

ALGORITMY VHODNÉ PRE OPTIMALIZÁCIU NAJVVYŠŠEJ ÚROVNE POŠTOVEJ PREPRAVNEJ SIETE

Radovan Madleňák*

Úvod

Pri optimalizácii najvyššej úrovne prepravnej siete sa hľadá spôsob, alokácie uzlov tretej úrovne poštovej prepravnej siete v modeli poštovej prepravnej siete, prezentovanej grafom. Vhodným prostriedkom na realizáciu sa javí využitie diskretných alokačných sieťových modelov. Pri ich analýze sa dospelo k záverom, že optimalizačný proces je možné, vzhľadom na charakter riešenej problematiky, uskutočniť aplikovaním dvoch z nich a to p-median alokačného modelu a nekapacitného nákladového alokačného modelu.

P-median alokačný model

Existuje niekoľko postupov ako možno riešiť p-median alokačný model so stanovenými vstupnými premennými, presne formulovanou účelovou funkciou a jasne určenými podmienkami platnosti. Tieto postupy sa všeobecne nazývajú algoritmy. Snažia sa nájsť na základe vlastností Hakimiho vety optimálne umiestnenie „P“ zariadení v „N“ vrchoch posudzovaného grafu.

Z dôvodu vysokej výpočtovej náročnosti takéhoto riešenia, je potrebné nájsť také algoritmy, ktoré zefektívnia proces nájdenia polohy „P“ zariadení v grafe. Takéto algoritmy sa volajú heuristické algoritmy. Ich hlavnou prednosťou je rýchle nájdenie „P“ zariadení v grafe, ktorých poloha je optimálna resp. blízka optimálnej polohe vzhľadom na stanovené podmienky [1].

Algoritmy pre riešenie P-median alokačného modelu

Základným a zároveň najjednoduchším heuristickým algoritmom, z ktorého sú odvodené ďalšie algoritmy určené pre riešenie úlohy p-median je **myopic algoritmus**.

* Ing. Radovan Madleňák, PhD., Katedra spojov, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, Slovenská republika
tel.: ++421/41/5133124, e-mail: Radovan.Madlenak@fpedas.utc.sk

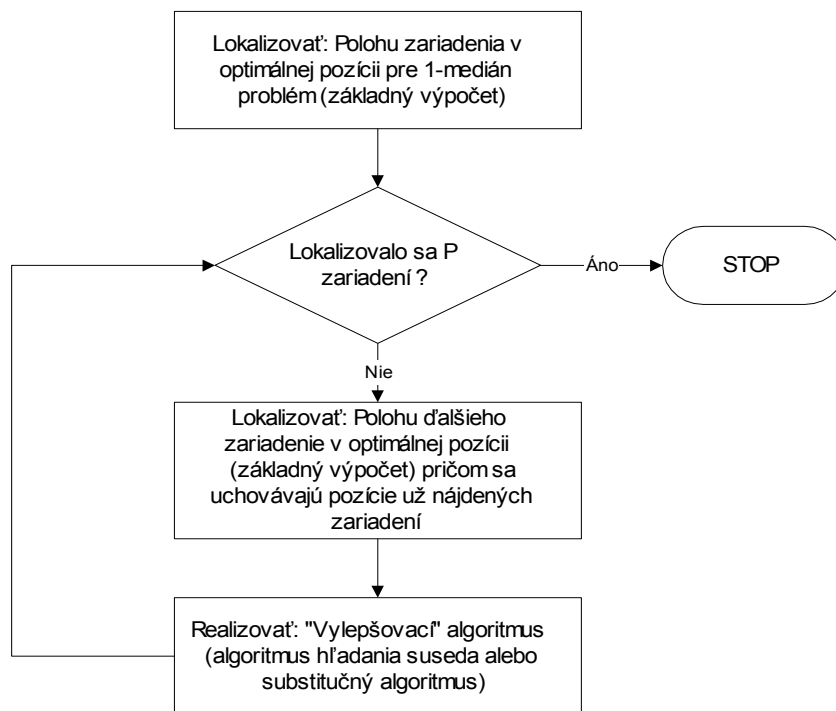
Myopic algoritmus patrí do skupiny konštrukčných algoritmov, pri ktorom ide o nájdenie prvotného riešenia na základe postupného výberu z optimálnych umiestnení pre úlohu 1-median problému. Z toho dôvodu myopic algoritmus neposkytuje vždy optimálne riešenie, preto sa považuje často za prvý stupeň smerujúci k nájdeniu optimálneho umiestnenia zariadení. Výsledky, ktoré sú získané aplikáciou myopic algoritmu, slúžia ako podkladové dáta pre iné druhy algoritmov. Jediné možné uplatnenie myopic algoritmu, pri ktorom sú výsledky dosiahnuté týmto algoritmom považované za optimálne, je pri riešení 1-median alokačného problému.

