

VÁLASZ

dr. Rakonczai János egyetemi tanár úr opponensi véleményére

Téma: Szabó Szilárd: Tájmetriai módszerek kritikai alkalmazása a tájanalízisben c. MTA doktori értekezés értékelése

Mindenekelőtt szeretném megköszönni dr. Rakonczai János egyetemi tanár úrnak, hogy számtalan elfoglaltsága mellett időt szakított és elvállalta értekezésem bírálatát. Köszönöm opponensem elismerő szavait a dolgozattal kapcsolatban és köszönöm a kritikai észrevételeket, melyek rámutattak a dolgozat esetlegesen félreértelmezhető részleteire. Ugyanakkor véleményem szerint – mint opponensem írja – legtöbbször valóban félreértésről volt szó, amiket a továbbiakban részletesen meg is válaszolok. A félreértések jelentős része abból adódik, hogy munkám kifejezetten módszertani jellegű, esettanulmányok segítségével mutattam be a tájmetriai indexek alkalmazásának lehetőségeit, így az eredmények csak az adott területre érvényesek, a módszertani eredmények viszont általános érvényűek.

A kérdésekre és megjegyzésekre adott válaszaim az opponensi véleménynek megfelelő sorrendben a következők.

A célkitűzésekkel kapcsolatos kritikával egyetértek, valóban nem egy táj sokoldalú vizsgálatára került sor, hanem több mintaterületet választottam mindig az adott probléma megoldásához és a tájak adottságaihoz igazodva, mivel valóban a módszerek bemutatása volt a cél. A korrelációstruktúra feltárásához olyan mintaterületet kerestem, mely földrajzi alapon további alegységekre osztható, így biztosítva a térbeli ismétlést, melyet fel is használtam a vizsgálatok során. A választott tiszazugi területen háromféle tájtípus (ártér, löszös és homokos síkság) is megtalálható, melyek tájföldrajzi szempontok alapján további három alegységre oszthatók. A szomszédsági metrikák esetében a cél az volt, hogy minden zavaró tényező kizárása mellett a metrikák értékét kifejezetten csak a foltok elhelyezkedése (vagyis a mintázat) határozza meg, ehhez mesterséges mintázatokat hoztam létre. A tájváltozás idősoros analízisét a korábbi vizsgálataimhoz igazodva választottam ki, ugyanakkor az is meghatározó volt, hogy olyan mintaterületet szerettem volna alkalmazni, ahol a változás nem magától értetődő, kimutatása lehetőséget ad a különböző módszerek érzékenységének a tesztelésére. Ezen a területen belül választottam ki a negyedik témakör, a foltkonnectivitás vizsgálatának mintaterületét. A teszt faj és a terület kiválasztása nem volt egyszerű feladat: meg kellett találni azt a fajt, melyről elegendő információ áll rendelkezésre a diszperziós jellemzőket tekintve, valamilyen környezeti/természetvédelmi problémához legyen köthető és a rendelkezésre álló hardveres háttér elegendő legyen a modell futtatásához. A Zempléni-hegység beerdősülő rétjei ideális terepét adták ezeknek a vizsgálatoknak a fényes gyászfutó, mint teszt faj alkalmazása mellett. Úgy vélem, hogy ezzel a 3 valós mintaterülettel, valamint a mesterséges foltmintázatokkal sokkal teljesebb képet tudtam adni a táji metrikákról, mintha csak egy területen dolgoztam volna, mely a sok szempont közül leginkább csak egynek felel meg teljes mértékben.

Köszönöm az elismerő szavakat a dolgozat hasznosságát tekintve és egyetértek azzal, hogy egy rövidítésjegyzék valóban segíthette volna a megértést. Az indexek bemutatásával kapcsolatban nekem is kételyeim voltak, mivel a habilitációs dolgozatomban erre nagy hangsúlyt fektettem, amit jelen dolgozatban az ismétlések elkerülése végett nem ismételt meg.

A gyakorlati alkalmazással kapcsolatos kritikai megjegyzést elfogadom, köszönöm, hogy opponensem felhívta rá a figyelmem. Az elemi cellára vonatkozó kérdésre a válasz, hogy mivel a szomszédsági metrikák kiszámítása raszteres adatmodell alkalmazása mellett történhet meg, így az elemi cella mérete a pixel mérete (geometriai felbontás).

