PROJEKTOVÁNÍ EL. DISTRIBUČNÍCH SÍTÍ

Teorie multikriteriální rozhodovací analýzy (téma 3.)

! STUDIJNÍ CÍLE

- Porozumět postupu sestavení vyhodnocovací matice
- Pochopit základní odlišnosti ve standardizaci ziskových a ztrátových kriterií
- Umět provést dělení úloh vícekriteriálního rozhodování

KLÍČOVÁ SLOVA

Vícekriteriální rozhodovací analýza (multikriteriální analýza), kriterium, hodnocení kriteria, váhy kriterií, standardizace, ziskové a ztrátové kriterium.

ČAS POTŘEBNÝ KE STUDIU

60 minut

TEXT K PROSTUDOVÁNÍ

Teorie multikriteriální analýzy

Vznik metody multikriteriálního hodnocení.

Postupy multikriteriálního hodnocení, které bývají častokrát zmiňované jako multikriteriální analýza nebo MCA, se začaly objevovat během počátku sedmdesátých let na základě kritiky tradiční neoklasické ekonomiky. Bylo navrženo množství návrhů na změnu neoklasického přístupu a nových možností řešení. Významný podíl těchto návrhů byl zaměřen na princip vícerozměrnosti.

Vícerozměrné modely rozhodování a vyhodnocování (jejichž součástí je metoda MCA) nabízí nástroje pro analýzu komplexních vzájemných výměn mezi alternativami při výběru s respektováním různých dopadů na vyšetřované objekty. Formálně matematický rámec, který se používá k popisu vícerozměrného rozhodování, je založen na teorii optimalizace mnoha cílů, která umožňuje popis jak protichůdných tak doplňkových cílů a která řeší daný problém při splnění více cílů. Ve vícerozměrných modelech jsou každému faktoru daného problému přiřazovány odpovídající jednotky míry.

Teorie multikriteriálního (vícekriteriálního) rozhodování je založena na matematickém modelování, i když pro zvládnutí základů vícekriteriálních optimalizačních technik je možné vystačit s matematikou velmi jednoduchou. Toto použití matematiky za cenu vynaložení jisté námahy na studium, zajišťuje na druhé straně rigorózní přístup k výkladu problematiky optimálního rozhodování v situacích, které svou složitostí jinak přímo svádějí k řešení metodou diskuze až do úplné únavy. Některé partie, zejména z oblasti vícekriteriálního hodnocení variant, jsou navíc srozumitelné bez jakýchkoliv

matematických znalostí a mohou být studovány a pochopeny nezávisle na partiích náročnějších.

Základním cílem postupů analýzy MCA je "prošetřovat množství možností výběru v rámci většího počtu kritérií a protichůdných cílů" .Při takovém postupu je možné vytvořit kompromisní alternativy a utřídit je podle jejich výhodnosti. Při počátečním zdůraznění určitého požadovaného výsledku se odborníci pověření rozhodnutím o tomto problému zabývají určením nejlepšího kompromisního řešení na základě vyhodnocení výběru z konečného počtu alternativ při konečném počtu jejich vlastností, přičemž berou v úvahu protichůdné názory a cíle. Termín "alternativa výběru" se vztahuje ke každé dostupné možnosti z výběrové sestavy.

Základním počátečním bodem každé analýzy MCA je sestavení vyhodnocovací matice, jejíž prvky odrážejí vlastnosti daných alternativ z výběrové sestavy na základě určitého souboru kriterií. Za předpokladu, že matice Y sestává z i = 1, ... I alternativ a j = 1, ...J kriterií, popisuje prvek matice y_{ij} počet alternativ i vzhledem k počtu kriterií j. Použitím tohoto zápisu může být vyhodnocovací matice sestavena následovně:

$$Y = \begin{vmatrix} y_{11} & \dots & y_{1I} \\ & \dots\dots & \\ y_{I1} & \dots & y_{IJ} \end{vmatrix}$$