Druhou skupinou algoritmov určených na riešenie p-median alokačného modelu sú tzv. „vylepšovacie“ algoritmy. Ich cieľom je umiestniť zariadenia do optimálnej pozície, resp. polohy, ktorá je blízko optimálnej. Typickými predstaviteľmi tejto skupiny algoritmov sú **algoritmus hľadania suseda** a **substitučný algoritmus**.

Pri substitučnom algoritme dochádza k minimalizácii priemernej váženej vzdialenosti na základe výmeny jedného zo skupiny posudzovaných „P“ vrcholov, v ktorých môžu byť lokalizované zariadenia, iným z množiny ostatných vrcholov. Pri každej výmene sa zisťuje, či došlo k minimalizácii účelovej funkcie (redukci priemernej váženej vzdialenosti). Ak by došlo k zlepšeniu účelovej funkcie, vrcholy sa vymenia a pokračuje sa dovedy, pokiaľ nebudú posudzované všetky možné vrcholy.

Algoritmus hľadania suseda je trochu komplexnejší. Podobne ako substitučný algoritmus aj on začína s určitou skupinou „P“ vrcholov, o ktorých sa uvažuje, že v nich budú umiestnené zariadenia. Požiadavky vrcholov sú potom priradené najbližšiemu potenciálnemu zariadeniu. Takéto zoskupenie požiadaviek vrcholov a im priradeného zariadenia sa nazýva „susedstvo“. Každé z „P“ susedstiev je následne posudzované ako samostatný 1-median alokačný problém. V prípade, že v niektorom zo susedstiev, dôjde na základe riešenia 1-median problému k zmene polohy zariadenia, potom sa musia opätovne zostaviť susedstvá pre každé z „P“ zariadení. Ak by nedošlo ku zmene zloženia vrcholov tvoriacich susedstvo, potom by vybrané zariadenia a k nim alokované požiadavky vrcholov vytvárali optimálnu polohu pre umiestnenie „P“ zariadení v grafe. Ak by však došlo k zmene zloženia susedstiev celý postup by sa zopakoval.

Oba algoritmy môžu slúžiť ako druhý stupeň pri procese hľadania optimálnej pozície zariadení v grafe, pretože výstupy z riešenia myopic algoritmu predstavujú vhodné vstupné dáta (ľubovoľnú skupinu p zariadení) pre použitie v daných algoritmoch.



Obrázok 1 Dvojstupňový algoritmus pre riešenie p-median alokačného problému

Ak sa v integrujú postupy algoritmu hľadania suseda alebo substitučného algoritmu do základného myopic algoritmu vznikne dvojstupňový vylepšený algoritmus pre riešenie p-median problému (viď obrázok 1).

Na základe aplikácie takéhoto dvojstupňového riešenia p-median alokačného problému pri hľadaní umiestnenia uzlov tretej úrovne v poštovej prepravnej sieti, budú výsledné pozície uzlov tretej úrovne v optimálnej polohe zo zreteľom na dosiahnutie cieľa, t.j. minimalizácie priemernej vzdialenosti medzi uzlami druhej a tretej úrovne.