Az „Anyag és módszer” fejezettel kapcsolatos megjegyzésekkel szintén egyetértek, mivel bennem is voltak kételyek a szerkesztéssel kapcsolatban. Végül a kialakult szerkesztés mellett döntöttem, mivel a négy témakört a könnyebb áttekinthetőség kedvéért inkább egyben tartottam, egy fejezeten belül mindig a mintaterület-módszertan-statisztikai elemzés sorrendet követve (és az alfejezetek szintjén az egyes témák megfeleltethetők az eredmények számozásával is). A 3.1.1. fejezetben a mintaterületekre azért használtam többes számot, mert nemcsak a tiszazugi terület, hanem az eredmények általánosításának tesztelésére használt hegyközi terület, valamint az egész ország és Portugália is ide tartozott. A főbb jellemzőket ez esetben a 12. táblázatban gyűjtöttem össze, amit helyesebben szintén ebben a fejezetben kellett volna szerepeltetnem. A mintaterületek jellemzését igyekeztem minden esetben a témakörhöz igazítani és az adott téma szempontjából legfontosabbnak ítélt információkat megadni. A tájváltozás és foltkonnektivitás témakörének sorrendjén magam is sokat gondolkodtam, elfogadom, hogy jobb lett volna, ha előbb a foltkonnektivitást szerepeltetem.

A tsz-esítés és nagyüzemi parcellák, majd azok rendszerváltás utáni feldarabolódása valóban nem mindenütt volt határozott. Ezen a területen az opponens által szóvá tett tagosítás majd a parcellák újrafelosztása nem volt határozott, viszont a bevezető mondatban vázolt folyamat adta meg a területhasználat átalakulásának a hátterét. A területen működött termelőszövetkezet, mely a szántóterületeken megvalósította a tagosítást, de a szántók aránya a mintaterületen belül nem volt domináns és jelenleg sem az. A vizsgálat nem terjedt ki magára a szántók parcelláira, így a parcellaméretek vizsgálata sem történt meg, ezeket egyben kezeltem (mint ahogyan a vLATE, vagy IMT tájmetriai programok is az egymás melletti azonos kategóriájú poligonok egyesítésével kezdik a feldolgozást, illetve az általam alkalmazott FRAGSTATS is összeolvasztja ezeket). Egyetértek azzal, hogy az így előállított térkép a földutak, mezsgyék szerepeltetésének hiányában nem alkalmas minden tájökölógiai folyamat vizsgálatára, de e vizsgálatban a célkitűzésnek megfelelően kizárólag a változások vizsgálatára koncentráltam. A térkép azzal együtt válhat alkalmassá az opponensem által is felvázolt tájökölógiai vizsgálatra, ha az – egyébként elkészült – út-földút fedvényt is bevonjuk az elemzésbe pl. a Corridor Design Toolbox, vagy az Effective Mesh Size ArcGIS plugin segítségével. Az eredeti vektoros felszínborítás fedvény is rendelkezésre áll, így az általam elvégzett raszter-vektor átalakítás minden korlátjával együtt (10 méteres felbontás és poligonok egyesítése) egy, a célkitűzéseknek alárendelt átalakításként is felfogható, de más kérdés/célkitűzés esetén az eredeti fedvényekből kiindulva a lehetőség nyitva áll az új elemzés szakmailag korrekt kivitelezéséhez.

A fuzzy halmazoknál alkalmazott 100 méteres zónával nekem is voltak fenntartásaim, de a cél egy módszertanilag korrekt vizsgálat volt. A 100 méter valóban durva, ugyanakkor mégis jó. A fő gond az, hogy archív légifotókat nem lehetséges egységesen jól ortorektifikálni, mert egy olyan kontakt másolat, ahol pl. település van és könnyű felszíni azonosító pontokat (GCP-eket) találni, ott a pontosság is jobb, viszont ahol csak egybefüggő erdőterület van, ott a pontosság is sokkal rosszabb lesz. Vagyis még ezen a 243 km²-es mintaterületen sem egységes az elért pontosság: a pár méterestől, akár több 100 méteres hiba is elképzelhető, mert az egyes időpontokként 10-20 felvétel fedte le a területet (1951: 21 db; 1971: 15 db; 1988: 10 db). Úgy vélem, hogy ez a probléma minden idősoros vizsgálatot sújt, persze általában jobb lehet a

