

Választási térképek manipulatív újrarajzolása

Varga Dániel, BME MOKK

2010. december 6.

- Varga Dániel vagyok (daniel@mokk.bme.hu),
- a BME MOKK (Média Oktató és Kutató Központ) kutatócsoportjának tagja. <http://mokk.bme.hu>
- Az itt bemutatott munkát Mészáros József és Szakadát István (BME Szoc. Tsz.) kezdeményezésére, Speiser Ferencsel (Pannon Egyetem) végeztük 2007/2008-ban.

- A bemutatott projekt két éve lezárult.
- Elsődleges kutatási témám a nyelvtechnológia, jelenleg is ebben vagyok aktív.
- Mégis ezt a projektet választottam bemutatásra, mert a Szemináriumon a geográfiai jellegű adatok modellezéséről eddig kevesebb szó esett, mint nyelvtechnológiáról.
- ...És mert a projekt politikai aktualitása csak növekedett a 2008 óta eltelt időben.

- Az Alkotmánybíróság 2005-ben alkotmányellenesnek nyilvánította azt a helyzetet, hogy Magyarországon egyes egyéni választókerületek létszáma lényegesen nagyobb másokénál. (27,000-67,000 szavazó)
- 2007-ig adott haladékot az Országgyűlésnek a helyzet rendezésére, azóta az Országgyűlés folytatólagos mulasztásos alkotmánysértést követ el.
- A helyzet megoldása a magyar választókerületi térkép újrarajzolása lesz, egy kétharmados törvény keretében.
- Ez nagyon sokféleképpen megtehető.
- Nem mindegy, hogy az erre illetékesek milyen térképet választanak.

Politológia

A politikai hátsó szándékkal történő térkép-rajzolást **Gerrymandering**-nek hívják, és sok országban komoly hagyományai vannak.

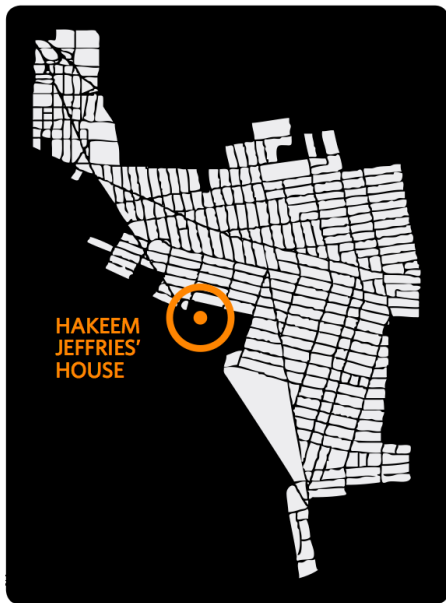


Esettanulmány: Barack Obama



2000. A feltörekvő fiatal state senator elindul a kongresszusi választáson, de veszít. Győztes ellenfele a biztonság kedvéért mindenestre azonnal kivágja Obama házát a kérdéses választókerületből, nehogy legközelebb nagyobb problémát okozzon. Az amerikai politikai zsargonban ezt a manővert lefejezésnek (beheading) nevezik.

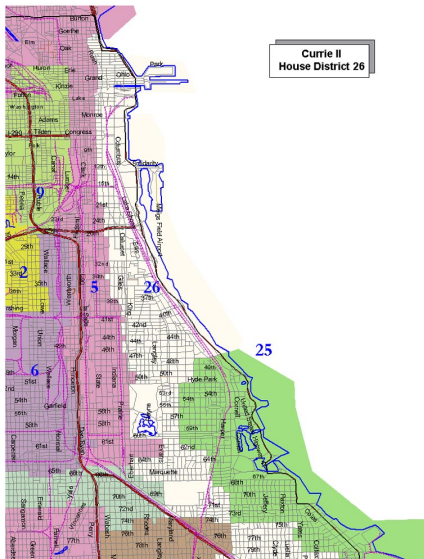
Beheading



Barack Obama - Második találkozás

- 2002. Obama marad tehát state senator, viszont megkapja a pártjától a lehetőséget, hogy egy választási szakértőjükkal tanácskozva neki tetsző választókerületet rajzoljon magának.
- Az eredeti körzetében 77% volt a feketék aránya.
- Obama úgy rajzolja át körzetét, hogy abba a belváros gazdag fehér liberálisok lakta része is beleessen, 66%-ra csökkentve a feketék arányát.
- Az országos szenátorválasztáson 2004-ben, és az elnökválasztáson 2008-ben nagyon sikeres kombinációnak bizonyul ez a koalíció, amihez a feketék elsősorban a szavazataik számával járulnak hozzá, a liberális fehérek pedig a pénzügyi támogatásukkal.

