

Bírálat

Hosszú Gábor: „Speciális mintarendszerek és magzati szívhangok informatikai modellezése”

c. MTA doktori értekezéséről

Általános észrevételek

Az értekezés két területen elért tudományos eredményeket mutat be. Az egyik időbeli evolúcióval rendelkező mintázatok – elsősorban ezek fejlődésének – vizsgálata matematikai modellezésre és informatikai eszközökre alapozva. A mintaevolúciós kutatás fókuszában mintegy nyolcvan afrikai és eurázsiai írás fejlődésének elemzése áll. A létrehozott értékelési eljárás részletesen definiált, általánosítható más, nem teljesen meghatározott mintázatok közötti kapcsolatok elemzésére is. A vizsgált írások és jelszekvenciák teljes egésze nem áll rendelkezésre, a kidolgozott eljárások csak az eddig megtalált egyedeket tudják minősíteni. Ezért *előrelépést jelent az értekezésben bevezetett szimbólum- és eljárásrendszer akkor is, ha csak adott valószínűséggel lehet osztályozást adni*. A másik kutatási terület a magzati szívhangvizsgálat matematikai és informatikai módszerekkel. A kifejlesztett eljárás alkalmazható más, otthoni mérésből származó és ritkán megjelenő orvosi adatok gyűjtése során is.

A vizsgált írásokat speciális mintarendszereknek tekintve és ezek sajátosságait figyelembe véve kidolgozott modellezési eljárások alkalmasak a sztyeppe népek által használt írások elemzésére, segítik ezek evolúciós rendbe történő elhelyezését. A feladat nehézségét jól érzékelteti egy szimbólumátvétel szükséges feltételeinek leírása a 18. és 19. táblázatban. („ha a taxonok megfelelő glifjei azonosak vagy különbségük ésszerűen magyarázható; alátámasztják vagy legalábbis nem zárják ki; ilyenkor nem a kétségtelenül igazolt, hanem a legvalószínűbb elődtaxon megtalálására van lehetőség; lehető leginkább kielégíti; a hasonlóság megállapításához a lehető legkevesebb feltételezéssel kell élni.”) Az értekezés eredményei segítik az objektív minősítést.

A magzati szívhangból kinyerhető információtartalom növelése aktuális téma, az eredmények a hatékonyságot növelő, személyre szabott egészségügyi ellátásban is alkalmazhatóak. A magzat fejlődésének monitorozására javasolt eljárás kiegészíti a jelenleg elterjedten használt ultrahangos vizsgálatot és nem igényel sem speciális adatelemzői szakértelmet sem magas költségű eszközöket.

Új a szerző felismerése, hogy a biológiai evolúció fogalmai és vizsgálati módszerei alkalmazhatók a régi írásos dokumentumok elemzésében, a biológiai őskövületekhez hasonlóan fossziliaként fennmaradt feliratok (általánosan jelszekvenciák) analizálására is.

Az értekezés 99 oldalas, öt fő fejezete van (zárójelben ezek hossza): kutatási célok (7 oldal), jelleg hasonlósági vizsgálatok (20 oldal), fenetikai vizsgálatok (16 oldal), evolúciós vizsgálatok (31 oldal), magzati szívzörejek identifikálása (5 oldal). Ezt kiegészíti további hét fejezet (bevezetés, eredmények hasznosíthatósága, új tudományos eredmények összefoglalása, rövidítések és jelölések, legfontosabb saját közlemények, függelék, hivatkozott nem saját irodalom). A megfogalmazott tudományos eredmények arányosak a fő fejezetek hosszával: a jelölt által mintaevolúciónak nevezett vizsgálati módszerek a jelleg hasonlósági-, a fenetikai- és az evolúciós vizsgálatok fejezetekben vannak leírva. A magzati szívzörejek identifikálása és a ritkán

jelentkező mintázatok későbbi analízis céljából történő eltárolására javasolt eljárás leírása az értekezésben csak röviden szerepel.

A jelölt által az elmúlt másfél évtizedben a Kárpát-medencében előkerült egyes jelszekvenciák megfejtésén dolgozó kutatócsoportok tagjaként kidolgozott mintaevolúciós vizsgálatok a nyelvi emlékek megfejtéséhez hatékony támogatást adnak. Az eredmények más, időben változó jelszekvenciák közötti kapcsolatok értékelésére is alkalmazhatók. A jelölt által adott fogalmi definíciók és az analízist végző algoritmusok más mintarendszerekre történő adaptálásához a konkrét rendszerek alapos ismeretén felül további kutatómunka is szükséges.

