Acta Agraria Kaposváriensis (2010) Vol 14 No 3, 89-99
Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár
Kaposvár University, Faculty of Animal Science, Kaposvár

Felület illesztési módszerek megbízhatósági kérdései

Herczeg Á.
Miskolci Egyetem, Geofizikai és Térinformatikai Intézet, Geofizikai Tanszék, 3515 Miskolc Egyetemváros

ÖSSZEFOGLALÁS

A térinformatikában széles körben elterjedt felület illesztési módszerek jóságát vizsgálom ezen tanulmányban. Ennek érdekében először modell adatrendszereken végeztem el a felületillesztést az ismertetett módszerekkel, majd egy valós terepi adatrendszeren is végrehajtottam a vizsgálatokat. Ebben a cikkben egy rövid áttekintést szeretnék adni a rendelkezésre álló módszerek felhasználási lehetőségeiről, beállításaikról, a minél pontosabb eredmény elérése érdekében.
(Kulcsszavak: GIS, 2D interpoláció, felület illesztés)

ABSTRACT

Questions of reliability of surface fitting methods
Á. Herczeg
University of Miskolc, Faculty of Earth, Science & Engineering, Department of Geophysics, H-3515 Miskolc Egyetemváros

In this paper the analysation of some popular GIS surface fitting method are examined. Some results collected from analyzation of the residuals between a model data set and its fitted data are also shown. Examination of the correctness of various 2D fitting methods on a field data set was performed. This is a short review of using and setting computerized surface fitting techniques.
(Keywords: GIS, 2D Interpolation, surface fitting)

BEVEZETÉS

A geo tudományok, de egyéb tudomány területek mérései nagyon gyakran pontszerűek. Vagyis egy adott területen, a tér egy jól meghatározott pontjának valamely fizikai, kémiai, stb. paraméterét több pontban mérjük. Ezekből a pontokból következtetéseket kell levonnunk olyan területekre is, melyekről mérés idő, vagy anyagi források hiányában nem készült. Ezután a pontszerűen mért adatokból térképet, vagy akár vertikális szelvényt kell szerkesztenünk. A be nem mért térrészekre történő becslés egy GIS, előállításának nagyon fontos momentuma, pontos és drága méréseket is teljesen elronthatunk, ha nem a megfelelő mechanizmust használjuk, esetleg nem a megfelelő beállításokkal, paraméterekkel végezzük a modell készítést.. A számítógépes szoftverek ideje előtt az ilyen jellegű feldolgozás úgy történt, hogy az ismert pontokat összekötötték, ezeket az egyeneseket graduálták, és az azonos értékű pontokat összekötve izo-vonalas térképet kaptunk eredményül. Napjaink térképszerkesztő szoftverei ezenfelül már ál-háromdimenziós térképeket is képesek készíteni. Szeretném kiemelni, hogy hagyományos értelemben a GIS betűszót ugyan Földrajzi Információs Rendszernek fordítanánk, esetünkben azonban nem kizárólag földrajzi adatokat jelenítünk meg, tehát én inkább geo-információs rendszer elnevezést használnám, utalva arra, hogy a megjeleníteni kívánt paraméterek a geofizika, geológiai, hidrogeológia szakterületeiről származnak.

VIZSGÁLATOK MODELL ADATOKON

A be nem mért térrészek becslésére pontszerű mérési eredményekből számítógéppel készítendő térképeknél 2D interpolációt alkalmazhatunk. Erre többféle módszer is ismert, melyeknek 2 főbb csoportja létezik: az úgy nevezett egzakt és a simító interpolátorok (*1 táblázat*).

1. táblázat

Egzakt és simító jellegű interpolátorok (Surfer Documentation)

Egzakt interpolátorok (1)	Simító interpolátorok (2)
Távolsággal fordítottan arányos interpolátor, simító faktor nélkül (3)	Távolsággal fordítottan arányos interpolátor, simító faktorral (4)
Krigelés röghatás nélkül (5)	Krigelés röghatással (6)
Legközelebbi szomszédok módszere (7)	Polinomiális regresszió (8)
Sugár alapú függvények - RBF (9)	Sugár alapú Függvények, R^2 megadásával (10)
Lineáris interpolációs háromszögelés (11)	Módosított Shepard Módszer, simító faktorral (12)
Módosított Shepard Módszer (13)	Mozgó átlag (14)
Természetes szomszédok módszere (15)	Lokális polinomiális (16)

Table 1: Exact and smooth interpolators (Surfer Documentation)

Exact interpolators(1), Smooth interpolators(2), Inverse distance to a power without smoot factor(3), Inverse distance to a power with smoot factor(4), Kriging without nugget effect(5), Kriging with nugget effect(6), Nearest Neighbour(7), Polynomial regression(8), Radial Basis function(9), Radial Basis function with R2(10), Linear interpolation with triangulation(11), Modified Shepard's method with smoothing factor(12), Modified Shepard's method without smoothing factor(13), Moving average(14), Natural neighbours(15), Local polynomial(16).

