

IsoMDE: Generació de Models Digitals de Terreny a partir d'isolínies

Aquest programa permet generar Models Digitals de Terreny a partir d'isolínies de qualsevol tipus, eventualment enriquides amb informació addicional com línies de tàlveg, etc. Tot i que l'ús més típic de IsoMDE és obtenir un Model Digital d'Elevacions (MDE) que descriu la topografia a partir de corbes de nivell convencionals, el programa permet generar qualsevol superfície quasi-contínua a partir de qualsevol tipus d'isolínia. Per exemple podeu utilitzar IsoMDE per interpolar isoterms, isòbares, isòcrones, isòbates, etc i així obtenir-ne, respectivament, capes ràster quasi-contínues de temperatura, pressió, temps d'accés, batimetria, etc.

El mètode que utilitza el programa per a obtenir el ràster a partir de les isolínies no és únic algorisme, sinó que és un conjunt de procediments i regles seleccionats heurísticament d'entre diversos dels plantejats a la bibliografia especialitzada. El procediment mare és el traçat de perfils entre les corbes de nivell. Donada l'especial disposició de les dades a les corbes de nivell, amb moltes dades d'igual valor molt properes però alineades i grans zones sense cap dada entre elles, aquest mètode sol ser millor que l'aplicació d'interpoladors entre punts quan les dades de què es disposa són corbes de nivell.

El traçat d'aquests perfils s'efectua utilitzant diferents tipus de funcions (valors constants, funcions lineals, funcions cúbiques, etc) segons l'entorn de cada punt del territori; d'aquesta manera s'eviten els problemes d'excessiva simplicitat derivats d'aplicar només funcions lineals (els cims i valls queden sempre com a plans horitzontals), però també s'eviten els artefactes i lentitud de càlcul que poden aparèixer si s'apliquen funcions cúbiques o splines en tot moment. En qualsevol cas, IsoMDE permet indicar quina és l'equidistància entre les corbes de nivell per tal que es pugui evitar que una funció no lineal arribi a donar valors exageradament alts o baixos en zones de cim o de vall. Una altra característica de IsoMDE és que calcula els traçats sobre les corbes originals en format vectorial, sense passar per una rasterització prèvia. Això comporta una molt més precisa determinació dels valors interpolats al llarg dels traçats (els mètodes que prèviament rasteritzen acaben realitzant els càlculs a partir de posicions originals desplaçades cap als centres de cel·la del ràster que es vol obtenir). Un avantatge addicional del càlcul vectorial del traçat és que no cal preocupar-se per l'escala original de les dades i el costat de cel·la del ràster resultant. En efecte, si s'opta per una rasterització prèvia, quan dues o més corbes de nivell passen per la mateixa cel·la del ràster només una d'elles acaba tenint-se en compte en el càlcul final, i resulta determinant en el resultat quina serà la triada, fet sobre el qual no se sol tenir un control adequat (la majoria de programes de rasterització de línies simplement assignen a la cel·la el valor de la darrera o de la primera línia que afecta la cel·la).

Un segon avantatge de la realització de càlcul vectorial és que permet fàcilment incorporar en la interpolació corbes situades fora del ràster a obtenir i tenir-les en compte sense necessitat d'haver de realitzar el procés sobre un ràster de més extensió territorial, el qual hauria de ser retallat posteriorment.

Un tercer avantatge de la realització de càlcul vectorial és que evita que quan una corba passa inclinada 45 graus es rasteritza en píxels en diagonal i els perfils traçats en la diagonal contrària no veuen la corba i la ignoren.

El càlcul vectorial pot ser titllat de lent, però cal tenir en compte que durant el procés de rasterització de les isolínies també s'efectua l'anàlisi de les interseccions un cop, i que el que aquí es proposa simplement multiplica aproximadament per 4 el temps d'aquest procés. A canvi, però, evitem escriure un ràster al disc i proporcionem una base de càlcul molt més precisa per a la determinació dels valors interpolats. En qualsevol cas, aquest increment de temps mai no és crític per al procés conjunt que passa de les corbes de nivell al MDE final.

Malgrat el seu nom, IsoMDE no està limitat a les isolínies com a informació de base per al procés d'interpolació. En efecte, i malgrat que les corbes de nivell constitueixen la seva font principal de dades, el programa també pot utilitzar la valuosa informació addicional que es troba en el traçat de línies de carena i de tàlveg, tal i com les experiències de Peucker van posar de relleu. En particular, noteu que la informació relativa a la posició dels tàlvegs està sovint disponible fins i tot de forma explícita ja que els mapes topogràfics solen recollir les línies de rius i torrents.