Illinois, 13th State Senatorial District



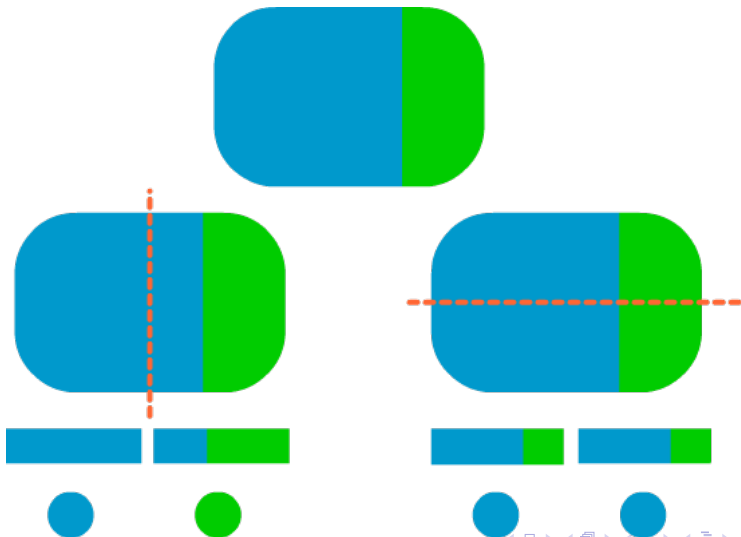
South Chicago / Gold Coast



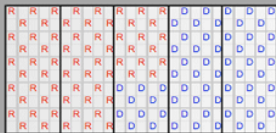
- A jelenséget könnyebb átérezni ilyen anekdotákon keresztül, de jelentőségének megértéséhez kicsit félrevezetőek a fenti példák.
- A gerrymandering általában inkább mérnöki aprómunka, sztochasztikus kombinatorikus optimalizálás: Szakértők gondos mérlegeléssel választókerületekbe szervezik a különböző pártszimpátiájú területeket úgy, hogy ez maximalizálja egy párt, vagy egyes körzetek képviselőinek győzelmi esélyeit.
- Egy választási térkép megrajzolását szinte végtelenféleképpen el lehet végezni, és mindegyik változatnak vannak politikai kedvezményezettjei és kárvallottjai.

Alapelvek

Egyszerűbb példa:

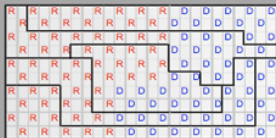


Bonyolultabb példa:



125 voters
65 Republicans
60 Democrats

5 districts
2 Republicans (25 R's each)
1 Republicans (15 R's 10 D's)
2 Democrats (25 D's each)



125 voters
65 Republicans
60 Democrats

5 districts
5 Republicans (13 R's, 12 D's each)
0 Democrats

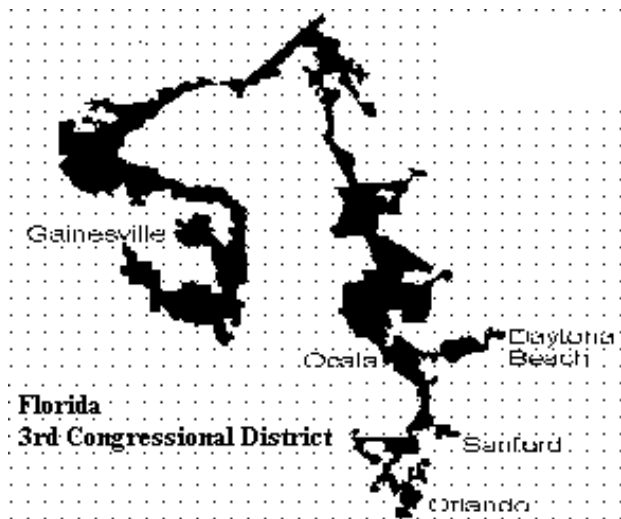


125 voters
65 Republicans
60 Democrats

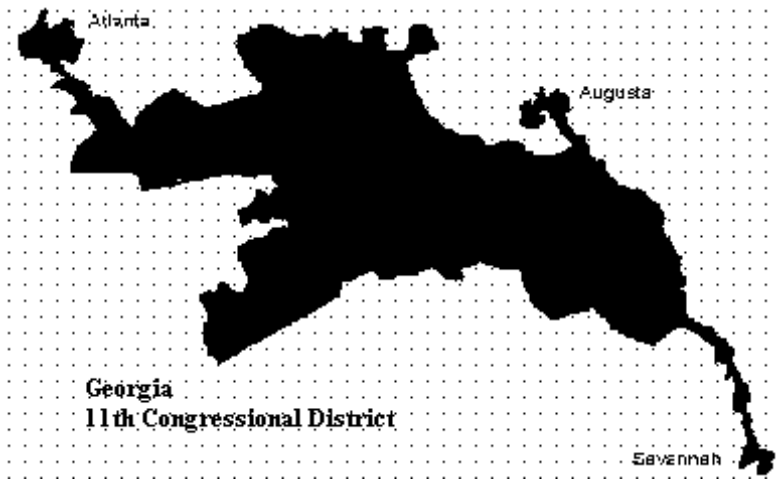
5 districts
1 Republican (25 R's)
4 Democrats (15 D's, 10 R's each)

Az USA-ban legritkábban 10 évente (népszámlálás nyomán) minden választási térképet újrarajzolnak. A jogi és politikai kontroll hiánya inkrementálisan vezetett az alábbi arcátlan mértékben manipulált térképekhez:

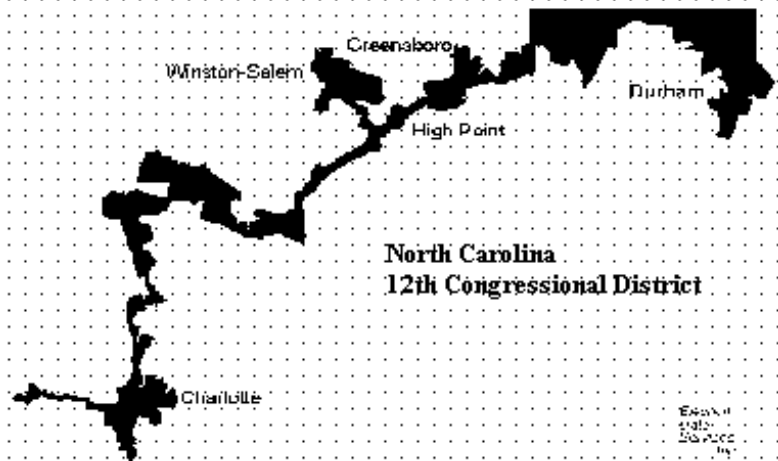
Extrém térképek



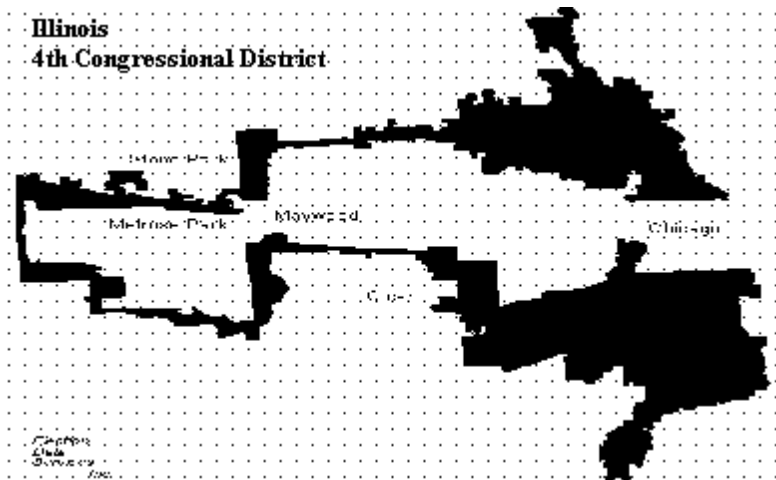
Extrém térképek



Extrém térképek



Extrém térképek



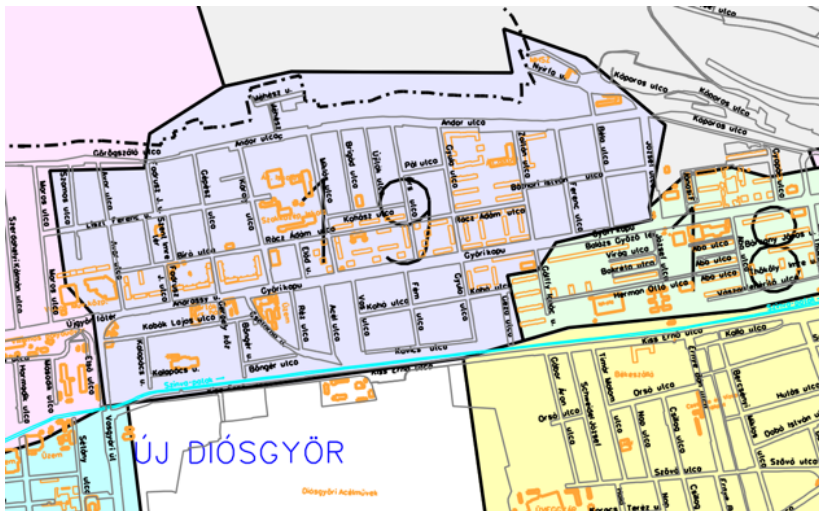
Extrém térképek



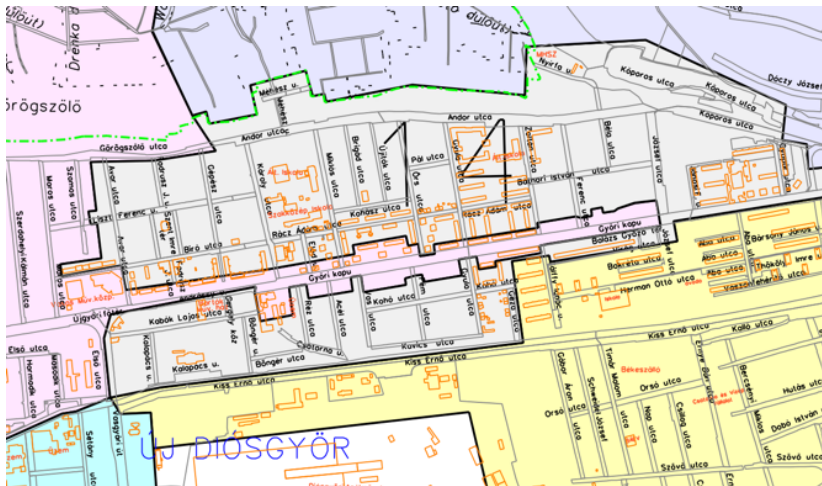
Árnyaljuk a képet:

- A fenti térképek egy része nem arra lett optimalizálva, hogy valamelyik párt nyerjen. Jó részük esetében a két nagy párt kooperált azért, hogy aktuális képviselőiket bebetonozzák.
- Az USA-ban törvény írja elő, hogy a kisebbségi közösségeknek joga van létszámarányos képviseletre, tehát a térképrajzolónak nem csak joga, de kötelessége egyfajta faji gerrymanderinget végezni. Ennek farvizén evezve persze sok más célt is megvalósíthat.

Az alábbi önkormányzati választási térképet független főjegyző független szakértői csapat segítségével rajzolta. Mint kitudódott, a helységben éppen akkor a Fidesz országgyűlési képviselője is ott tartózkodott, bár szerencsére nem szolt bele a munkába.



Miskolc 2010



Nem szükségszerű, hogy a fenti alakzat megrajzolásának célja a választási eredmények pártos befolyásolása volt. Ilyet helyrajzi ismeretek hiányában nem jelenthetünk ki biztosan. Azt azonban kijelenthetjük, hogy a meglepő konkáv forma kiválasztása meggyőző helyrajzi megokolást kíván az alkotóktól. Vitathatalan továbbá, hogy ennek a térképnek a megrajzolása nem a nyilvánosság megfelelő szintű kontrollja alatt történt.