Az egzakt interpolátorok a mérésből ismert pontokat (tartópontok) elvileg változatlanul hagyják, és a köztes térrészekre pedig becsülik az értékeket. A simító jellegű interpolátorok azonban a mért pontokat is torzítják, hogy az általuk számolt felülethez minél jobban illeszkedjenek. Ezen felül az elkészült felületeken még simító jellegű szűréseket is alkalmazhatunk. A tanulmány célja felhívni a figyelmet arra, hogy egy ilyen fajta felület illesztésénél mennyire fontos, hogy elegendő figyelmet fordítsunk a megfelelő beállításokra. Emellett szeretnék rávilágítani arra, hogy bár rengeteg módszer áll rendelkezésünkre, ezek közül korántsem alkalmazható bármelyik, terepi adataink tulajdonságainak függvényében megfontoltan kell választanunk közülük, és nem árt, ha tisztában vagyunk korlátaikkal, előnyeikkel. További feldolgozásoknál nagy jelentősége lehet a megfelelő figyelemmel előállított digitális felületnek, ugyanis térfogat számítást igénylő feladatoknál, például ásványvagyon készlet-becslésnél akár gazdaságilag számszerűsíthető hasznot is hozhat egy pontosan számított térfogat, esetleg megtérülési határ környékén egyik-másik módszer használata esetén pozitív, vagy negatív irányba is elmozdulhat a költségvetési mérleg.

Jelen munkában a szükséges vizsgálatokat az adatrendszereken Golden Software Surfer alkalmazással végeztem el. Több ingyenes, vagy fizetős alkalmazás létezik erre a célra, de ennek a grid készítő funkciója ismeri szinte az összes interpolációs metódust az ismeretlen Z értékek kiszámítására. A grid készítés alatt a rendelkezésünkre álló ismert tartópontokon felül, egyenközűsített rácspontokba a táblázatban található interpolátorok valamelyikével történő modelladat pontok számítását értjük.

A Surfer térképező szoftver Grid Residual számítási képességét használva számítható az interpolált rácsháló, és az egzakt mért tartópontjaink közti különbség. Tehát reziduál alatt azt a különbséget értjük, amit akkor kapunk, ha az ismert pontok mért értékeinek és a gridben ugyanazokon a koordinátákon lévő értékek különbségét vesszük. Reziduál létrejöhet több okból pl.: koordináta eltérésből, a matematikai mechanizmus hibájából, vagy a számítógép tizedes tört számolási pontatlanságából is, mely a kettes számrendszer lebegőpontos számábrázolására vezethető vissza. Utóbbi persze nagyon kis hibát ad az értékeinkhez, de a törtszámok ábrázolása esetén tisztában kell lennünk a számítógép ezen korlátjával is. A modell-számításokat úgy végeztem, hogy létrehoztam két matematikailag egzaktul számítható modellt, egy forgási paraboloidot és egy gúlát, magasságadataikat 484 illetve 112 szabályos rácsháló-pontban mintavételezve, ezekből a felszín-adatokból a Surfer segítségével állítottam elő a gridet. Ezután a különböző módszerekkel történő grid állományok reziduáljának kiszámítása eltárolása következett. Kiszámoltam az átlagos eltérést az adatrendszerre, kerestem a maximális eltérést, valamint azt, hogy a módszer hány pontot tartott meg változatlanul az eredeti adatokból (*Trauth*, 2006). A paraboloid magasság értékei, amelyekre az interpolációt végeztem (későbbiekben Z értékként hivatkozok rá) 0 és 200 közt, a gúláé 0 és 10 közötti tartományban változnak.

