

Tvorba rozhodnutí v GIS

Teória rozhodovania

- Je interdisciplinárna téma, vyskytujúca sa v ekonómii, psychológii, filozofii, matematike a štatistike.
- Pojem zaviedol E.L. Lehmann 1950(decision theory)
- Zaoberá sa identifikáciou optimálnej hodnoty, neurčitostou a ďalšími otázkami.
- Súvisí s teóriou polí a hier.

Normatívna a deskriptívna teória rozhodovania

Normatívna

- Identifikácia najlepšieho rozhodnutia. Predpokladá ideálneho tvorca rozhodnutí, pracuje s dokonalou presnosťou a postupuje úplne racionálne.

Deskriptívna

- Zohľadňuje bežné ľudské postupy, predpokladá neoptimálne rozhodovanie, neponúka hypotézy v rozpore so skutočným správaním.

Aké druhy rozhodnutia potrebujú teóriu?

- Voľba v rámci neurčitosti
- Intertemporálny výber
- Konkurenčné rozhodnutia
- Komplexné rozhodnutia

Aké druhy rozhodnutia potrebujú teóriu?

Voľba v rámci neurčitosti - aká je očakávaná hodnota?

- Vyhodnotia sa všetky možné výsledky z pohľadu ich možného pozitívneho aj negatívneho výsledku (rizika), a na ich základe sa rozhodne.
- Klasický príklad výberu v rámci neurčitosti je tzv. Pascalova stávka (Pascal's wager, 17. stor.):
 - Neistota, podľa Pascala, je, či Boh existuje alebo nie. Viera alebo neviera v Boha je výber, ktorý sa skôr či neskôr musí urobiť. Odmena za vieru v Boha, keby Boh skutočne existoval, je nekonečná radosť v raji. V porovnaní s druhou možnosťou, Boh neexistuje, odmena žiadna, je oveľa lákavejšia prvá voľba. Ak sa na to pozrieme aj z pohľadu zlej voľby, tak v prípade viery v Boha a následne po preukázaní jeho neexistencie, v skutočnosti o nič neprídeme. Ak sa však rozhodnem v Boha neveriť a ukáže sa, že Boh existuje, tak stratím oveľa viac. Preto aj keď je malá pravdepodobnosť Božej existencie, očakávaná hodnota viery jasne prevyšuje nevieru. Preto je lepšie veriť v Boha.

Aké druhy rozhodnutia potrebujú teóriu?

- Intertemporálny výber:
 - Táto oblasť sa týka druhu voľby, kde rôzne akcie, ktoré vedú k výsledkom, sú realizované v rôznych časových obdobiach.
 - Ak niekto neočakávané vyhrá veľa peňazí, môže ich minúť na drahé dovolenky a radosti, alebo môže investovať do dôchodkového systému, čo prinesie príjem v budúcnosti. Aký je optimálny výber? Odpoveď závisí čiastočne od faktorov, ako sú úrokové sadzby a inflácia, život osoby, a od dôvery v dôchodkový systém.

- Konkurenčné rozhodnutia:
 - Niektoré rozhodnutia sú zložité, pretože je potrebné vziať do úvahy reakciu ostatných zúčastnených (ľudí, firiem, vlád...) na prijaté rozhodnutia.
- Komplexné rozhodnutia:
 - Napríklad model ekonomického rastu a využitia zdrojov pre to, aby mohli politici robiť reálne rozhodnutia v komplexných situáciách.

Paradox výberu

- Veľa možností výberu vedie k strate schopnosti sa rozhodnúť!!!

Súvisiace teórie

- Teória pravdepodobnosti
 - odvetvie matematiky zaoberajúce sa analýzou náhodných javov
 - hlavné objekty teórie pravdepodobnosti sú náhodné veličiny, náhodné procesy a udalosti
 - Bayessova pravdepodobnosť – interpretácia teórie pravdepodobnosti ako miery očakávania vzhľadom na známy stav

Fuzzy logika

- Fuzzy logika a pravdepodobnosť sú rôzne spôsoby vyjadrenia neurčitosti. Teória fuzzy množín používa pojem členstva k fuzzy množine (aká je miera príslušnosti premennej v súbore k množine)
- Teória pravdepodobnosti používa koncept, s akou pravdepodobnosťou si myslíme, že premenná je v množine.