- A Parlament mulasztásos alkotmánysértésben van.
- A helyzetet kétharmados törvénnyel kell rendezni.
- Előírás lesz a körzetek létszámainak rendszeres egyensúlyban tartása, azaz közeledni fogunk az amerikai modellhez.

Specifikáció

- Bemutatandó projektünk célja az volt, hogy a közvélemény figyelmét felhívja a manipuláció lehetőségére, hogy a leendő újrarájzolás megfelelő társadalmi kontroll alatt történjen.
- Ehhez egy interaktív webes alkalmazást építettünk, amelynek használatával minden felhasználó elkészítheti a saját manipulált választási térképeit.

A cél nem az volt, hogy hasznos manipuláció-támogató rendszert építsünk. Nem a valósághűség volt az elsődleges szempont, hanem az, hogy egy leegyszerűsített szituációban interaktív formában bemutassuk a gerrymandering jelentőségét az állampolgárok számára.

A feladatom annak a szoftverkomponensnek a kifejlesztése volt, amely a felhasználó által adott irányelvek szerint automatikusan manipulatív választási térképet generál egy megyéhez.

Milyen feltételeknek kell megfelelnie a generált térképnek?

- hasonló lakosságszámú kerületek
- összefüggő kerületek
- minél szabályosabb, kerekdedebb formájú kerületek
- a felhasználó előírásainak megfelelő számú jobb/baloldali győztes

Egy fontos leegyszerűsítés

- Rendszerünk építésekor egy alapvető leegyszerűsítéssel éltünk.
- A szoftver a 2006-os választási eredményeket veszi alapul, tehát arra ad választ, hogy ha valaki a 2006-os választásokon megszületett helyi szavazat-arányokat előre ismerte volna, akkor milyen térkép megrajzolásával érhetett volna el minél jobb eredményt ezen a választáson.
- Ez a leegyszerűsítés lényegesen egyszerűbbé tette a felhasználói felület megalkotását.
- Természetesen ez alapvetően más feladat, mint az a sztochasztikus optimalizálási probléma, amivel egy (hosszú távra tervező) manipuláló politikus szembetalálja magát, hiszen ő nem látja a jövőt.

Egy fontos leegyszerűsítés

- Felületes meggondolás után akár arra a következtetésre is juthatunk, hogy a politikusnak jövőbelátás híján nincs is érdemi játéktere a manipulációra.
- Ez a következtetés azonban alapvetően elhibázott, amennyiben nem veszi tekintetbe a szavazókörök pártpreferenciáinak korrelációit.
- Egy „balos” körzet jobboldali wave election idején is balos marad, legalábbis relatív skálán, és nagy valószínűséggel. Ez a tény kiaknázható a manipuláció céljaira, ember és számítógép által egyaránt.
- Hunyorítva nézve 80 év alatt is meglepően változatlan maradt Magyarország választási térképe.

Egy fontos leegyszerűsítés

- A továbbiakban bemutatott heurisztikus optimalizálási módszerek szempontjából a feladat „jövőbelátó” determinisztikus és „nem jövőbelátó” sztochasztikus változata hasonló komplexitású.
- Természetesen a feladat sztochasztikus változata számszerűen kevésbé extrém mértékű manipulációhoz vezet, bár kísérleteink az mutatják, hogy nem sokkal kevésbé.

Informatika

A gerrymanderinget szemléltető interaktív webalkalmazás bárki számára elérhető az alábbi címen:

<http://eovk.mokk.bme.hu/>

- Az alkalmazás egy Google Maps mash-up, azaz a Google térképszolgáltatására épül rá.
- Speiser Ferenc térinformatikus munkája.

Békés megye 2-5

EOVK Generátor - teszt alkalmazás - Mozilla Firefox

Fáj Szerkesztés Nézet Előnézetek Kinyitások Ezközk Sűgő

http://eovk.mokk.bme.hu/

Google eovk mokk

Map Satellite Hybrid

Menü
Térkép-író: BÉKÉS 10%
Bejelentkezés
▶ Új térkép létrehozása
Térkép betöltése
Kijelentkezés
Impresszum

Információ a térképről
A térképen szereplő kerületek száma összesen (minden változat): 20
Melyik változatra készítek el az összesítést? 2-5

Összes kerület a változatra: 7 db
Arány (bal-jobb): 2-5

Megye	EOVK szám	Bal	Jobb
BÉKÉS	7	2	5

Részletes lista a teljes változatról

Sűgő
Információt ad az aktuális térképről
A rendszerről

Békés megye 3-4

EOVK Generátor - teszt alkalmazás - Mozilla Firefox

Fáj Szerkesztés Nézet Előzmények Kinyitások Ezközök Súgó

http://eovk.mokk.bme.hu/

Google eovk mokk

Map Satellite Hybrid

Menü
Térkép-író: BÉKÉS 10%
Bejelentkezés
▶ Új térkép létrehozása
Térkép betöltése
Kijelentkezés
Impresszum

Információ a térképről
A térképen szereplő kerületek száma összesen (minden változat): 20
Melyik változatra készítek el az összesítést? 3-4
Összes kerület a változatra: 7 db
Arány (bal-jobb): 3-4