A *2. táblázatból* néhány példát kiragadnék. A paraboloidot a legközelebbi szomszédok módszerével közelítetve méréseim szerint ez a módszer felelt meg egyedül az egzakt interpoláció definícójának. Azonban azokat a területeket melyeken nem történt mérés egymásra merőleges síklapokkal közelítette, ilyen módon a görbült felületet képtelen volt visszaadni. A következő esetben krigeléssel közelítetve a felületet habár elvileg ez egzakt interpolációs módszer, abban az esetben, ha nem definiálunk úgynevezett röghatást, azonban mégis keletkeztek reziduálok, jól lehet elég kicsik. (Az adatok kétjegyű számok, a hibák azonban a 0.01-et nem haladják meg, azaz legrosszabb esetben is 1% alatt marad a különbség.) Tény azonban, hogy a kiugró értékekkel, élekkel, törésekkel nehezen birkózik meg a módszer, ennek a terepi mágneses adatokon, és gúla esetében is láthatjuk bizonyítékát. Harmadik esetben harmadfokú polinommal közelítettem a paraboloidot. Evidens módon erre a modellre a polinom tulajdonságai miatt a legjobb eredményt adja, a hiba 0,1% alatti. Ez a módszer azonban gyakorlatilag használhatatlan a törésekkel, élekkel rendelkező felületeken (tehát gyakorlati adatrendszeren), viszont azokon az adatrendszereken melyek közelítésére alkalmas, jól extrapolál. Kétdimenziós esetben extrapoláció alatt a mérési pontokat összekötő egyenesek által nem körbefogott térrészre történő következtetést értjük. A negyedik módszer, amit az ellipszoid közelítésénél vizsgáltam a Természetes Szomszédok módszere. A felület kontúrját ugyan jól közelíti de az átlagos eltérés egy nagyságrenddel már rosszabb, mint a krigelésnél, habár még így is csak 1% körüli. Extrapolációt ez a módszer azonban nem is hajt végre.

Az *1. ábrán* négy példát mutatok be a paraboloid adatait közelítő felületekre. A polinomiális regresszió a paraboloid egyenletének másodfokú volta miatt nagyon szépen közelítette a felületet, ezzel szemben a mozgó átlagos módszer, közepes méretű ablakkal is eltorzítja a felületet, nemhogy eltalálná a trendeket, de még a szélsőértékeket is megfordítja. A legközelebbi szomszédok módszere ugyan töréseket tesz a felületre, de numerikusan az adatpontokban pontos értékeket eredményez. A távolsággal fordítottan arányos módszer által illesztett felület átmenetet képez a polinomiális és a legközelebbi szomszédos módszer között, a felületet nem képzi ugyan szépen, de a hibája viszonylag alacsony, a mozgó átlagos módszerénél legalábbis mindenképp. A krigelés és a természetes szomszédok módszere, bár az ábrára nem került fel, vizuálisan a polinomiális regresszióval megegyező felületet eredményez.

1. ábra

Illesztések a paraboloid modell felületre

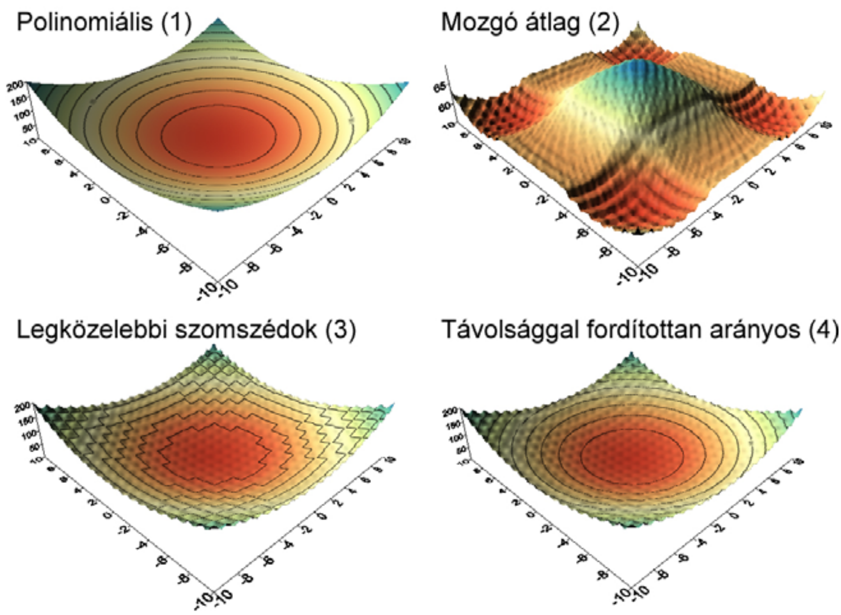

Figure 1: Fittings on to paraboloid surface

Polynomial(1), Moving average(2), Nearest Neighbour(3), Inverse distance to a power(4)