IsoMDE permet tenir en compte l'existència de línies de carena i tàlveg simplement indicant els fitxers d'arcs corresponents. Quan l'anàlisi dels perfils intersecta amb una d'aquestes línies, IsoMDE determina que en aquell punt cal ubicar un màxim o un mínim, respectivament si les línies no són 3D, o a partir de la versió 4 de MiraMon, amb la possibilitat de disposar d'informació altimètrica per a cada vèrtex, si la línia de carena o tàlveg conté valors Z, aquests són interpolats convenientment quan un perfil intersecta amb una línia de carena o de tàlveg. Si la línia no disposa de valors Z a cada vèrtex, igualment serà útil a IsoMDE ja que podrà determinar molt millor la morfologia del relleu. Les millores en el resultat són especialment espectaculars en les zones planes, amb poques corbes de nivell i on el coneixement de la línia de mínim (riu) ajuda de forma notable a evitar els artefactes produïts per la falta d'informació. Insistim en la conveniència d'incorporar elements de tàlveg en el procés, i recordem que malgrat que aquest tipus d'informació és rarament disponible en cartografia digital antiga o en l'obtinguda per digitalització de mapes topogràfics en paper, actualment la majoria de processos de restitució fotogramètrica ja proporcionen la cota dels vèrtexs dels elements restituits, amb la qual cosa les línies de tàlveg (i de carena si hi són) són línies 3D amb informació altimètrica que serà usada per IsoMDE.

El programa traça 4 perfils des de cada cel·la (horitzontal, vertical, i diagonals a 45° i 135°) per tal de trobar informació al seu voltant (corbes de nivell, tàlvegs, etc), de forma similar a com operen altres algorismes prèviament proposats, essencialment basats en el de Douglas. També es pot demanar que el programa faci perfils addicionals a 22.5°, 67.5°, etc; recomanem vivament traçar també aquests perfils addicionals. Tanmateix, a IsoMDE el valor final d'una cel·la del ràster no es determina a partir del valor obtingut amb un sol dels perfils (típicament el de més pendent) sinó que tots els perfils s'utilitzen per a determinar el valor final. Això permet un resultat molt menys facetat que amb els mètodes d'elecció simple i evita haver de suavitzar el MDE final amb l'aplicació de filtres de mitjana. Cal recordar que l'aplicació d'aquests filtres fa que es desvirtuïn fins i tot els valors de les cel·les on realment es disposava d'informació original pel fet que hi passava una corba de nivell, fet que s'agreuja quan l'aplicació del filtre de mitjana es produeix més d'un cop per intentar llimar els artefactes en estrella que es veuen en l'aspecte final quan només es tria un sol perfil per cada cel·la i es produeixen canvis sobtats en el relleu pel simple fet de fer un canvi de criteri sobre quina és la línia que dona la informació final.

La manera com cada perfil intervé en el valor final de cada cel·la pot ser triada entre la simple mitjana entre els valors o una ponderació que afavoreix les corbes més properes a cada punt (mètode per defecte i recomanat). Aquest darrer procés pot ser dut a terme perquè durant el traçat dels perfils, IsoMDE també obté informació sobre la seva posició relativa a l'espai. Gràcies a això, IsoMDE resulta en un interpolador exacte, i obtenim els valors originals a tots els centres de cel·la que siguin situats al mateix punt que una dada original.

Malgrat la relativa complexitat del mètode, s'ha tingut especial cura en la implementació, de forma que IsoMDE resulta tant o més ràpid que altres programes similars.

Per a millors resultats, useu una mida de píxel entre 1 i 0.2 mil·límetres a escala del mapa original. Per exemple, si la font de les isolínies és un mapa topogràfic 1:50000, useu un píxel entre 50 i 10 m. La nostra experiència és que per evitar artefactes resultants de la manca d'informació en zones planes en relació a la equidistància entre corbes als mapes topogràfics típics, sol ser millor optar per obtenir el MDE amb un costat de cel·la de dimensions equivalents a 1 mm a l'escala del mapa (per exemple si la font és un mapa 1:50000, obtingueu un MDE de píxel de 50 m) i, si necessiteu un MDE amb la cel·la menor densifiqueu el ràster a la mida desitjada amb DensRas (menú "Eines | Organització espacial | Densificació de ràsters").

En mapes amb relleus abruptes (alta densitat de corbes) obtindreu resultats raonablement bons interpolant directament a dimensions equivalents a 0.5 mm (25 m en isolínies provinents d'un 1:50000). Desaconsellem intentar calcular MDE amb dimensions més detallades, ja que és dubtós que molts mapes topogràfics tinguin informació prou bona per sota del mig mil·límetre i, en canvi, apareixen més artefactes resultants de la poca informació disponible a tant de detall. En qualsevol cas, mai no intenteu generar el MDE amb un píxel de menys de 0.2 mm ja que cap mapa topogràfic no dona aquesta precisió i simplement aconseguireu que el procés trigui més i augmentin dramàticament els artefactes; si necessiteu un píxel final menor, utilitzeu sempre DensRas a partir de les dimensions de píxel abans recomanades.

Si obteniu en alguna zona línies que "trenquen" indegudament el relleu (aspecte facetat, angularitats), digitalitzeu isolínies intermèdies o, si els artefactes apareixen prop de les vores, trebal·leu amb una zona més àmplia per tal d'ajudar l'interpolador amb un bon coneixement de la zona circumdant. Com a recurs addicional, podeu passar un filtre de mitjana sobre el resultat, tot i que no hauria de ser necessari si forniú un bon material de base i seguïu les indicacions abans donades. Penseu que filtrar la imatge suavitza el relleu, i això pot arribar a ser molt poc realista.