A rendkívül ritkán fellépő magzati szívzörejek identifikálása és az erről készült felvételek elosztott adatbázisban történő tárolása és feldolgozása során elért tudományos eredmények részben kapcsolódnak a mintaevolúciós vizsgálatokhoz, jelentőségük azonban kisebb. Az eredmények tömör, mindössze öt oldalon történő leírása ezzel összhangban van.

Az értekezés jól struktúrált, a szerkesztés, a nyelvezet és az ábrák gondos munkáról tesznek tanúbizonyságot. A jelölt 48 publikációt jelöl meg, amelyben szerző vagy társszerző. 15 publikációja egyszerezős, 2 többszerzős publikációban első szerző, 31 többszerzős publikációban nem első szerző. A megfogalmazás jellemzően egyes szám első személyt használ, ami arra utal, hogy saját eredmények alapján készült az értekezés.

Részletes észrevételek

1. A doktori értekezés minősítésében *a tézisek értékelése* meghatározó, ezért bírálatomban erre fektetem a hangsúlyt.

Az **1. Tézis** egy vizsgálati módszer kidolgozására vonatkozik, amely matematikai modellezést használva alkalmas időben változó mintarendszerek jellegeinek evolúcióját elemezni. A kellő részletességgel definiált módszert *új tudományos eredményként elfogadom*. A tézis altézisei nem azonos erősségűek. Az 1.1 altézisben a jelölt definiálja a módszer alkalmazásához szükséges jel- és szimbólum fogalmakat a jelelmélet szerint. Meghatározza a szimbólum egyik mintarendszerből a másikba történő átvételének szükséges feltételeit. Ez az altézis döntően a vizsgálati módszer alkalmazásának feltételeit adja meg. Az 1.2 és 1.3 altézisek együtt alkotják az 1. tézis lényeges új tudományos eredményét. Ezekben a jelölt definiálja a szimbólumok alakzatának karakterisztikusságát jellemző összetettségi mutatót (glif) (1.2), és ezek hasonlóságát számszerűsítő eljárást ad (1.3). Az 1.4 altézis igazolja, hogy a mintarendszerek jellegeinek változásai felfoghatók elemi jellegtranszformációk sorozataként. Az 1.5 altézis egy módszert ad a szimbólumszármaztatásra, amely a szimbólumok leszármazási láncán alapul.

A **2. Tézis** a jelszekvenciák előzetes osztályozását minősítő összetett, többváltozós adatelemző eljárást ad. A 2.1 altézis a vizsgált mintarendszerek egyszerű fenetikai modelljének kidolgozására vonatkozik. A 2.2 altézis a homoplázia algoritmizált kezelésére adja meg a fenetikai modellezési eljárás kiterjesztését. *A tézis legértékesebb részének, lényeges új tudományos eredménynek a 2.3 altézist tekintem*. Ez tartalmazza a jelölt által kifejlesztett összetett algoritmust, amely alkalmas annak kimutatására, hogy az egyes jelszekvenciák hányadrészben tartalmazzák az egy osztályba tartozó jelszekvenciákban előforduló jellegeket és az összes jelszekvenciára vonatkozó súlyozott együttes holofiletikus indexet.

A **3. Tézis** a jelölt által kidolgozott szukcesszív eliminációra vonatkozik. *A tézist új tudományos eredményként elfogadom*. A 3.1 altézis írja le a szukcesszív eliminációt. Ez a tézis legfontosabb része. A 3.2 altézis azt igazolja, hogy kladisztikai elemzés hajtható végre a kiterjesztett fenetikai modellből szukcesszív eliminációval meghatározott kezdeti közös jellegkészlet alapján. Ezt az altézist a 3.1 altézishez tartozónak tekintem. A 3.3 altézis eljárást ad annak igazolására, hogy a szukcesszív eliminációból nyerhető szűrt jellegkészlet a vizsgált mintarendszerek fejlődésének kezdetét jellemzi. A jelölt megmutatta a kiterjesztett fenetikai modell kiértékelésével a vizsgált mintarendszerek közös elődjeinek létezését. Ez az eredmény csak a vizsgált sztyeppe népek által használt írások elemzésekor értékes. A módszer más mintarendszerekre való átvitele esetén előfordulhat, hogy nincs közös előd.

