

Fiksuotojo telefono ryšio tinklo optimizavimo algoritmas

Saulius LAZARAVIČIUS, Narimantas LISTOPADSKIS (KTU)

el. paštas: s.lazaravicius@it.lt, narlis@ktu.lt

Reziumė. Darbe nagrinėjamas daugiaparametrinis prieigos tinklo optimizavimo algoritmas įgalina atlikti prieigos tinklo optimizavimą minimizuojant kaštus ir tuo pačiu užtikrinant užduotą kokybės lygį, pagal pasirinktus kokybės rodiklius. Pateikti stočių išdėstymo algoritmai gali būti naudojami nepriklausomai nuo daugiaparametrinio prieigos tinklo optimizavimo algoritmo, kai stočių parametrai yra nustatyti ir nebūtinai vienodi visiem modeliuojamo tinklo segmentams. Genetinis ir skruzdžių kolonijos algoritmai modifikuoti, pritaikant juos fiksuoto telefono ryšio tinklo optimizavimui.

Vystantis technologijoms ir didėjant telekomunikacijų reikšmei visuomenėje atsirado didelis poreikis spręsti su tuo susijusias problemas. Tokias kaip teritorijos padengimas siūstuvais mobiliojo ryšio tinkle, optimalaus dažnių juostos naudojimo stotyse arba fiksuoto ryšio abonentų sujungimas į tinklą. Visuose minėtuose uždaviniuose esminė problema yra ta, kad vartotojams reikia teikti kokybiškas ryšio paslaugas, optimaliai paskirstant kompanijos resursus, t.y. reikia tiekti ne mažesnes nei nustatytos kokybės paslaugas, minimizuojant tų paslaugų teikimo kaštus [1,2,3].

Užduoties formuluotė. Kai duota:

- Teritorijos, kurioje reikia teikti fiksuoto telefono ryšio paslaugą, žemėlapis. Ši teritorija yra suskirstyta pagal pasirinkto dydžio tinklelį – kvadratais. Tinklelio elementuose vartotojų skaičius pasiskirstęs tolygiai.
- Galimų stočių buvimo vietų žemėlapis. Teritorijos žemėlapio koordinačių rinkinys, kuris reprezentuoja galimas stočių statymo vietas.
- Stočių bei žemės kaštai atitinkamuose teritorijos žemėlapio taškuose.
- Vartotojo prijungimo kaštai kilometrui.
- Teritorijos tinklelio elementai, kuriuos kiekviena stotis gali aptarnauti būdama konkrečiame teritorijos taške.

Reikia rasti teritorijos žemėlapio koordinačių rinkinį, kuriuose pastatę stotis su pradinuose duomenyse pateiktais parametrais prie stočių galėsime prijungti norimą procentą teritorijos kiek įmanoma mažesniais kaštais.

Tikslo įgyvendinimui panaudosime šiuos algoritmus:

1) Modifikuotą daugiaparametrinį prieigos tinklo optimizavimo algoritmą, pateiktą [4]. Minėtas algoritmas bus pritaikytas integracijai su stočių išdėstymo algoritmais.

2) Modifikuotą genetinį algoritmą mobilaus telefono ryšio tinklo stočių išdėstymui pateiktą literatūroje [2]. Algoritmą modifikuosime lokalsios paieškos procedūra, ko

pasekoje algoritmo surastos stočių dislokacijos vietos bus geresnės nei literatūroje [2] pateikiamo algoritmo tinklo kaštų dydžio prasme.

Sprendžiant stočių išdėstymo problemą, geną apibrėšime kaip vieną teritorijos tinklo vektoriaus elementą:

$$genas_i = \begin{cases} 1, & \text{jei } i\text{-asis teritorijos tinklo elementas prijungiamas,} \\ 0, & \text{jei } i\text{-asis teritorijos tinklo elementas neprijungiamas.} \end{cases} \quad (1)$$

Chromosoma – tai šių genų rinkinys, kuris vienareikšmiškai atstovauja konkrečiai stočiai priskirtus teritorijos tinklo elementus.

$$Chromosoma_j = (genas_1, \dots, genas_n), \quad (2)$$

čia n – teritorijos tinklo elementų skaičius, j – potenciali dislokacijos vieta.

Individas (sprendinys) – tai šių chromosomų rinkinys:

$$Individas = (Chromosoma_1, \dots, Chromosoma_m), \quad (3)$$

čia m – potencialių stočių dislokacijos vietų skaičius.

Turėdami individą, kokybės funkcijos pagalba galime įvertinti populiacijos individą. Naudosime tokią kokybės funkcijos išraišką:

$$f(Individas) = \frac{\left(\frac{\text{Aptarnaujama teritorija}}{\text{Visa teritorija}}\right)^4}{\sum_{i \in N} (C_i + D_i)}, \quad (4)$$

čia C_i – i -osios stoties pastatymo kaštai; D_i – abonentų prijungimo kaštai i -ajai stočiai;

$$N = \left\{ i \mid \sum_{j=1}^n genas_j \geq 1 \right\}. \quad (5)$$

Realizuojant algoritmą, naudojamas atsitiktinis individo generatorius. Taip pat atliekami mutavimo, kryžminimo ir kiti veiksmai. Po bet kurio veiksmo su populiacijos individais jie būtinai turi išlikti tinkamais sprendiniais pagal konkretaus uždavinio formuluotę, priešingu atveju galime gauti sprendinį, kuris netenkina keliamų apribojimų.