Teória Dempster-Shafer

- Zovšeobecnená teória pravdepodobnosti (Bayes, marginalizácia,..) a fuzzy množín (využíva prienik, zjednotenie atď..).
- Najčastejšími aplikáciami DS teórie v GIS sú fúzie dát (data fusion) z rôznych zdrojov.
- Fúzia dát sa používa v mnohých aplikáciách v GIS a výsledné fúzie tvoria základ pri rozhodovaní o začatí rôznych aktivít.
- Pre implementáciu DS teórie vo fúzií dát je dôležité, aby boli známe vzájomné vzťahy jednotlivých dátových zdrojov (jednotlivých rastrov).
- DS je vhodný nástroj pri tvorbe rozhodnutí z neurčitých geografických informácií, pretože umožňuje „odmerať“ neistotu.

Základné pojmy

- Tvorba rozhodnutí v GIS alebo GIS decision support
- Decision support ??? aj iné pojmy

Tvorba rozhodnutí v GIS

- Rozhodnutie je výber medzi alternatívami. Alternatívy môžu predstavovať rôzne smery činnosti, rôzne hypotézy o charaktere objektu, rôzne klasifikácie, lokalizácie a tak ďalej.
- V našom prípade alternatívy predstavujú hodnoty pixlov rastra.
- V rámci GIS, je užitočné rozlišovať medzi tzv. politickými rozhodnutiami – policy decision a rozhodnutiami o zdrojoch – resource decision.
- Politické majú sprostredkovaný vplyv na využitie zdrojov, v zákonoch, alebo inak sa prijme záväzok o ich využití.
- Rozhodnutie o zdrojoch – priamy vplyv na využitie zdrojov, napr. vodných zdrojov, pôdy a p..

Rozhodnutie – Decision

- Rozhodnutie je výber medzi alternatívami
- Súbor alternatív = rozhodovací rámec, určený
- Kandidátsky súbor = východisko pre rozhodnutie, napr. súbor všetkých pixlov vrstvy *Využitia zeme*
- Rozhodovací súbor = podklad pre rozhodnutie, napr. súbor pixlov s využitím *Zastavané plochy*

Kritérium - Criterion

- podklad pre rozhodnutie, musí byť istým spôsobom vyhodnotiteľné, merateľné
- podľa kritéria sa rozhodne, či bude zaradené do rozhodovacie súboru
- dva druhy kritérií:
 - Faktory
 - Obmedzenia
- Oba duhy môžu mať vplyv buď na celý rozhodovací súbor, alebo iba na jeho časti.

Faktor - Factor

- kritérium, ktoré zväčšuje alebo znižuje vhodnosť alternatívy pre zvažovanú aktivitu
- kontinuálne merateľné – napr. sklon georeliéfu
- faktory označujeme pojmom rozhodovacie premenné

Obmedzenie - Constraint

- limity faktorov
- binárne mapy (nulové hodnoty predstavujú vylúčenie vhodnosti)
- Niekedy sú v podobe nutnej podmienky, napr. spojitej plochy s nejakou veľkosťou. Takto definované obmedzenia sa nazývajú aj ciele.

Rozhodovacie pravidlo - Decision Rule

- Komplexný postup výberu kritérií, ich kombinácia za účelom získania čiastkových hodnotení, ich porovnanie.
- Predstavujú spôsob výpočtu syntézou jednotlivých kritérií do jednotného indexu-čísla, na základe ktorého dôjde k výberu medzi dostupnými alternatívami.

Typy rozhodovacích pravidiel

- Rozhodovanie pomocou funkcie alebo heuristiky
- Rozhodovanie funkciou umožňuje porovnanie alternatív pomocou nejakého algoritmu (napr. maximalizácia hodnôt hodnoteného kritéria). Všetky alternatívy však musia byť zmerateľné.
- Rozhodovanie heuristikou znamená definovanie postupu (ktorý môže obsahovať funkcie), ale nie je založené striktne na konkrétnej funkcii. Využíva sa v komplexných úlohách na získanie optimálnych výsledkov v nealgoritmizovateľnom prostredí. Ak nevieme nájsť objektívne rozhodovacie pravidlá, tak sa úlohy delia až do úrovne, kedy ich je možné riešiť.