Z formulácie p-median alokačnej úlohy vyplýva potreba stanovenia si počtu zariadení, ktoré sa majú v grafe alokovať. Cieľom teda bude nájsť minimálny počet zariadení (uzlov tretej úrovne) a zároveň ich polohu v sieti, ktoré budú pokrývať všetky požiadavky vrcholov (uzlov druhej úrovne).

Nákladový alokačný model

Druhý spôsob, ako je možné riešiť problematiku optimálnej lokácie uzlov tretej úrovne poštovej prepravnej siete je prostredníctvom využitia nákladového alokačného modelu.

Nákladový alokačný model, na rozdiel od p-median alokačného modelu, pristupuje k problematike umiestňovania centier na základe minimalizácie celkových nákladov potrebných na realizáciu vybraného variantu riešenia. Výsledným riešením potom bude optimálny počet a poloha centier v grafe pri súčasnej minimalizácii celkových nákladov modelu [2].

Celý optimalizačný proces bude prebiehať v rovnakom prostredí ako pri realizácii optimalizácie prostredníctvom p-median alokačného modelu. Nosnú infraštruktúru bude tvoriť zjednodušený model poštovej prepravnej siete, interpretovaný grafom $G=(V, H, c, w)$.

Pri aplikácii všeobecného nákladového alokačného modelu v podmienkach optimalizácie počtu a umiestnenia uzlov tretej úrovne v poštovej prepravnej sieti, je potrebné vychádzať z predpokladu, že triediace linky, ktoré budú umiestňované vo vybraných uzloch tretej úrovne poštovej prepravnej siete, majú taký technický výkon, že dokážu spracovať v predpísanom čase objem zásielok niekoľko násobne vyšší, ako je skutočný objem zásielok v rámci im prideleného atrakčného obvodu [3]. Na základe tejto skutočnosti sa môže využitie všeobecného nákladového alokačného modelu v druhej etape optimalizácie prehodnotiť a pre ďalšie potreby procesu optimalizácie využiť **nekapacitný nákladový alokačný model**.

Algoritmy pre riešenie nekapacitného nákladového alokačného modelu

Podobne ako pri p-median alokačnom modeli i pri riešení nekapacitného nákladového modelu sa budú využívať heuristické algoritmy. Najjednoduchšími algoritmami vhodnými pre riešenie nekapacitného nákladového alokačného modelu sú algoritmy ADD a DROP [2]. Oba algoritmy patria do skupiny konštrukčných algoritmov, ktoré pri získavaní riešenia vychádzajú zo všeobecného tvaru krivky celkových nákladov pri nákladovom alokačnom modeli. Každý z nich však dosiahne riešenie na základe odlišného prístupu ku filozofii priebehu krivky.

ADD algoritmus pristupuje k dosiahnutiu výsledkov na základe princípu, že celkové náklady majú klesajúcu tendenciu, ak sa postupne vhodné zariadenia pridávajú ku výslednej množine optimalizovaných zariadení (optimalizačný proces postupuje z ľavej strany krivky celkových nákladov). ADD algoritmus sa snaží dovtedy pridávať vybrané zariadenia do skupiny optimalizovaných lokácií zariadení, pokiaľ sa zlyhá pri nájdení ďalšieho zariadenia, ktorého pridaním by sa znížili celkové náklady.