Megye	EOVK szám	Bal	Jobb	Részletek
BÉKÉS	7	3	4	

Részletes lista a teljes változatról

Súgó
Részletes választókerület településlistát kaphat a megyéről!
A rendszerről

Békés megye 4-3

EOVK Generátor - teszt alkalmazás - Mozilla Firefox

Fájl Szerkesztés Nézet Előnézetek Kinyitások Eszközök Súgó

http://eovk.mokk.bme.hu/

Google eovk.mokk

Map Satellite Hybrid

Menü
Térkép-író: BÉKÉS 10%
Bejelentkezés
▶ Új térkép létrehozása
Térkép betöltése
Kijelentkezés
Impresszum

Információ a térképről
A térképen szereplő kerületek száma összesen (minden változat): 20
Melyik változatra készítek el az összesítést? 4-3

Összes kerület a változatra: 7 db
Arány (bal-jobb): 4-3

Megye	EOVK szám	Bal	Jobb	Részletek
BÉKÉS	7	4	3	

Részletes lista a teljes változatról

Súgó
Részletes választókerület településlistát kaphat a megyéről!
A rendszerről

Békés megye 5-2

EOVK Generátor - teszt alkalmazás - Mozilla Firefox

Fáj Szerkesztés Nézet Előnézetek Gényjelzők Eszközök Súly

http://eovk.mokk.bme.hu/

Google eovk mokk

Map Satellite Hybrid

Menü
Térkép-író: BÉKÉS 10%
Bejelentkezés
▶ Új térkép létrehozása
Térkép betöltése
Kijelentkezés
Impresszum

Információ a térképről
A térképen szereplő kerületek száma összesen (minden változat): 20
Melyik változatra készítek el az összesítést? 5-2
Összes kerület a változatra: 7 db
Arány (bal-jobb): 5-2

Megye	EOVK szám	Bal	Jobb	Részletek
BÉKÉS	7	5	2	

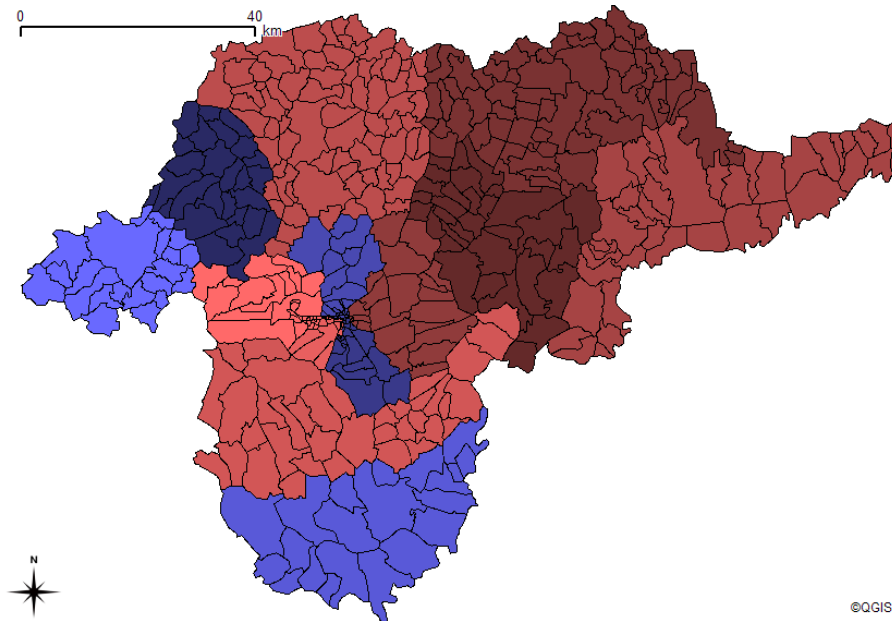
Részletes lista a teljes változatról

Sűgő
Részletes választókerület településlistát kaphat a teljes térképváltozatról!

- Szavazókör - a legkisebb egység, amit a modell kezel (rögzített).
- Választókerület - szavazókörök összefüggő halmaza (keresett).
- Megye - a legnagyobb kezelt egység, az optimalizáció terepe (rögzített).

(Azzal a valóságban is érvényes megszorítással élünk tehát, hogy választókerület nem haladhat át megyehatáron.)

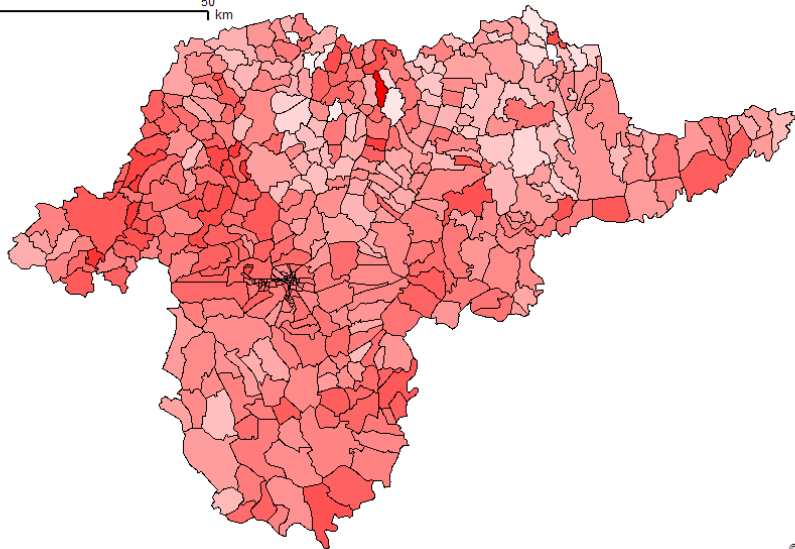
Alapfogalmak



- PostGIS: töröttvonalak, poligonok, operátorok (metszet/unió, hízlalás), metrikák (terület, kerület).
- Lokatív adatok előfeldolgozása a kombinatorikus optimalizáláshoz: szavazókörök területei, közös kerületeinek hosszai (hízlalással), centroidjai.
- Nem lokatív adatok: a szavazókörök létszáma, szavazati arányai.