A paraboloidon kívül egy gúlán is végeztem modellvizsgálatokat (*2. ábra*). Ennek az érdekessége az, hogy ez a felület éleket, sarkokat is tartalmaz, így megfigyelhető, hogy a hirtelen és váratlan változások hogyan hatnak az egyenközűsített adatrendszerre. Megfigyelhető, hogy a legközelebbi szomszédok módszere itt is egzakt eredményt szolgáltat, ám lépcsős ugrásokkal helyettesíti a sík oldallapokat. A krigelés jelen esetben is elég jó eredményt ad, a hiba 1% körüli a mért pontokon, de a felületen látszik, hogy az éleket komolyan elmossa, a töréssel nem birkózik meg. Általánosságban elmondható, hogy ezt egyik módszer sem végzi teljesen tökéletesen. A Natural Neighbour módszer ehhez hasonló eredményeket szolgáltat. Azonban jól látszik, hogy a nem megfelelően megválasztott gridelési módszer mekkora veszélyeket is rejt magában.

2. ábra

Illesztések a gúla modell felületre

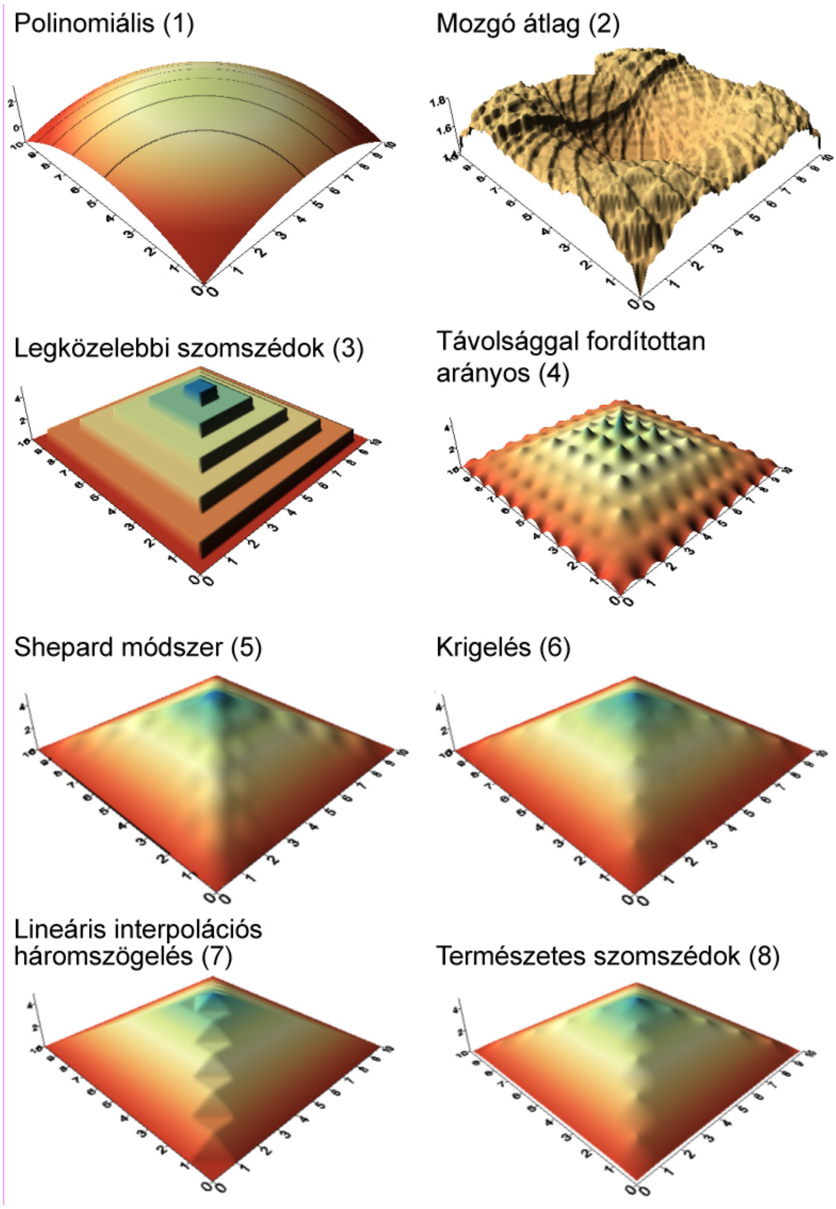

Figure 2. Fittings ont o pyramid model surface

Polynomial(1), Moving average(2), Nearest Neighbour(3), Inverse distance to a power(4), Shepard's method(5), Kriging(6), Linear interpolation with triangulation(7), Natural neighbours(8)