A **4. Tézis** a rendkívül ritkán fellépő magzati szívzörejek identifikálására és a fonokardiográfiás felvételtől származó adatok elosztott adatbázisban történő tárolására vonatkozik. A 4.1 altézis zajszint fogalmat definiál a magzati szívhangfelvételek zajszint szerinti osztályozásához, segítve ezzel a szívzörej keresését. Ez inkább a felvételek értékeléséhez adott technikai definíció. A 4.2 altézis annak igazolása, hogy a hosszú idejű és többszörösen végzett fonokardiográfiái vizsgálatok lehetőséget adnak arra, hogy a helyzetét változtató magzatról is rögzíthető legyen többféle szívzörej. Ez az altézis annak az általános elvnek a konkretizálása, hogy ritkán (időszakosan) jelentkező események nagyobb valószínűséggel mutathatók ki hosszabb idejű megfigyeléssel. A 4.3 altézis a különböző mérőhelyeken – akár otthon – rögzített szívzörejek későbbi adatfeldolgozás céljára történő tárolására ad javaslatot, amely kiterjed a felvételek előfeldolgozására és egy helyre történő továbbítására. Ez az altézis nagyobb részben fejlesztés és csak kisebb részben kutatás eredménye.

2. A tézisekben írtakkal kapcsolatos észrevételek és kérdések.

Vizsgálta-e a jelölt az 1.2 altézisben szereplő, általa heurisztikus módszerrel kidolgozott glif-összetettségi mutató (GCP) optimalitását?

Az 1.3 altézisben két glif különbözőségét meghatározó $d(g^1, g^2)$ kifejezés értékében meghatározó a w_i értéksor. Ez heurisztikus úton lett megállapítva, mi biztosítja a kifejezés optimalitását?

A 2.2 altézisben: „*Felismertem továbbá a vizsgált mintarendszerek fejlődésében egyfajta retikuláris evolúció hatását.*” Megítélésem szerint a „felismerés” nem tekinthető tudományos eredménynek. Átfogalmazva elfogadom: „Az általam kidolgozott eljárással kimutatható a vizsgált mintarendszerek fejlődésében a retikuláris evolúció hatása.”

A 2.3 altézisben szerepel annak számszerűsítése, hogy „*egy osztályba tartozó jelszekvenciák hányad részben alkotnak holofiletikus részét*”. Hiányolok egy elemzést – ha csak becsülni lehet, akkor a becslés megbízhatóságát – a „hányadrész” pontosságát illetően.

A 3.1 altézisben: „*Bevezettem a szukcesszív elimináció fogalmát, amely olyan jellegkiválasztás, amelyik általános elvek alapján kinyeri a kiterjesztett fenetikai modellben közvetetten meglévő evolúciós adatokat.*” Mit jelent itt az „általános elvek alapján”?

A 4.1 altézisben: „*A jel/zaj viszony (SNR) hagyományos fogalma az akusztikus magzati szívhangfelvételek leírására nem kellően pontos, mivel mind a jel, mind a zaj (pl. anyai szívhang beszűrődő része) időszakosan jelenik meg. ... esetünkben nem véletlenszerű zajról van szó, hanem a magzat és az anya különböző mozgásaiból adódó determinisztikus hangösszetevőről.*” Véleményem szerint az SNR ebben az esetben is kellően pontos, megfelelően alkalmazva. A zaj időszakos megjelenése és variabilitása más rendszerek és folyamatok vizsgálatakor is előfordul. Ennek eredménye az SNR pillanatnyi értékének változása. Ezért megfontolandó az SNR egy-egy időablakra való értelmezése. A leírásból az látszik, hogy sem a magzat sem az anya mozgásáról nem állt rendelkezésre más szenzorral szerzett információ, így az ezekből adódó zajok is csak a nyers jelből (ami jel + zaj) identifikálhatók. Figyelembe véve azt is, hogy a mozgásból eredő zajok a szív működéssel nincsenek szinkronban, a nyers jelben a mozgás miatt jelen levő zaj a magzati szívhang elemzésekor nem tekinthető determinisztikusnak.

3. További kérdések és megjegyzések

A bevezetésben a jelölt feltételezi, hogy a mintarendszerek evolúciójának kell, hogy matematikailag leírható alapjai legyenek. Erre nincs ráhatásunk, mi támasztja alá a szükségességet?

A 2.2 fejezetben szerepel: „*...felismertem, hogy két, jól ismert íráskultúra hatott a belső-ázsiai népekre.*” Bizonyítható-e, hogy pontosan két íráskultúra hatott?

A 2.3 fejezetben szerepel: „*...szemben az ultrahangos diagnosztikával, amely a magzat számára még ma sem egészen tisztázott mértékű sugárzási terhelést jelent.*” Az ultrahang nem ionizáló sugárzás, jelenlegi tudásunk alapján nem káros a magzatra. Sugárzási terhelést biztosan nem okoz, korábban is a rezgéskeltés esetleges káros hatását vizsgálták.