BAZ megye, pártszimpátia

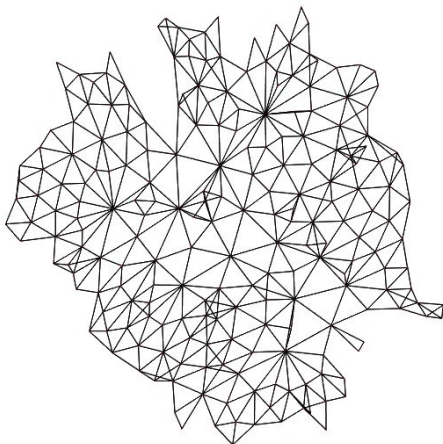
0 50 km



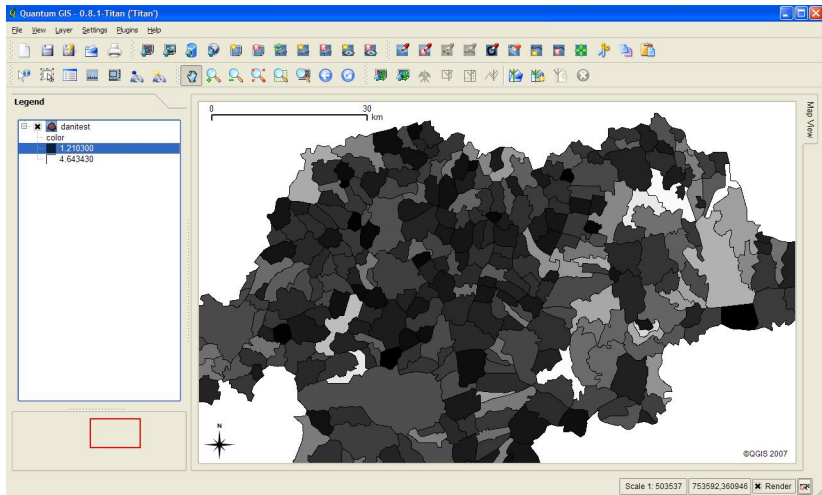
©QGIS



Veszprém megye, szavazóköri szomszédsági gráfja



BAZ megye, szavazóköri izoperimetrikus hányadosa



Kombinatorikus optimalizálás

Metaheurisztikák - célfüggvény

Egy (általában diszkrét) struktúrán értelmezett valós értékű függvény minimumát keressük, vagy legalábbis minél kisebb értékű elemét szeretnénk megtalálni. A struktúra elemeit állapotoknak hívjuk. Az állapotok száma nagyon nagy, a brute force megoldás nem kivitelezhető.

A függvényt fekete doboznak tekintjük: elemi lépésünk, hogy egy állapotra lekérdezzük a függvény értékét. (A függvényértéket energiának is nevezzük, fizikai analógiákra való tekintettel.)

A struktúrát lokális, véletlen lépések egymásutánjával kívánjuk feltárni, tehát feltesszük, hogy van egy második fekete dobozunk is, amely egy adott állapothoz véletlen módon generál egy következő állapotot.

Példa 1: Vektortérben hozzáad a vektorhoz egy normális eloszlású zajt.

Példa 2: Gráfban egy véletlenszerűen választott szomszédos csúcsba lép.

Metaheurisztikának nevezzük a fenti absztrakt keretrendszerben működő optimalizáló algoritmusokat.

Két triviális metaheurisztika juthat eszünkbe azonnal:

- Véletlen séta: állapotból állapotba lépkedük, és feljegyezzük a séta során eddig megtalált legkisebb értéket. Hátránya: a nagy keresési tér miatt kicsi a valószínűsége, hogy optimum közelébe kerülünk.
- Hill climbing: Csak akkor hajtjuk végre a javasolt véletlen lépést, ha ezzel csökkentjük a függvény értékét. Hátránya: ha megtalált egy lokális optimumot, akkor ott végleg megakad.

- A szimulált hűtés (simulated annealing, valójában szimulált edzés, úgyismint acélé) a fenti két metaheurisztika egy egyszerű kombinációja, amely ötvözi azok jó tulajdonságait, vagy legalábbis mindkettőnek enyhíti a végzetes hibáját.
- Lényegét tekintve egy fokozatos időbeli átmenet véletlen sétából hill climbingba.
- Elsőként Kirkpatrick, Gelatt és Vecchi írta le 1983-ban.

A folyamat egy $P(e_{old}, e_{new}, T)$ függvénnyel írható le, amely megadja, hogy T hőmérséklet esetén mekkora eséllyel vagyunk hajlandók átlépni egy e_{old} energiájú állapotból egy e_{new} energiájú állapotba. P leggyakrabban csak a két energia különbségétől függ. Hívjuk javító lépésnek, ha $e_{new} < e_{old}$, és rontó lépésnek a többit. T csökkentésével (hűtés) monoton tartson nullához a rontó lépések elfogadásának valószínűsége, és maradjon pozitív a javító lépések elfogadásának valószínűsége.

A máig legnépszerűbb P

Az SA algoritmus első leírásában

$$P(e_{old}, e_{new}, T) = 1 \text{ ha } e_{new} < e_{old},$$
$$P(e_{old}, e_{new}, T) = e^{(e_{old} - e_{new})/T} \text{ egyébként.}$$

(Tehát a javítást mindig elfogadjuk, a rontást a hőmérséklettől és a rontás mértékétől függő arányban fogadjuk el.)