helyzet a GCP-k tekintetében (ha több állandó, ma is azonosítható pont található rajta), vagyis általában pontosabb lehet az általános pontosság, de ugyanakkor senki nem büszke a pontatlanságra és ezt nem hangsúlyozza ki. Ezt a szerintem is komoly hibát nem titkoltam, inkább arra helyeztem a hangsúlyt, hogy bemutassam, miként lehet ezen segíteni. A fuzzy halmazos megközelítés egy lehetséges megoldás és a 100 méteres átmeneti zóna a fenti okok miatt reális. Azzal együtt reális, hogy tudjuk (amit a dolgozatban magam is hibaként említek), hogy a foltszegélyek változásai, valamint a fasorok, mezsgyék, valamint a megnyúlt foltok is áldozatául esnek ennek a módszernek. Következtetésem is az, hogy a mintaterületre vonatkoztatva kimutattam, hogy 5% alatti azon területek aránya ahol a fuzzyhalmaz-tagság 0,3 és 0,7 közé esik, vagyis átmenetinek tekinthető. Ezzel párhuzamosan ne feledjük azt sem, hogy a változás mérőszáma (Fraction Correct, Kappa Index, Fuzzy Kappa, Aggregated Cells) egyetlen általános értéket ad. Ezt ugyan tovább bonthatjuk felszínborítási kategóriákra, de ez is csak általános jellemzést ad a változásról. Eszerint úgy vélem, hogy általában (azaz nagy területen zajló folyamatok vizsgálata) a lehetséges hibák ismeretében bármelyik mérőszám megfelelő lehet, de sokszor adott helyszín, adott folt változásai a fontosak, ehhez pedig konkrét ellenőrzésre van szükség. Mint azt a későbbiekben leírom, véleményem szerint a legjobb a tájmetriai alapú vizsgálat, ahol magából az objektumból indulunk ki, a geometriai pontosság ezt nem befolyásolja. Ráadásul így – a statisztikai elemzések segítségével – folt szinten az egyes időpontok között azt is meg tudjuk mondani, hogy a foltok mérete, kerülete, alakja, az azonos felszínborítási kategóriába tartozó legközelebbi folt távolsága szignifikánsan eltér-e, illetve azt is, hogy a változások magnitúdója mennyire határozott.

Az NDVI-vel kapcsolatban tett megjegyzéssel is egyet tudok érteni, ami szerint a 30 méter nem feltétlenül elegendő egy ilyen vizsgálatban. Azonban két fontos dolog is van ezzel kapcsolatban: (1) mivel a kutatásaim finanszírozásához nem volt olyan anyagi háttér, ami biztosította volna akár az 5 méteres felbontású RapidEye megvásárlását (bár négyzetkilométerenként csak 1 Euróról van szó, de a rendelési minimum nem kevés), meg kellett elégednem az ingyenes Landsat felvételekkel. Ez érvényes volt a teljes akadémiai doktori háttérét képező összes kutatásra: ezeket a vizsgálatokat ingyenes, vagy már eleve rendelkezésre álló erőforrásokkal (adat és szoftver) végeztem. Ez persze önmagában még nem lenne elegendő indok, mert a tudományos munkák célja mindig a hiteles eredmények prezentálása, de (2) jelen esetben nem is lett volna lehetséges a finomabb felbontás alkalmazása, mivel erre a 100 km²-re is napokig futott a legkisebb költség távolság algoritmus (nem egyszerűen csak egy útvonalra volt szükség, hanem a 22 foltra egy teljes gráfot kellett számoltatni az alapadatbázis előállításához, ami 231 útvonal meghatározását jelentette); így a jobb felbontás komolyan megnövelte volna a számítási időt is (az említett RapidEye esetében 36-szor több adatot kellett volna feldolgozni, ami hatványozottan növeli a számítási időt is). Az első próbálkozások után döntöttem a 30 méteres felbontás mellett. Ez nem jelenti azt, hogy az elmúlt évek számítástechnikai fejlődése ne tenné lehetővé napjainkban egy jobb felbontású felvétel alkalmazását. Célom az volt, hogy megvizsgáljam a legkisebb költség távolság modellek hatását a foltkonnektivitás megítélésére, amihez a Landsat felvétel is elegendő volt, az eredmények igazolják, hogy érdemes időt és pénzt fektetni a funkcionális ökológiai távolságok meghatározásába.