V mnoha analýzách, zejména v těch, které využívají kvantitativní a smíšené zdroje údajů, je nezbytné, aby některé druhy standardizace nebo vyhodnocení kriterií umožňovaly účelné porovnání na základě vyhodnocování kritéria podle různých stupnic. Za účelem provedení normalizace vyhodnocení kriterií lze využít množství standardizačních technik, které budou podrobněji uvedeny později. Vyhodnocení matice provedené čistě na základě standardizovaného vyhodnocení kriterií by nebylo příliš realistické, jelikož různá kritéria mají obvykle různou hladinu důležitosti. Dalším požadavkem většiny postupů MCA je proto zahrnutí váhových kriterií W1, ..., WJ. Samozřejmě je v mnoha reálných aplikacích postupů MCA platnost zvolených

váhových schémat (a mnohdy i jiných vlastností problému řešeného pomocí MCA) obklopena jistou neurčitostí.

Postupů MCA používaných pro vyhodnocení alternativ výběru je mnoho a jsou různé. Celá řada metod byly vyvinuta pro řešení samostatných multikriteriálních problémů. Avšak zpravidla byla většina postupů MCA vyvinuta pro vyhodnocování malého počtu alternativ výběru na základě pouze limitovaného počtu kriterií. Mnoho problémů prostorového řešení bude nevyhnutelně zahrnovat velké množství alternativ a kriterií, vyžadujících modifikaci a automatizaci metod MCA.

Většina modelů MCA je založena na přímém porovnávání alternativ pomocí faktorů zahrnutých do vyhodnocování. Jelikož jsou různé uvažované faktory při popisu každé alternativy výběru obvykle poměřovány různými jednotkami, musí být vyhodnocovací matice Y transformována na normalizovaný tvar (tj. 1 = max, 0 = min). Jak bylo naznačeno výše, je k dispozici několik standardizačních postupů, jenž zahrnují metody s použitím součtového omezení (tj. standardizované prvky matice vznikají dělením původních hodnot součtem všech původních hodnot prvků), vlastností měřítka a stupnice. Poslední metoda je považována za nejvhodnější při použití spolu s postupy MCA, které zahrnují porovnávání hodnocení kriterií po dvojicích (např. CDA) a může být také použita spolu s postupy, které určují velikost individuálních hodnocení kriterií (např. IPA).

Tento druh standardizace může být vyjádřen následovně:

standardizované hodnocení kritéria =

$$= \frac{\text{původní hodnocení - minimální původní hodnocení}}{\text{max. původní hodnocení - minimální původ. hodnocení}}$$

$$r_{ij} = \frac{y_{ij} - \min_i y_{ij}}{\max_i y_{ij} - \min_i y_{ij}}$$

Použití této metody standardizace znamená, že nejhorší hodnocení kriteria bude mít vždy standardizovanou hodnotu 0 a nejlepší hodnocení kriteria vždy hodnotu 1. Tato rovnice je použitelná pouze u ziskových kriterií (tj. tam, kde vyšší hodnocení znamená také lepší hodnocení). Je-li j-tý faktor ztrátovým kriteriem (tj. znamená-li vyšší hodnocení horší hodnocení), potom bude standardizační procedura následující:

$$r_{ij} = \frac{\max_i y_{ij} - y_{ij}}{\max_i y_{ij} - \min_i y_{ij}}$$

Váhy nebo priority kriterií dovolují odborníkovi provádějícímu rozhodování specifikovat zřetelnou důležitost jednotlivých faktorů vzhledem k ostatním zahrnutým do vyhodnocování. Bylo popsáno množství způsobů vážení (např. celkového řazení, částečného řazení, matic pro porovnávání ve dvojicích).

Podstata úloh vícekriteriálního rozhodování

Rozhodnutím rozumíme vybrání jedné varianty ze seznamu v dané situaci potenciálně realizovatelných variant na základě většího množství kritérií.