Mi is ezt alkalmaztuk.

A hőmérséklet csökkentésére sokféle menetrend elképzelhető. Mi a legnépszerűbb és legegyszerűbb, nemadaptív módszerrel értük el a legjobb eredményt: a hőmérsékletet egy mértani sor szerint haladva csökkentjük. A mintavételezés és fém-edzés analógiája azt sugallja, hogy igyekeznünk kell változatlanul hagyni a hőmérsékletet, amíg a célfüggvény még tendenciózusan csökken.

Parallel Tempering

- A klaszterek és sokmagos processzorok világában indokolt kifogásként merülhet fel az SA metaheurisztikával szemben, hogy eredendően szekvenciális.
- Erre részleges választ ad a metaheurisztika Parallel Tempering nevű változata.
- Itt párhuzamosan több állapotot tartunk számon, mindegyik a saját SA sétáját végzi.
- A laza csatolást közöttük az teremti meg, hogy a hőmérsékletet attól tesszük függővé, hogy a rangsorukban hanyadik az adott példány.
- Tehát a sikertelenebbekkel bátrabban kísérletezünk, a sikeresebbekkel óvatosabban.

Modellalkotás

Az általunk keresett objektummal szemben számos elvárásunk van. Ezekhez egyenként célfüggvényt rendelünk, amely számszerűsíti a sikeresség mértékét. A célfüggvényeket aztán lineárisan kombináljuk egyetlen kompozit célfüggvénnyé.

- Az állapot a szavazókörökről a kerületekbe képező parciális függvény, tehát egy (esetlegesen részleges) térképszínezés.
- Az állapottér szomszédság-fogalma triviális: egyetlen szavazókör átszínezése két választókerület határán.

Választókerületenként kiosztott büntetések

- A létszám-céltól való eltérés négyzetes hibája.
- A kerület poligonjának izoperimetrikus hányadosa. (Azaz a kerület négyzetének és a területnek a hányadosa.)

Globálisan kiosztott büntetések

- Optimalizálás közben megengedjük a részleges színezéseket (sőt ilyenből indulunk), de szavazóköronként konstans büntetést rovunk ki rájuk.
- A kitűzött manipulációs céltől való eltérést lineárisan büntetjük.

- A fenti célfüggvények súlyát félig-manuális hangolással határoztuk meg az adatainkhoz.
- Fontos: Egy az állapottérben megtett lépés után kisszámú művelettel ki tudjuk számolni a fenti értékek frissített változatát. Erre a legfontosabb példa a választókerület kerületének újraszámolása a szavazókörök közös határ-hosszainak mátrixa alapján.

Speciálisan kellett kezelni a topológiai összefüggőség feltételét. Ennek a lépésenként való leellenőrzése költséges művelet lenne, és ha kifejezetten constraintként kötnénk ki, akkor bizonyos lokális optimumokból nehezen találna ki a heurisztika. Ehelyett időről időre a nemösszefüggő választókerületek kis komponenseinek törlése útján kényszerítjük ki.

Optimalizálónk a 2006-os választási statisztikát alapul véve a vidéki választókerületekben 79-67 illetve 36-110 arányú bal-jobboldali egyéni választókerületi eredményhez is el tudott jutni, betartva az Alkotmánybíróság határozata által előírt létszám- és egyéb kritériumokat.

bal: 79, jobb: 67

EOVK Generátor - teszt alkalmazás - Mozilla Firefox

Fáj Sikerítésés Nézet Előzmények Gyűjtyelők Ezközök Sögy

http://eovk.mokk.bme.hu/

Google eovk mokk

Map Satellite Hybrid

Menü
Térkép-nyí: Országos Térkép 10%
Bejelentkezés
Új térkép létrehozása
Térkép betöltése
Kijelentkezés
Impresszum

Sögy
Bezánya az ablakot!
A rendszeről
Térkép lépésről-lépésre

Map data ©2008 AND, PPRK, Tele Atlas - Terms of Use

bal: 36, jobb: 110

EOVK Generátor - teszt alkalmazás - Mozilla Firefox

Fájl Szerkesztés Nézet Előzmények Kinyitások Eszközök Súgó

http://eovk.mokk.bme.hu/

Google eovk mokk

Map Satellite Hybrid

Menü

- Térkép-nyí: Országos Térkép 10%
- Bejelentkezés
- ▶ Új térkép létrehozása
- Térkép betöltése
- Kijelentkezés

