriságtól, míg az összehasonlítási távolsághatás jelentősen függ az

ingerstatisztikától. Az összehasonlítási távolsághatás jelentősen függ az ingerstatisztikától új számszimbólumok esetén.

3. A szimbolikus számok összehasonlításának nagysághatása teljes mértékben függ az ingergyakoriságtól és új szimbólumoknál összegzi a különböző ingergyakoriságokat. Az összehasonlítási távolság- és nagysághatás csupán kis mértékben, míg a távolsághatás és az előfeszítési hatás egyáltalán nem függenek össze. A pszichofizikai modellben szisztematikus torzítás figyelhető meg az összehasonlítás leírásában. A SNARC hatás megfigyelhető.
4. A nem szimbolikus számfeldolgozás esetén továbbra is elfogadható az ASZR modell, mivel ebben az esetben a számösszehasonlítást nem befolyásolja jelentősen az ingerstatisztika, de a nagysághatást módosítja az ingergyakoriság. Az összehasonlítási távolság- és nagysághatás szorosan összefügg. A pszichofizikai modellek az összehasonlítást torzítások nélkül írják le. A SNARC hatás nem figyelhető meg.

Kérdések és észrevételek:

A DSZR érthető módon egy elméleti keretrendszert vázol fel, ugyanakkor jó lett volna többet megtudni működésének formális, kvantitatív modelljéről, ide értve például a kapcsolatok súlyozását és az aktiváció terjedését (vagy ezek interakcióját).

A DSZR kapcsán egyértelműen megjelenik, hogy ez nem a számok szemantikus megértésén alapul, hanem sokkal inkább statisztikai információkra, tulajdonságokra és sajátosságokra. Ezért talán mégis meglepő, hogy a nem szimbolikus számok feldolgozását az ASZR végzi (továbbra is) és nem elképzelhető egy „tisztán” DSZR keretrendszer. Ugyanakkor, a statisztikai információkra vonatkozóan bár a kísérleti módszertan sokszor az egyéni különbségeken túli általános összefüggésekre fókuszál, mégis érdekes kérdés, hogy melyek azok az egyéni különbségek és környezeti faktorok, amelyek feltehetően befolyásolhatják a DSZR működését.

A végső konklúziókban megjelenik, hogy az ASZR-rel szemben a DSZR statisztikai tanulás alapú. Milyen folyamatokban jelenik ez meg és milyen fejlődési aspektusai vannak? Ez azért is érdekes kérdés, mert a disszertációkban felnőtt alanyok szerepelnek – vajon a (különböző korú) gyerekekkel végzett vizsgálatok milyen eredményt mutatnának? Melyek a fejlődési lépések, milyen tanulási mechanizmusok alakítják ki ezt a hálózatos szemantikai

kapcsolatrendszert? Milyen szerepe van ebben a nyelvi kontextusnak és a tanításnak? Talán még egy lépéssel továbbmehetünk itt, milyen új didaktikai vagy fejlesztési stratégiák következnek a DSZR modellből a szimbolikus számfeldolgozás kapcsán?

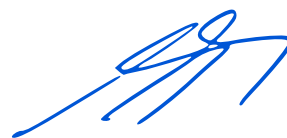
Valamelyest kapcsolódó kérdés, hogy más számrendszerekben és kultúrákban is hasonlóan működhet a DSZR?

A DSZR további vizsgálatában és a DSZR-ASZR különbségek feltérképezésében milyen új utakat és lehetőséget nyithatna a viselkedéses módszertannal való részbeni szakítás és fiziológiás vagy idegtudományi módszerek és eszközök alkalmazása? Pedálul mely agyterületek (vagy még inkább agyi hálózatok) felelnek a DSZR működéséért, és ezek hogyan különülnek el az ASZR-rel összefüggésbe hozható területektől?

Értékelés:

Összességében úgy vélem Krajcsi Attila doktori disszertációjában bemutatott vizsgálatainak eredménye megfelel az MTA doktora cím eléréséhez támasztott követelményeknek. Következésképpen javaslom, hogy az MTA Doktori Tanácsa az értekezést nyilvános vitára bocsátsa.

Pécs, 2025. július 11.



Zsidó András Norbert

tanszékvezető tudományos főmunkatárs

PTE BTK Pszichológia Intézet