A terület mértékegységgel kapcsolatban tett megjegyzéssel egyetértek.

A 48. oldal 100 méteres felbontásával kapcsolatban a kiteljesedés feltehetően nem volt a legerősebb kifejezés. Ez alatt azt értettem, hogy az általam vizsgált felbontások közül ez volt az, ahol az eredeti vektoros állományhoz képest már csak nagyvonalakban emlékeztetett a durva felbontás mellett ábrázolt tájra. A kiteljesedés azért sem volt helyes,

mert ha tovább csökkentjük a felbontást (pl. 200-500-1000 méterre), akkor ez a folyamat tovább tart, amit jelezni kellett volna. A kis foltok megjelenése a durva felbontású térképen az ArcGIS-ben történt raszterizálás következménye. A szoftver nem ad lehetőséget a raszterizálási szabály megválasztására (vagyis, hogy a domináns kategória területe vagy centrális helyzetű pont értéke alapján végezzük el a műveletet), automatikusan a gridhálózat centrális helyzetben lévő kategória értéke szabja meg pixel értékét. Ez látszik az ábrán is: a kis területű pixelek egy része megmarad, míg mások eltűnnek. Mind az ArcGIS, mind pedig a GDAL (melyet számtalan más szoftver is, pl. a népszerű GRASS és QGIS szoftver is használ) ezt a szabályt követi, így az általam előállított fedvény igazodik a felhasználók által előállított raszteres rétegeknél használt szabályrendszerhez (és a módszerből adódó hibákhoz). Az ábra a raszterizálás során átalakuló táj illusztrációja, a kategóriái változásáról nem vontam le következtetéseket, csak a kategóriák számából (azt is csak a korrelációstruktúra változása kapcsán), ugyanakkor egy térkép kötelező része a jelmagyarázat is, aminek magyarázata figyelmetlenségből maradt le.

A 69. oldal 1000 méteres felbontását csak módszertani értelemben gondoltam komolyan. Arra szerettem volna felhívni a figyelmet, hogy míg egyes metrikák (pl. alaki mutatók) a lehető legnagyobb felbontást igénylik, addig a szomszédsági metrikák kifejezetten rossz eredményt adnak, ha a felbontás túl finom. Nem használhatjuk vizsgálatainkban ugyanazt a felbontást minden metrikához. Az 1000 m az általam készített mesterséges táji mintázat felbontása volt, amiből elkészítettem az 500-250-100 méteres felbontású változatokat is. A dolgozat eredménye annak számszerűsítése, hogy a „feleslegesen” nagy felbontás miatt az Aggregation Index, a Clumpiness, Index, és a Percentage of Like Adjacencies értékei a legjobbnak számító felső 10%-os értéktartományba fognak esni (amit a 27-29. ábrákon illusztráltam), ahelyett, hogy a foltmintázat sokszínűsége miatt ez 0-100% között történne meg. Valós tájak esetében eszerint két dolgot kell mérlegelni esetükben: (1) ismerte érzékenységüket a felbontásra, ha lehet, nem használjuk őket; (2) a felbontást elkezdjük rontani és azt fogadjuk el, ahol az érték már nem csökken lényegileg. Az 1000 m úgy vélem, hogy bizonyos helyzetekben (ahol kb. 1 km²-es minimális területű foltok jelennek meg) reális lehet, de a dolgozat ezt csak, mint elméleti jelentőségű tényt állapítja meg, a későbbiekben írtam is, hogy a megfelelő felbontás meghatározása tájanként kell, hogy megtörténjen a legkisebb térképezett egységek figyelembe vétele mellett. A megfogalmazásom valóban nem egzakt, ugyanakkor nem is lehet az: a helyes eredmény csak kellő tapasztalat útján ítéhető meg. Körülbelül ahhoz lehet hasonlítani, amikor a potenciális beérkező napsugárzást számoltatjuk ki egy erre alkalmas szoftverrel és az eredményt összevetjük azzal, hogy mi a valóság. Míg azonban e példában konkrétan kiszámítható, hogy mi lehet elképzelhető, a táji metrikákhoz nincs ennyi tapasztalat, viszont épp ehhez szerettem volna alapot adni a kutatásommal. Nem tudjuk, hogy minek kell kijönnie, de annyi bizonyos, hogy a túl jó eredmények gyanúsak és az a felbontás nem felel meg, amit a többi metrikához alkalmaztunk. Javaslatként a korábbiakban megfogalmazottaknak megfelelően azt lehet ajánlani, hogy mint egyfajta telítési görbén, a meredeken csökkenő értékek inflexiós pontjában lehetne meghúzni a határt, de a dolgozatban ennek meghatározására konkrét tájak esetében nem került sor.