Vedle seznamu kritérií nepřímo formulujících cíl rozhodovací analýzy je nutné mít k dispozici i seznam (množinu) variant, z nichž rozhodnutí vybíráme. Případy, kdy je k dispozici jednoznačně definovaný seznam potenciálních variant jsou spíše

výjimkou než pravidlem. Tento seznam může být zadán explicitně, jako výčet konečného počtu možností, nebo implicitně specifikací podmínek, které musí rozhodovací varianta splňovat, aby mohla být považována za přípustnou. Ani v této etapě rozhodovacího postupu se zpravidla nelze vyhnout subjektivním vlivům případně i zjišťování mínění expertů či zadavatele úlohy.

Je-li k dispozici seznam kritérií i seznam rozhodovacích variant, je nutné podrobněji uvážit, jakou formu by konečné rozhodnutí mělo mít. Trváme-li na tom, že je skutečně nutné vybrat
jedinou optimální variantu určenou k realizaci, měli bychom si připustit, že v typických případech chceme z nespolehlivých a nedostatečných informací vytěžit něco, co v nich téměř jistě není obsaženo. Speciálním případem takto formulované úlohy je požadavek, abychom seřadili rozhodovací varianty podle pořadí v souladu s tím, jak se přibližují k představě varianty optimální.

Klasifikace úloh vícekriteriálního rozhodování

Rozhodovací úlohy, v nichž se důsledky rozhodnutí posuzují podle více kritérií, se nazývají *úlohami vícekriteriálního rozhodování*, někdy se překládá výraz *vícekriteriální* jako *multikriteriální* z anglického *multicriterion*.

Protože do této kategorie spadají úlohy velmi různorodé, není dost dobře možné předložit univerzální teorii a z ní vyplývající rozhodovací algoritmus, vhodný pro všechny typy úloh.

Rozhodování v úlohách vícekriteriální optimalizace spočívá v transformaci informací, které máme k dispozici o rozhodovacích variantách a o cílech sledovaných uživatelem. Jiným důležitým hlediskem pro klasifikaci úloh jsou tedy informace, které jsou součástí zadání úlohy, nebo které lze získat v průběhu jejího řešení. Podle tohoto informačního hlediska rozdělíme úlohy vícekriteriálního rozhodování do čtyř kategorií:

1. *Úlohy s informací umožňující skalarizaci optimalizačního kritéria (s kardinální informací o kritériích)*.Mohlo by se zdát, že úlohy z této kategorie do vícekriteriálního rozhodování nepatří, neboť jde vlastně o úlohu jednokriteriální. Pro zařazení je však důležité, že úloha je původně formulována jako vícekriteriální a navíc je zde informace umožňující shrnutí více kritérií do jednoho kritéria skalárního. Teorie vícekriteriálního rozhodování je zde nutná k tomu, aby uvedená redukce na skalár byla provedena kvalifikovaně tak, aby nedošlo ke ztrátě nebo ke zkreslení původních informací.

2. *Úlohy bez informace umožňující skalarizaci*. Úlohy této kategorie jsou jádrem teorie i praxe vícekriteriálního rozhodování. Základním pojmem se kterým se zde pracuje je pojem *nedominovaného řešení*.

3. *Úlohy s informací získanou v průběhu řešení*. Někdy je obtížné získat potřebné informace předem, neboť uživatel a ani analytik předem nevědí, co všechno je pro řešení vícekriteriální úlohy relevantní. Proto byly vyvinuty postupy, které umožňují získávat informace od uživatele v průběhu řešení úlohy a to zpravidla prostřednictvím dialogu uživatele s počítačovým programem.

4. *Parametrická řešení*. Mnozí uživatelé jsou si závislosti výsledného řešení na ne vždy spolehlivé počáteční informaci dobře vědomi. Dávají proto přednost širšímu náhledu do problematiky před více či méně jednoznačným doporučením k akci.