A polinomiális regresszió harmadfokú polinom felhasználásával itt is forgási ellipszoidot eredményez, ami szemmel láthatóan meg sem közelíti az elvárt piramis alakzatot. A hiba jelentős: a csúcspont felé közeledve ugyan közelít a 10% alatti értékekhez, a széleken azonban elfogadhatatlan. A távolság reciprokával való súlyozás az adatpontokban ugyan jól közelít, de a közbenső területekre olyan görbe felületeket illeszt, melyeknek semmi helyük ott. A legkülönösebb eredményt azonban a mozgó átlagos interpoláció adja. Ennek lényege az lenne, hogy ki kéne emelnie a trendeket az adatrendszerből, ezzel egyfajta zajszűrést is végez, és nagy adatrendszeren a szakirodalom szerint pontos eredményt ad. A gúla esetén azonban gyakorlatilag értékelhetetlen.

A *2. ábrán* minden esetben egy gúlát (piramist) kellett volna eredményül kapnunk. Látható, hogy négy felület vizuálisan is elég jól közelíti az elvárt alakzatot, egy közepes, kettő pedig elfogadhatatlan torzítást visz végbe a mért adatokon. Következtetésként levonható tehát, hogy igazából ezen módszerek mindegyike nehezen boldogul a törésekkel, élekkel, bármiféle a felületben hirtelen beálló változással, a természetes simult geometriákat könnyebben tudják követni, visszaadni. Azonban mindannyian tudjuk, hogy a természet nem ilyen egyszerű, akár földtani akár fizikai jelenségeket hoznánk is fel példának. A mért pontokon a legprecízebb a Nearest Neighbour módszer, nagyon nagy mennyiségű mérési pont esetében tökéletesen közelíthetné a felületet, de az elvárt nagy bemenő adatigény miatt gazdaságtalan. Minden szempontból optimálisnak mondható módszer a krigelés, a radiális bázis függvények valamint a természetes szomszédok módszere. A *2. táblázatban* számszerűsítve láthatóak az eredmények, az R_{MAX}-al jelölt értékek az egy ponton számított maximális reziduált, az R_{AVG} az egy adott módszer egész adatrendszerének átlagos reziduálját jelenti. Az N_{EX} az egzaktul eltalált tartó pontok darabszámát jelenti. A táblázatban látható értékek nem százalékos formában vannak megadva, ezért a fentebb említett Z értékhatárokra vonatkoztatva kell őket figyelembe vennünk.

VALÓS ADATRENDSZEREN SZERZET TAPASZTALATOK

Lássuk a gyakorlati példát, melyben pontszerűen mért mágneses adatokra szeretnénk felületet illeszteni. A probléma magját az jelenti, hogy ebben az esetben nem garantálható a mérés kivitelezésekor, hogy a terepi pontok valamiféle szabályos geometriai eloszlást kövessenek. Ez a rácsháló interpolálásakor jelentős hibát produkálhat, nem megfelelő beállítások mellett. Amennyiben a mérés tervezésekor megoldható, hogy szabályos rácspontokban mérjünk, az illesztés hibáját nagyságrendekkel csökkenthetjük, ez persze a valóságban nagyon gyakran kivitelezhetetlen. A valós adatokon történő teszteléshez egy nagyszámú adatpontból álló mérést kerestem, így bukkantam Amerikai Egyesült Államok légi mágneses felmérésének adatbázisára, mely szabadon hozzáférhető. Innen töltöttem le egy körülbelül 5° földrajzi szélességű, és 5° hosszúságú területről megközelítőleg 212500 rekordot (azaz önálló mérési pontot) tartalmazó adatrendszert. Ez korrigált totális mágneses térértékeket tartalmaz (nT), valamint a mérés időpontját, és a mérési pont földrajzi koordinátáit. A mérési pontok nem illeszkednek négyzetes rácshálóra, bár közelítőleg egyenletes 2D eloszlással bírnak. A mért adatok eleve magukban hordozott hibájától eltekintek, és az adatokat pontosnak tételezem fel, mivel esetünkben csupán a felület approximációk hibáját vizsgálom. Célom az volt, hogy megvizsgáljam a modell adatokon szerzett ismeretek helytállóságát egy ilyen nagyméretű, valamennyire váltakozó pontsűrűségű és eloszlású adatrendszeren, ezen felül a nagy pontmennyiség miatt alkalom nyílt egy újabb paraméternek, a felület illesztés sebességének vizsgálatára is.