A hiányolt leírás a 60. oldal 24-25. ábráihoz, a korrelogramokhoz az 57. oldal alján és 58. oldal tetején adtam meg, mint a módszertani értelmezés háttérét, valamint az 59. oldal első bekezdésében leírtam a főbb jellemzőit az ábráknak, az általam fontosnak ítélt legfontosabb információkat kiemeltem. A legfőbb eredmény a 61. oldal 13. táblázata, ahol bemutattam a megállapításaim ellenőrzésére kidolgozott módszerrel kapott eredményeket, láttatva a korrelációs kapcsolatok változékonyságát különböző méretű, geometriai és tematikai felbontású, valamint eltérő foltszámú területek vizsgálata után.

A 14-16. táblázatok azt a célt szolgálták, hogy az olvasók lássák a konkrét értékeket, így adva kvantitatív háttérrel a szomszédsági mérőszámok felhasználásához. A későbbiekben viszont részben ezek, részben pedig a 100-250-500 méteres geometriai felbontású fedvényekből előállt értékek adták a statisztikai vizsgálatok alapját. Azért csak az 1000 méteres felbontáshoz tartozó értékeket mutattam be a dolgozatban, mert ezek adták az egyetlen elfogadható eredményt (a dolgozat eredményei alapján). A feltmintázatok szimbolizáló apró ábrákat kizárólag azzal a céllal tettem a táblázatok első oszlopába a számkód után, hogy ne kelljen visszalapozni a módszertani fejezetben a 10. ábrájához, a nagy méretben bemutatott mintázatokhoz. Ez ugyan nem teljes értékű, de kis segítség lehet az eredmények gyorsabb áttekintéséhez.

A Cell size-ra vonatkozó megjegyzést elfogadom, magyarítanom kellett volna, illetve egyetértek a szakirodalmi részre vonatkozó javaslattal (vagyis a Dövényi Zoltán által szerkesztett kistájkataszter feltüntetésével) és a 12. ábra mértékegységének megváltoztatásával. Az ábrák egy része azért fekete-fehér, mert a folyóiratokban történt publikáláshoz a fekete-fehér ábrákat részesítettem előnyben. A kiadók jelentős összegért hajlandók színes ábrák közzétételére és bár tudom, hogy az online változatban lehet az ábra színes is, rendszerint arra törekedtem, hogy az ábrák az egyszerűség kedvéért fekete-fehérben készüljenek el. Ha ebben a formában értelmezhetetlenek voltak az ábrák, akkor készítettem színes változatot. A színes ábrák szebbé és átláthatóbbá tehetnék volna a dolgozatot, de sokszor a meglévő ábrákat magyarítottam, ezért dominálnak a fekete-fehér változatok.

A tézisekkel kapcsolatos megjegyzésekkel egyetértek.

Még egyszer köszönöm Rakonczai János professzor úr méltató szavait, kérdéseit és az alapos, precíz opponensi véleményt és dolgozatom vitára bocsátásához adott támogató nyilatkozatát.

Debrecen, 2015. június 25.

Szabó Szilárd
egyetemi docens