? KONTROLNÍ OTÁZKY TEORETICKÉ

- **1.** (2 body) Vysvětlete postup sestavení vyhodnocovací matice
- **2.** (3 body) Popište standardizaci ziskových a ztrátových kriterií
- **3.** (4 body) Proveďte dělení úloh vícekriteriálního rozhodování

SHRNUTÍ

Nové poznatky a pojmy :

- Vícekriteriální rozhodovací analýza (multikriteriální analýza)
- Kriterium
- hodnocení kriteria
- váhy kriterií
- standardizace
- ziskové a ztrátové kriterium
- dělení úloh vícekriteriálního rozhodování

KLÍČ K OTÁZKÁM

Teoretické

1. Základním počátečním bodem každé analýzy MCA je sestavení vyhodnocovací matice, jejíž prvky odrážejí vlastnosti daných alternativ z výběrové sestavy na základě určitého souboru kriterií. Za předpokladu, že matice Y sestává z i = 1, ... I alternativ a j = 1, ...J kriterií, popisuje prvek matice y_{ij} počet alternativ i

vzhledem k počtu kriterií j. Použitím tohoto zápisu může být vyhodnocovací matice sestavena následovně:

$$Y = \begin{vmatrix} y_{11} & \dots & y_{1I} \\ & \dots\dots & \\ y_{I1} & \dots & y_{IJ} \end{vmatrix}$$

2. Tento druh standardizace může být vyjádřen následovně:

standardizované hodnocení kritéria =

$$= \frac{\text{původní hodnocení - minimální původní hodnocení}}{\text{max. původní hodnocení - minimální původ. hodnocení}}$$

$$r_{ij} = \frac{y_{ij} - \min_i y_{ij}}{\max_i y_{ij} - \min_i y_{ij}}$$

Použití této metody standardizace znamená, že nejhorší hodnocení kriteria bude mít vždy standardizovanou hodnotu 0 a nejlepší hodnocení kriteria vždy hodnotu 1. Tato rovnice je použitelná pouze u ziskových kriterií (tj. tam, kde vyšší hodnocení znamená také lepší hodnocení). Je-li j-tý faktor ztrátovým kriteriem (tj. znamená-li vyšší hodnocení horší hodnocení), potom bude standardizační procedura následující:

$$r_{ij} = \frac{\max_i y_{ij} - y_{ij}}{\max_i y_{ij} - \min_i y_{ij}}$$

3.

- *Úlohy s informací umožňující skalarizaci optimalizačního kritéria (s kardinální informací o kritériích)*.Mohlo by se zdát, že úlohy z této kategorie do vícekriteriálního rozhodování nepatří, neboť jde vlastně o úlohu jednokriteriální. Pro zařazení je však důležité, že úloha je původně formulována jako vícekriteriální a navíc je zde informace umožňující shrnutí více kritérií do jednoho kritéria skalárního. Teorie vícekriteriálního rozhodování je zde nutná k tomu, aby uvedená redukce na skalár byla provedena kvalifikovaně tak, aby nedošlo ke ztrátě nebo ke zkreslení původních informací.

- *Úlohy bez informace umožňující skalarizaci*. Úlohy této kategorie jsou jádrem teorie i praxe vícekriteriálního rozhodování. Základním pojmem se kterým se zde pracuje je pojem *nedominovaného řešení*.

- *Úlohy s informací získanou v průběhu řešení*. Někdy je obtížné získat potřebné informace předem, neboť uživatel a ani analytik předem nevědí, co všechno je pro řešení vícekriteriální úlohy relevantní. Proto byly vyvinuty postupy, které umožňují získávat informace od uživatele v průběhu řešení úlohy a to zpravidla prostřednictvím dialogu uživatele s počítačovým programem.

- *Parametrická řešení*. Mnozí uživatelé jsou si závislosti výsledného řešení na ne vždy spolehlivé počáteční informaci dobře vědomi. Dávají proto přednost širšímu náhledu do problematiky před více či méně jednoznačným doporučením k akci.

AUTOKONTROLA

Pokud jste získali z teoretické části nejméně 5 bodů je možno pokračovat v další části. V opačném případě je nutno si kapitolu znovu zopakovat ve zkráceném čase (20 minut) a znovu uvést odpovědi na kontrolní otázky.