Úloha, cieľ - Objective

- Rozhodovacie pravidlo je vytvárané v kontexte dosiahnutia určitého cieľa.
- Povaha cieľa a vzťah tvorcov rozhodnutia k cieľu sa rozhodujúcou mierou podieľajú na tvorbe rozhodovacieho pravidla. Napr. iný pohľad na výstavbu bude mať developer a iný ochranca prírody.

Vyhodnotenie - Evaluation

- Aplikácia rozhodovacieho pravidla vzhľadom na zvolený cieľ.
 - Multikriteriálne vyhodnotenie
 - Vyhodnotenie s viacerými cieľmi

Multikriteriálne vyhodnotenie – MCE

- Dosahuje sa dvoma typmi procedúr:
 - Logický prienik (Boolean Overlay): preferovaná pri vektorových údajoch, kritéria sú redukované do formy binárnych máp, a k ich syntéze dochádza prostredníctvom použitia logických spojok AND a OR, čo predstavuje extrémnu formu rozhodovania (buď musí byť splnené všetko, alebo stačí aspoň niečo, podľa typu spojky)
 - Vážená lineárna kombinácia (Weighted Linear Combination - WLC): kontinuálne kritériá (faktory) sú štandardizované = klasifikované do jednotnej škály, čo je nasledované syntézou pomocou váženého priemeru. Preferovaná pri rastrových údajoch. Procedúra môže byť rozšírená o obmedzenia v podobe binárnych máp. Veľmi nízke hodnoty v jednom kritériu môžu byť kompenzované vysokými hodnotami v inom kritériu.
- Idrisi ponúka aj tretí typ procedúry:
 - Zoradený vážený priemer (Ordered Weighted Average OWA): používa dva druhy váh, WLC a OWA váhy, ktoré vyjadrujú syntézu vážených faktorov vzhľadom na voľbu rôznych rozhodovacích stratégií vo vzťahu zisk-riziko.

Vyhodnotenie s viacerými cieľmi

- Ak existuje viac cieľov, ktoré navzájom zdieľajú kandidátsky súbor, tak tieto ciele môžu byť:
 - Komplementárne: nekonfliktné, výsledné rozhodnutie môže vyhovovať viacerým cieľom (výstavba domov a výstavba hotelov)
 - Konfliktné: rozhodnutie môže splniť iba jeden cieľ na úkor toho druhého (vhodné miesta na ťažbu dreva a miesta na ochrany prírody). Riešením je buď stanovenie priorít, alebo istá miera kompromisu.

Neurčitost – Uncertainty

Kvalita rozhodnutia je priamo úmerná kvalite dostupných informácií(kritérií).
Nekvalitné informácie vedú k neurčitosti, ktorá môže pochádzať z dvoch zdrojov:

- Neurčitost údajov (databázy)
 - Primárnym zdrojom sú nepresné merania.
 - Ostrosť klasifikácie a hraníc – napr. neurčitost hranice medzi strmými areálmi- niekde medzi 10° a 20°
- Neurčitost rozhodovacích pravidiel
 - vyplýva zo spôsobu tvorby, kombinácie a vyhodnotenia kritérií
 - Fuzzy vs. Crisp Sets – neurčitost vychádza z metód klasifikácie hodnôt, príslušnosť k množine vs. ostré hranice
 - Niekedy nie je možné určiť neurčitost vzhľadom na kritérium. V takom prípade sa k slovu dostávajú iné teórie, Bayesova teória pravdepodobnosti vs Dempster Shafer teória dôkazu, ide o metódy výpočtu pravdepodobnosti ako vyhodnotenia kritérií.

Riziko – Risc

- Chápané ako pravdepodobnosť nesprávneho rozhodnutia.
- Riziko zvyšuje sa ako dôsledok neurčitosti
- Hodnotenie rizika vyžaduje kombináciu odhadov neurčitostí podchádzajúcich z rôznych zdrojov (údajov, pravidiel), napr. pomocou Bayesovej teórie pravdepodobnosti.

Proces tvorby rozhodnutia –Decision Making Process

1. Definícia problému, cieľa (objective)
2. Určenie množiny hodnotiacich kritérií, ktoré budú použité
3. Stanovenie váh pre kritériá (pomocou zoradenia, váhovej matice a inými postupmi)
4. Vytvorenie alternatív
5. Aplikácia rozhodovacích pravidiel
6. Odporúčenie najlepšieho riešenia

Typy rozhodovacích úloh

	Single criterion	Multi criteria
Single Objective		X
Multi -objective		X

Otázky?