Jól látható, hogy az eredeti adatrendszer szélső értékeit minden módszer elvetetette a megfelelő illesztés érdekében. A legnagyobb hibát a Moving Average (azaz mozgóátlagos) illesztés vétette (*4. ábra*), de ezt a módszert inkább trendek kimutatására alkalmazhatjuk. Mindent egybevetve a krigelés és a radiális bázisfüggvények módszere adta a legpontosabb eredményeket (*3. táblázat*). Tovább javíthatjuk a felületillesztések pontosságát, ha a rácsháló fájl számításakor nagyobb pontsűrűséget állítunk be. Ezzel hatványozottan növekszik azonban a számítási idő is, ekkora adatrendszer esetében már akár többször tíz perces is lehet. (*Herczeg*, 2009)

2. táblázat

Modell adatokon végzett számítások

Módszer (1)	**Paraboloid** (2)	**Gúla (3)**
Krigelés (4)	R_{MAX}=0,089 R_{AVG}=0,04 N_{ex}=0	R_{MAX}= 0,03 R_{AVG}=0,018 N_{ex}=0
Természetes szomszédok (5)	R_{MAX}= 0,202 R_{AVG}=0,143 N_{ex}=0	R_{MAX}=0,305 R_{AVG}=0,098 N_{ex}=0
Legközelebbi szomszédok (6)	R_{MAX}=0 R_{AVG}= 0 N_{ex}=484	R_{MAX}=0 R_{AVG}=0 N_{ex}=121
Háromszögelés lineáris interpolációval (7)	R_{MAX}= 0,143 R_{AVG}=0,09 N_{ex}=98	R_{MAX}= 0,45 R_{AVG}=0,101 N_{ex}=76
Polinomiális Regresszió (8)	R_{MAX}= 0,0021 R_{AVG}=0,0013 N_{ex}=4	R_{MAX}= 3,63 R_{AVG}=1,13 N_{ex}=4
Távolsággal fordítottan arányos súlyozás (9)	R_{MAX}=0,57 R_{AVG}=1,18 N_{ex}=0	R_{MAX}=0,102 R_{AVG}=0,036 N_{ex}=0
Mozgó átlagos regresszió (10)	R_{MAX}= 101,4 R_{AVG}=50,01 N_{ex}=4	R_{MAX}=1,93 R_{AVG}=0,98 N_{ex}=0
RBF	R_{MAX}= 0,023 R_{AVG}=0,014 N_{ex}=0	R_{MAX}=0,0108 R_{AVG}=0,008 N_{ex}=3
Shepard módszer (11)	R_{MAX}= 0,039 R_{AVG}=0,018 N_{ex}=4	R_{MAX}=0,002 R_{AVG}=0,00098 N_{ex}=3

Table 2: Calculations based on model data

Method(1), Paraboloid(2), Pyramid(3), Kriging(4) Natural Neighbour(5), Nearest Neighbour(6), Linear Interpolation with triangulation(7), Polynomial regression(8), Inverse distance to a power(9), Time of gridding Moving average(10), Shepard's method(11)

3. táblázat

Terepi mágneses adatokon végzett illesztés, 10 000 adatpont.

Módszer (1)	Zmin	Zmax	Z átlag (9)	Gridelés időtartama (sec) (10)
Eredeti adatrendszer (2)	*-728,06*	*2169,81*	*27,69*	-
Krigelés (3)	-690,432	1454,29	34,57	5,41
Természetes szomszédok módszere (4)	-236,96	527,18	69,325	15,0
Legközelebbi szomszédok módszere (5)	-687,91	1503,6	34,549	0,27
Lineáris interpoláció háromszögeléssel (6)	-687,1213	1445,02	33,341	2,02
Mozgó átlagos illesztés (7)	-17,968	81,962	27,57	9,95
Távolsággal fordítottan arányos illesztés (8)	-657,909	1377,363	34,382	0,78

Table 3: Fitting on field magnetic data, 10 000 datapoint. (Herczeg, 2009)

Method(1), Original dataset(2), Kriging(3), Natural Neigbour(4) Nearest Neighbour(5), Linear Interpolation with triangulation(6), Moving average(7), Inverse distance to a power(8), Z average(9), Time of gridding(10)

A legközelebbi szomszédok módszeréről ki kell emelni, hogy a tartó pontok közti részeket síkokkal közelíti, ennek a módszernek az előnye ekkora pontsűrűségnél válik nyilvánvalóvá. Itt ugyanis már elég nagy felbontású az adatrendszer ahhoz, hogy a pontok környezetében lévő területeket jól jellemezzék maguk a pontok is. Hasonlítható egy egyszerű pont térképhez, de ábrázolás technikai szemszögből nézve jóval több annál, mivel a harmadik (esetünkben tematikus) dimenziót színekkel, nem pedig számokkal ábrázolja.