En les proves fetes en desenvolupar IsoMDE es va veure que amb bon material i generant el model a 1 mm a l'escala del mapa original mai no hauria de ser necessari passar un filtre de mitjana o, com a molt, en una sola iteració.

El programa assumeix que les unitats en què està expressada l'altitud en el camp de la base de dades són les mateixes que les del sistema de referència. Si no fos així, cal que prèviament feu l'operació adequada de conversió. Per altres mètodes d'interpolació vegeu també [InterPNT](#) i [DensRas](#).

Sintaxi:

IsoMDE FOrí FRes Xmín Xmàx Ymín Ymàx CPíx Equid Buff PndDst Sing

- FOrí: És el vector ARC d'isolínies. Pot contenir línies de tàlvegs.
- FRes: És el ràster resultat de la interpolació.
- Xmín Xmàx Ymín Ymàx: Coordenades envolupants del ràster a obtenir. Si s'indica "x x x x" s'utilitza l'envolupant del propi FOrí.
- CPíx: Costat del píxel a obtenir.
- Equid: És l'equidistància entre corbes a usar com a llindar a tolerar en les zones en què s'apliquen interpolacions no lineals. El valor de l'equidistància ha de ser un nombre real positiu.
- Buff: És la zona de corbes a considerar per fora del ràster. En unitats mapa.
- PndDst: Ponderació de la distància a les corbes, per donar més pes a les corbes més properes. Aquest valor s'usa com un exponent de l'invers de la distància, pot ser un nombre real. El valor recomanat és 1.0 ja que és el que dona millors càlculs de pendents; un valor 1.2 dona els millors resultats si només ens interessin les elevacions. Si es desitja tractar tots els perfils amb igual pes, s'ha d'indicar un valor 0.
- Sing: Tractament de les corbes singulars (corbes aïllades enmig d'una plana extensa, que poden arribar a donar formes estrellades en la interpolació). Pot valer:

- F cap tractament, opció més ràpida.
- V tractament simple en funció del veïnatge, opció normalment adequada
- D tractament basat en anàlisi previ de distàncies opció més lenta però de resultat usualment millors.

Si es tria l'opció D es pot evitar el càlcul de distàncies a les isolínies i tàlvegs si s'han calculat prèviament amb BufDist i es dóna el nom del fitxer amb les distàncies al paràmetre /F_DIST=

Paràmetres optatius:

- /FTvg= Fitxer d'arcs amb les línies de tàlveg, és a dir, aquelles línies per on recorreria l'aigua. Normalment provindran de digitalitzar els rius i torrents d'un mapa topogràfic.
- /Tvg3D Per a indicar que el fitxer de tàlvegs té informació altimètrica 3D.
- /FCar= Fitxer d'arcs amb les línies de carena.
- /Car3D Per a indicar que el fitxer de carenes té informació altimètrica 3D.
- /FBreak= Fitxer d'arcs amb les línies de ruptura, que necessàriament cal que siguin 3D.
- /ENLLA_ISOL_EXT= Indica el criteri d'interpolació per als píxels que no queden situats entre dues isolínies (típicament els píxels més enllà de la isolínia més exterior). Pot valer:
 - '0' S'intenten interpolar considerant, en els perfils en què el píxel no és entre dues isolínies, que el seu valor és igual a la primera isolínia que troba en el perfil. És el valor per defecte.
 - '1' S'intenten interpolar considerant únicament els valors obtinguts en els perfils en què el píxel és entre dues isolínies (els altres perfils s'ignoren).
 - '2' Els píxels afectats es consideren no interpolables i es marquen directament com a NODATA.
- /BYTES_PIX= Tipus de ràster resultant. Pot valer '2' (short), o '4' (float, opció per defecte).
- /DIST_LINEAL= Distància planimètrica a partir de la qual no es tolera interpolar de forma no lineal. Resulta molt útil per evitar artefactes en les planes dels rius. Per defecte s'aplica 20 cops el valor d'Equid.
- /F_DIST= Fitxer, obtingut amb BufDist, que conté les distàncies a les isolínies i tàlvegs. Només s'usa quan el paràmetre "Sing" és D.
- /SEVER= Factor de severitat en el tractament de les singularitats. Ha de ser un valor ≥ 1.0 . Només s'usa quan el paràmetre "Sing" és V o D; els respectius valors per defecte són 1.41 i 1.15. Un valor 1.0 produirà els resultats més severos.
- /IGNOR_PLA: La seva presència implica que, en el cas que tots els valors que participen en la interpolació d'un píxel en un determinat perfil són constants, i per tant estem en un perfil localment pla, ignorarem aquest perfil. L'absència del paràmetre /IGNOR_PLA implica que aquest perfil també es tindrà en compte.
- /TAULA= i /CAMP= Si el fitxer de corbes no és 3D o desitgem no usar la informació altimètrica Z, indiquen el camp de la base de dades amb els valors de les cotes. Per saber més sobre els valors d'aquests paràmetres seguiu les consideracions del document de [sintaxi general](#).