A 2.3 fejezetben szerepel: „*...magzati szívhang mondhatni a legösszetettebb biológiai jel, mert eleve nagyon zajos és ugyanakkor kis intenzitású...*” A legösszetettebb besorolásért más biológiai eredetű jelek is versenyben vannak, pl. EEG, EMG.

3.1 pont, 4. táblázat: „*biológiai egyedet meghatározó tulajdonságok (örökítőanyag): a mintarendszer jellegei közül egy adott jelszekvencia készítője által, a jelszekvencia elkészülte idején ismert jellegkészlet*” Honnan tudható, milyen jellegkészlet volt ismert a jelszekvencia elkészülte idején?

3.1 fejezet, 18. táblázat meghatározásai nem precízek. „*megfelelő glifjei azonosak, vagy különbségük észszerűen magyarázható; alátámasztják, vagy legalábbis nem zárják ki a kapcsolatot*” A táblázatot követő leírásban is hasonló a megfogalmazás: „*Ilyenkor nem a kétségtelenül igazolt, hanem csak a legvalószínűbb elődtaxon megtalálására van lehetőség.*” A kutatási feladat összetettségét és az egzakt kezelés problémáit érzékelhetjük a 19. táblázat meghatározásaiban és a táblázatot követő leírásban is: „*... azonosak vagy különbségük észszerűen magyarázható; alátámasztják, vagy legalábbis nem zárják ki; Ilyenkor nem a kétségtelenül igazolt, hanem csak a legvalószínűbb elődtaxon megtalálására van lehetőség.*” A csak mintavételes rendelkezésre álló emlékek (minták) miatt az ilyen megfogalmazás érthető és elfogadható. Lehet-e valószínűségeket (és ezek bizonytalanságát) rendelni a fenti minősítésekhez?

5.1 fejezet: „*... számításba vettem, hogy az SFG-k egy részénél szereplő elődtaxonok valójában csak elődtaxon-jelöltek) vagy közeli rokonai egymásnak, vagy egy korban és egy térségben használt, összefüggő technológiai közegekből származnak.*” Mi garantálja ezt a tulajdonságot, hogyan bizonyítható ez a minősítés?

6.3 fejezet: „*Az igen nagy tömegű adatot csakis elosztottan lehet tárolni és ezen markerek alapján feldolgozni.*” Kétségtelen előnye lehet az elosztott adatbázis használatának, azonban ennek kizárólagos alkalmassága nem igazolható.

6.3 fejezet, 46. ábrán a lényegi funkcionális blokk az „Adattovábbítás a DHT-be.” Ha az otthon készült felvétel bekerül egy központi adatbázisba, akkor annak feldolgozása, tárolása már ismert eljárások alkalmazásával megoldható.

6.3 fejezet: „*Az egyes szívzörejek identifikálása és klaszterekbe sorolása nem fejeződött be, ...*” Ez alátámasztja, hogy az új tudományos eredmény nem a magzati szívhang diagnosztikai célú analízise, hanem a jellemzően otthoni felvételek eljuttatása egy elosztott adatbázisba és az előzetes szűrés (jeltisztítás) elvégzése.

Az eredmények hasznosítása

A jelölt igazolta, hogy a disszertációban ismertetett eljárások alkalmasak a korábban megfigyeltetlen régészeti jelszekvenciák értelmezésének segítésére a gyakorlatban is. Várhatóan a közeli jövőben a korábbinál több régészeti anyag feldolgozására lesz igény, amit a jelölt eredményei jól tudnak támogatni. A magzati szívhang kiértékelésében elért eredmények segíteni tudják, hogy a fonokardiográfia a jelenleginél nagyobb szerepet kapjon a magzati vizsgálatokban. Létezik olyan kritikus helyzet, amelyet a fonokardiográfia alkalmazásával lehet hatékonyan fel tárni.

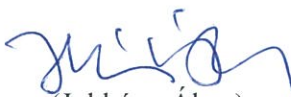
Konklúzió

A szerző az értekezésben szereplő eredményeit *megfelelő módon publikálta*. Mind könyvekben, mind folyóiratcikkekben mind konferencia előadásokban beszámolt a disszertációban ismertetett algoritmusokról.

A jelölt vezetésével három doktorandusz szerzett PhD fokozatot.

Összefoglalva, a jelölt különböző mintázatok – elsősorban ezek fejlődése – vizsgálata során alkalmazható rendszert dolgozott ki matematikai modellezésre és informatikai eszközökre alapozva. Az ezekre vonatkozó téziseket új tudományos eredménynek elfogadom. Ennek alapján *javaslom az értekezés nyilvános vitára bocsátását, támogatom az MTA doktora cím odaítélését*.

Budapest, 2025. április 9.


(Jobbágy Ákos)
az MTA doktora