A Krigelés – a világon talán a legelterjedtebb, statisztikai alapokon nyugvó felületillesztési módszer – Krige Dél-Afrikai professzor nevéhez fűződik. Az illesztett felület ismeretlen pontjait úgy számolja, hogy az ismert pontokat egy minimális szórású súllyal súlyozza. Ehhez egy variogram nevű görbét használ fel (*Steiner*, 1990).

A következő lépésben tovább finomítottam a rácshálót, pontsűrűsége 1 millióra való növelésével, a kérdés, hogy a várható számítási idő emelkedésével a pontosság gazdaságos mértékben együtt nő-e. A változás szembetűnő (*4. táblázat*).

Mindkét módszerrel közelebb kerültünk az eredeti adatrendszer értékeihez, ezzel együtt jelentősen megnőtt a számítási idő is. A Nearest Neighbour (legközelebbi szomszédok) módszerének előnyei most mutatkoznak meg igazán. Látható hogy a számítási idő még itt is elenyésző 3 másodperc körüli, ezzel szemben a Krigelés már több mint 6 percig tartott. Továbbá pontosan megtalálta a szélsőértékeit az adatrendszernek, bár az átlagértéknél még látható, hogy vannak hibák az előállított felületben, de az eddigi legminimálisabb. Az ábrázolt háromdimenziós felületen persze látható az illesztési módszerek különbözősége, a Krigelés szebb, elkentebb felületet eredményezett (*3. ábra*), de a Nearest Neighbour módszerrel illesztett felület helyesebbnek mondható. A Natural

Neighbour módszer kiemelkedően nagy hibája még nem megmagyarázott. A Sugár alapú függvényes felület közelítésnek, bár átlagos hibája nagyobb, mint a fentebb említett két módszeré, de a szélső értékeket jól approximálja. Hátránya, hogy futási ideje jelentős még a krigeléshez képest is! Vele ellentétes a lineáris interpolációs háromszögelés, mely gyors ugyan, a minimális értékét is jól közelíti az adatrendszernek, ellenben a maximumát már nem találja el elfogadható mértékben, bár átlagosan az RBF módszerrel megegyezőnek mondható a hibája.

4. táblázat

Terepi mágneses adatokon végzett illesztés 1 000 000 adatpont

Módszer (1)	**Zmin**	**Zmax**	**Z átlag (9)**	**Gridelés időtartama (sec) (10)**
Eredeti adatrendszer (2)	*-728.06*	*2169.81*	*27.69*	-
Krigelés (3)	-726.73	1995.23	28.37	375.8
Legközelebbi szomszédok módszere (4)	-728.06	2169.81	28.32	3.05
Sugár alapú bázis függvények (RBF) (5)	-730.9	2120.05	33.74	437.1
Természetes szomszédok (6)	-553.95	800.87	34.44	60.5
Lineáris interpolációs háromszögelés (7)	-725.0	1960.6	33.61	2.25
Mozgó átlagos (8)	-17.99	81.94	27.57	1462.8

Table 4: Fitting on filed magnetic data, 1 000 000 datapoint.

Method(1), Original dataset(2), Kriging(3), Nearest Neigbour(4) Radial Basis Function(5), Natural Neighbour(6), Linear Interpolation with triangulation(7), Moving average(8), Z average(9), Time of gridding(10).

ÖSSZEFOGLALÁS, KÖVETKEZTETÉSEK

Általánosságban elmondható, hogy nagy pontmennyiség, és sűrűség esetén a Nearest Neighbour módszer a legoptimálisabb, kevesebb mérési adat birtokában a krigelés és a Natural Neighbour (természetes szomszédok) módszere ajánlható a hagyományos 2D felületillesztési módszerek közül. Pontosságát tekintve a RBF módszer is fokozottan javasolt felületillesztési metódusnak, illesztés végrehajtási sebessége azonban még a krigeléstől is hosszabb nagy pontmennyiség esetén. Természetesen a rácsháló pontok további növelésével minden fentebb említett módszer pontossága tovább növelhető. A szabályos rácshálóban mintavételezett adatrendszer nagyságrendekkel növelheti az illesztés pontosságát, tehát amikor csak lehet, ennek elérésére kell törekedni már a mérés kivitelezésekor. Értelemszerű, hogy ez számtalan esetben megoldhatatlan, (pl. már meglévő fúrások, figyelő-kutak esetében) ezt figyelembe véve kell tehát az illesztési módszert kiválasztanunk a rendelkezésre álló lehetőségek közül. A polinomiális és a mozgóátlagos (*4. ábra*) illesztéseket kerülnünk kell, kivétel, ha trendszerű következtetéseket szeretnénk csupán levonni adatainkból.