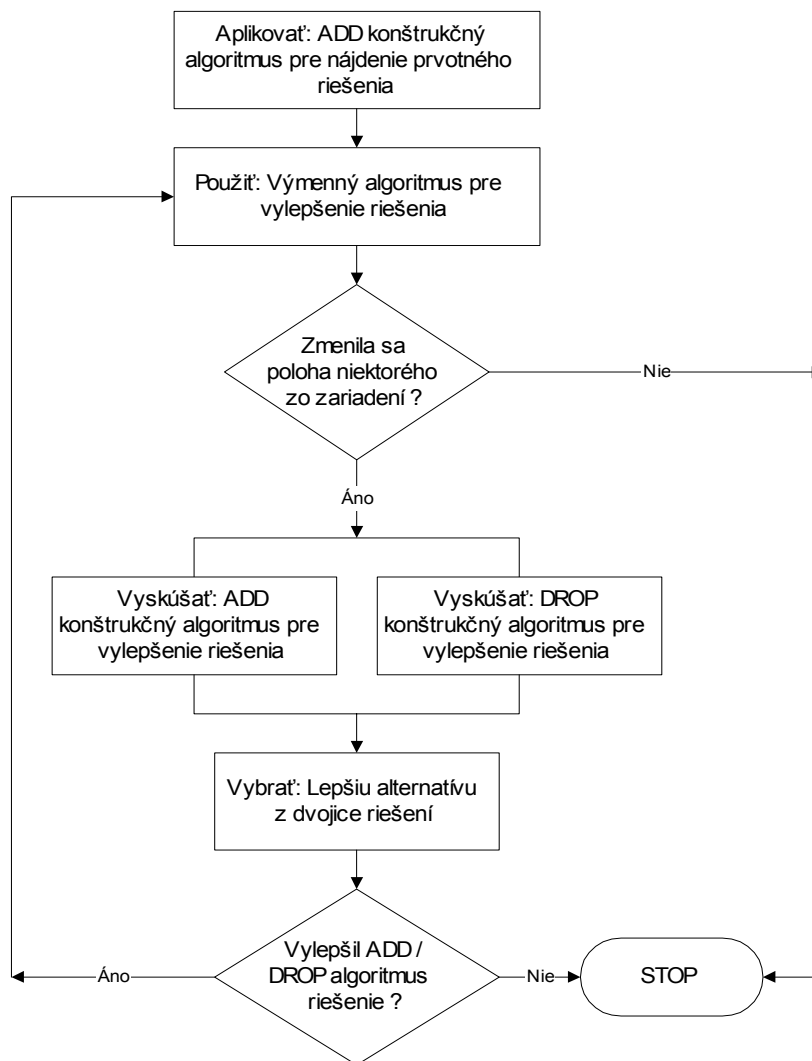
DROP algoritmus pracuje na podobnom princípe len s tým rozdielom, že pristupuje ku krivke celkových nákladov z pravej strany. DROP algoritmus začína optimalizačný proces v stave, keď sú zariadenia umiestnené v každom z vrcholov grafu. Z tvaru krivky celkových nákladov potom vyplýva ďalší postup, pri ktorom sa postupne budú odstraňovať z množiny optimálnych umiestnení zariadení tie zariadenia, ktorých odstránením sa čo najviac znížia celkové náklady. Optimalizácia bude prebiehať dovtedy, pokiaľ bude možné znižovať celkové náklady prostredníctvom odstraňovania zariadení zo skupiny optimálnych umiestnení zariadení.

Iný spôsob ako je možné riešiť nekapacitný nákladový alokačný model je prostredníctvom tzv. „vylepšovacích“ heuristických algoritmov. Jedným z nich je aj **výmenný algoritmus**.

Výmenný algoritmus pre riešenie nekapacitného nákladového alokačného problému začína optimalizačný proces zo skupinou „P“ zariadení, ktoré sú alokované vo vybraných vrchoch (ako vstupná skupina zariadení môže slúžiť výstup z riešenia ľubovoľného z dvojice konštrukčných algoritmov). Pre jednotlivé vrcholy z tejto skupiny vrcholov sa bude v množine ostatných vrcholov grafu hľadať taký vrchol aby spolu vytvárali čo najlepšiu dvojicu vrcholov vhodných pre vzájomnú výmenu. Ak sa výmenou vrcholov dosiahne redukcia celkových nákladov, výmena sa uskutoční a prepočítajú sa alokácie požiadaviek pre jednotlivé zariadenia. Postup výmeny sa opakuje dovtedy, pokiaľ výmena dvojice vrcholov prináša minimalizáciu celkových nákladov riešenia.