Impresszum

Súgó

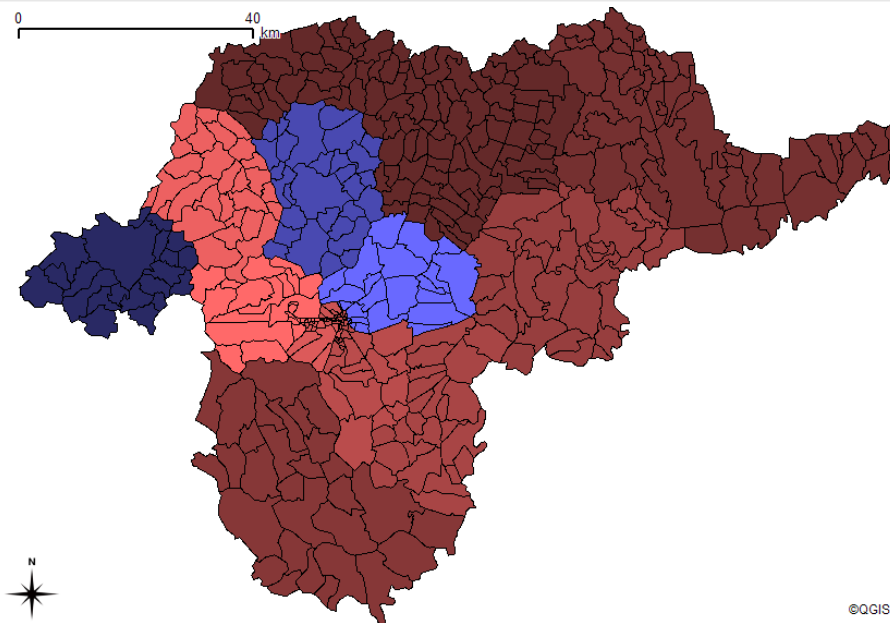
Bezárná az ablakot!

A rendszerről

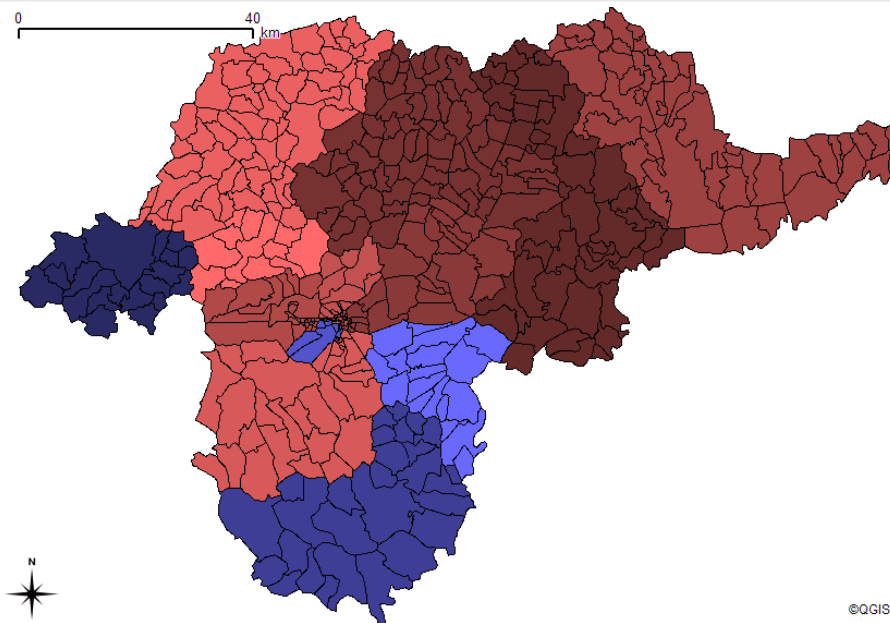
Térkép lépésről-lépésre

Map data ©2008 AND, PPWK, Tele Atlas - Terms of Use

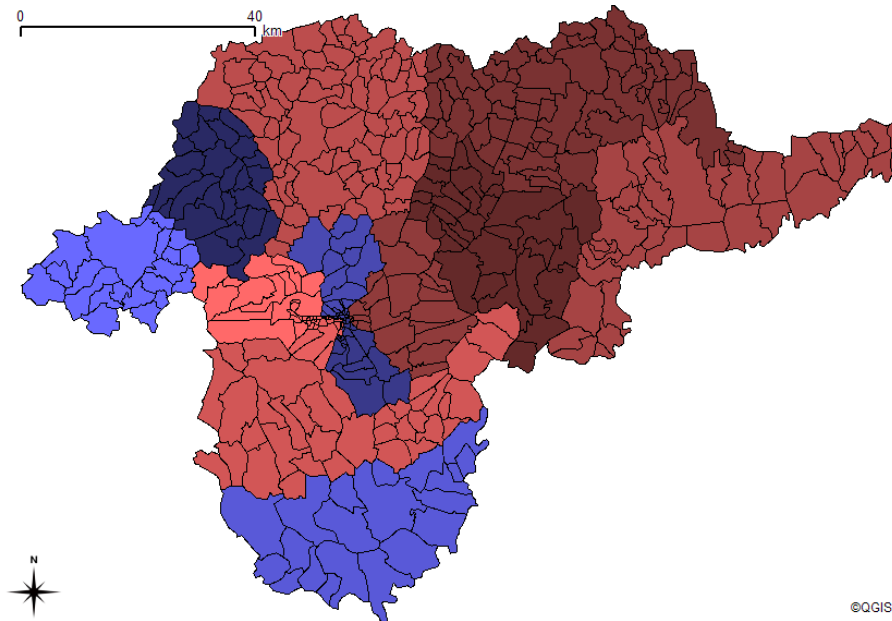
BAZ megye, 10 bal - 3 jobb



BAZ megye, 9 bal - 4 jobb



BAZ megye, 8 bal - 5 jobb



Amint már említettük, a bemutatott rendszer szabadon kipróbálható az alábbi webcímen:

<http://eovk.mokk.bme.hu/>

Az alábbi cikk keretes részén olvasható instrukciókat követve a rendszer legegyszerűbb funkciói gyorsan kipróbálhatók:

<http://index.hu/belfold/eovk4876/>

Justin Levitt - The Citizen's Guide to Redistricting

http://www.brennancenter.org/page/-/Democracy/CitizensGuidetoRedistricting_2010.pdf

Az amerikai helyzetet szórakoztató formában mutatja be az alábbi webes játék:

<http://redistrictinggame.org/>