3. ábra

**Illesztés a mágneses adatokra, krigelés,
1 000 000 pontos rácsháló**

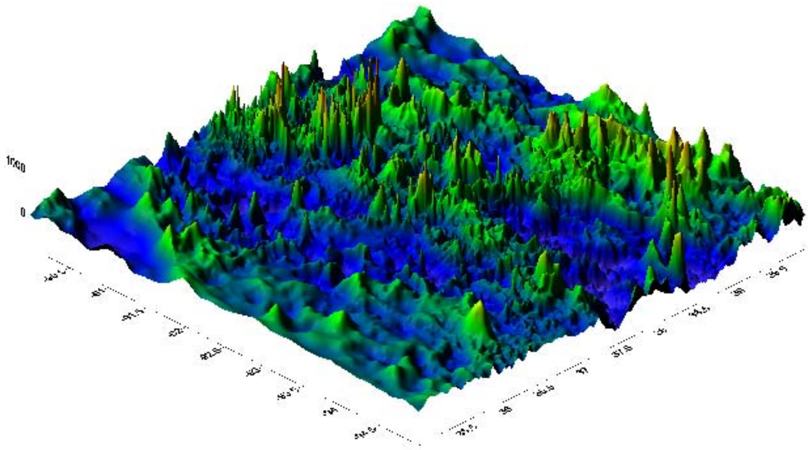

Figure 3: Fittings on to magnetic data with kriging. 1,000,000 grid point.

4. ábra

**Illesztés a mágneses adatokra, mozgó átlagos kiegyenlítés,
1 000 000 pontos rácsháló**

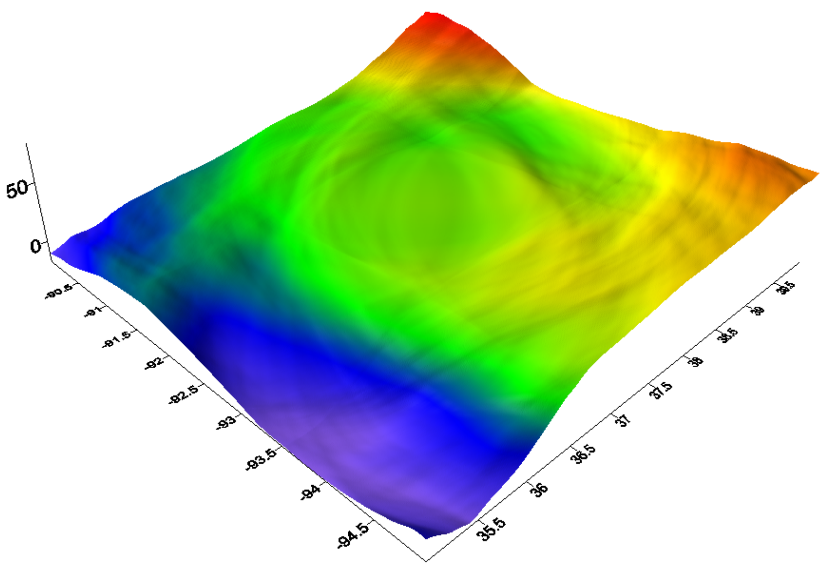

Figure 4: Fittings on to magnetic data with moving average method. 1,000,000 grid point.

IRODALOM

Golden Software Surfer Documentation (2002)

Herczeg Á. (2009): Surface fitting methods – Examination on a synthetic and a field magnetic dataset, IAGA 2009

Steiner F. (1990): A Geostatisztika alapjai, Tankönyvkiadó Budapest, 299-306. p.

Trauth M.H. (2006): Matlab Receipes for Earth Scientists. Berlin : Springer-Verlag, 151-173. p.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Herczeg Ádám
Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar
3515 Miskolc, Egyetemváros.
University of Miskolc, Faculty of Earth, Science and Engineering
Department of Geophysics
H-3515 Miskolc-Egyetemváros
e-mail: herczeg.adam@gmail.com