Všetky doteraz popísané algoritmy dokážu dospieť k výslednému riešeniu v celku jednoduchým postupom, ale nimi ponúkané riešenie často nebýva hľadaným optimálnym riešením. Preto je vhodné spojiť výhody konštrukčných a vylepšovacích heuristických algoritmov a pomocou ich kombinácie vytvoriť tzv. **hybridný algoritmus**.

Hybridný algoritmus pre riešenie nekapacitného nákladového alokačného problému spúšťa v jednotlivých fázach optimalizačného procesu príslušné typy algoritmov a tým zabezpečuje dosiahnutie optimálneho riešenia.



Obrázok 2 Hybridný algoritmus riešenia nekapacitného nákladového alokačného problému

Priebeh optimalizačného procesu je znázornený na obrázku 2. Na začiatku je potrebné získať inicializačné riešenie a na to sa využíva ADD konštrukčný algoritmus. Toto prvotné riešenie problému slúži ak vstup pre výmenný algoritmus. Ak výmenný algoritmus neuskutočnil výmenu niektorého z vytipovaných zariadení potom optimalizačný proces skončí a takáto skupina zariadení tvorí optimálne riešenie. V opačnom prípade však opätovne nastáva pokus o vylepšenie takéhoto riešenia prostredníctvom dvojice konštrukčných algoritmov. Proces vylepšenia prebieha v dvoch alternatívach (ADD a DROP algoritmus), pričom pre ďalšiu optimalizáciu sa vyberie to riešenie, ktoré účinnejšie redukuje celkové náklady modelu.

Na záver sa však musí zistiť, či výsledky po aplikácii ADD alebo DROP konštrukčného algoritmu priniesli redukciu celkových nákladov modelu. Ak došlo k redukcii, potom algoritmus opätovne pokračuje v riešení použitím výmenného algoritmu. Ak by nedošlo už k ďalšej redukcii celkových nákladov modelu, potom algoritmus končí a momentálna množina vybraných vrcholov predstavuje optimálne riešenie (resp. riešenie najbližšie k optimálnemu) nekapacitného nákladového alokačného problému v posudzovanom prípade [3].

Z dôvodu dosahovania optimálnych výsledkov (resp. výsledkov vedúcich čo najbližšie k optimalite) je vhodné pri riešení druhej etapy optimalizácie poštovej prepravnej siete na základe nekapacitného nákladového alokačného modelu použiť hybridný algoritmus.

Záver

Jednotlivé alternatívy riešenia problému alokácie stredísk vykazujú výsledky, ktoré je možné považovať za optimálne, resp. suboptimálne. Z toho dôvodu je možné konštatovať, že aplikovaním modelov sieťovej alokačnej analýzy (p-median alokačný model a nekapacitný nákladový alokačný model) v etape optimalizácie najvyššej úrovne poštovej prepravnej siete je možné dosiahnuť optimálne riešenie posudzovaného problému a tým aj celého procesu konštrukcie optimálneho modelu poštovej prepravnej siete.

Grantová podpora

1/1265/04 VEGA MŠ SR a SAV - Výskum sieťových procesov v rámci odvetvových zoskupení firiem SR

1/2591/05 VEGA MŠ SR a SAV - Vplyv výberu efektívnej stratégie na udržiavanie konkurencie schopnosti podniku v rámci liberalizácie poštových trhov

Zoznam bibliografických odkazov

- [1] GONDRAN, M., MINOUX, M.: Graphes et algorithms; Editions Eyrolles, Paris, 1985, ISSN: 0399-4198
- [2] DASKIN, M.S.: Network and Discrete Location: Models, Algorithms and Applications; John Wiley & Sons, Inc., New York, 1995, ISBN: 0-471-01897-X
- [3] MADLEŇÁK, R.: Návrh optimálneho modelu technológie spracovania poštových zásielok; Dizertačná práca doktorandského štúdia, Žilinská univerzita v Žiline, Žilina, 2003