Algoritmo evoliucionavimo schema. Reprodukcijos metu pirmiausiai išrenkama keletas pačių geriausių individų, kurie pateks į kitos epochos populiaciją. Tokios reprodukcijos privalumas prieš paprastą tikimybinę reprodukciją yra tas, jog geriausi populiacijos individai yra neprarandami perėjimo į kitą epochą metu. Bet, jei parametrai netinkamai parinkti, gali pasireikšti ir elitinės strategijos trūkumas – konvergavimas į lokalų ekstremumą.

Algoritmo realizacijoje naudojamas dvitaškis kryžminimas. Atsitiktinai parenkami kryžminimo taškai ir dvi dvejetainių matricių (tėvų) dalys sukeičiamos vietomis gaudant dvi naujas dvejetaines matricas (vaikus).

Vietoj standartinės mutavimo procedūros, kai gali mutuoti kiekvieno individo kiekvienas genas pagal tam tikrą mažą tikimybę, naudosime mutavimo procedūrą, kurios metu iš populiacijos išrenkami blogiausi kokybės funkcijos prasme individai ir vietoje jų atsitiktinai sugeneruojami nauji.

Norint pagreitinti sprendinio gerėjimą, tikslinga genetinį algoritmą hibridizuoti įtraukiant lokalią paiešką procedūrą. Lokalią paiešką procedūrą – tai algoritmas, kuris pakeičia populiacijos individus reprezentuojančias chromosomas taip, kad

$$f(\text{Individas}) \leq f(\text{Individas}^*),$$

čia: $\text{Individas}^* = \text{Lokalią Paiešką Procedūrą}(\text{Individas})$.

Pateikiame lokalią paiešką procedūrą pseudo kodą:

Lokalią Paiešką procedūrą {

Nuo $j = 1$ **Iki** populiacijos dydis **Kartoti** {

Nuo $i = 1$ **Iki** stočių skaičius **Kartoti**

„perskirstyti teritorijos tinklo elementus pagal mažiausius kaštus“

Nuo $i = 1$ **Iki** stočių skaičius **Kartoti**

$$\text{Ar } \sum_{k=1}^n \text{genas}_k \geq 1 \{$$

$$\text{Chromosoma}^* = (0, \dots, 0)$$

$$\text{Individas}^* = (\text{Chromosoma}_1, \dots, \text{Chromosoma}_i^*, \dots, \text{Chromosoma}_m)_j$$

Ar („teritorijos padengimo procentas“(Individas))

= „teritorijos padengimo procentas“(Individas^*) **ir**

(„tinklo kaštai“(Individas) > „tinklo kaštai“(Individas^*))

$$\text{Individas}_j = \text{Individas}^*$$

}

}

}

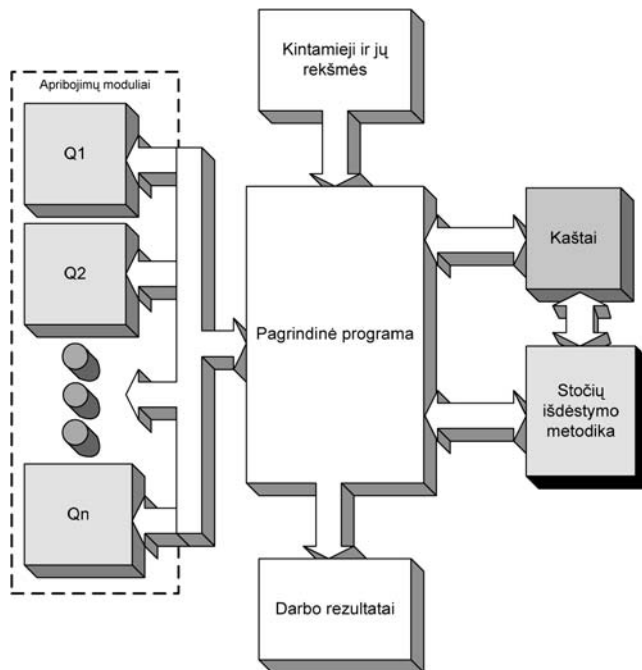
Kaip matyti iš uždavinio aprašymo, bendras sprendimo rezultatas priklauso nuo sekančių veiksnių:

- apribojimų skaičiaus ir jų struktūros;
- tikslo funkcijos struktūros;
- kintamųjų ir jų reikšmių;
- stočių išdėstymo algoritmo.

Atsižvelgę į šiuos veiksnius algoritmus realizavome taip, kad programa būtų nepriklausoma nuo aukščiau išvardintų veiksnių. Tai yra realizuojama, apribojimų, kaštų bei stočių išdėstymo skaičiavimus perkeliant į dinamines bibliotekas, kurių skaičius, veikimo principai ir kita yra neribojami. Būtina sąlyga, kurią keliamo apribojimų ir kaštų moduliams yra ta, kad jie eksportuotų tokias funkcijas:

- surikiuoti – vykdo kintamųjų ir jų reikšmių rikiavimą pagal apribojimą (kaštus);
- apskaičiuoti – apskaičiuoja apribojimo (kaštų) reikšmę pagal kintamųjų reikšmes;

Duomenų srautų schema programoje pateikta 1 pav.



1 pav. Duomenų srautų schema programoje.

Darbe nagrinėjamo uždavinio tikslo funkcija, tai prieigos tinklo kaštų funkcija, išreiškiama tokia priklausomybe:

$$C_{\min} = f(L, T), \text{ čia } T = (M, R, H, V, W, G).$$

Šioje išraiškoje L – stoties aprėpties zonos dydis (spindulys), km;

T – tinklo prieigoje naudojamos technologijos kintamieji:

M – kanalo/perdavimo terpės tipas,

R – duomenų perdavimo sparta, kbps,

H – duomenų paketų aptarnavimo disciplina,

V – prieigos prie kanalo metodas,

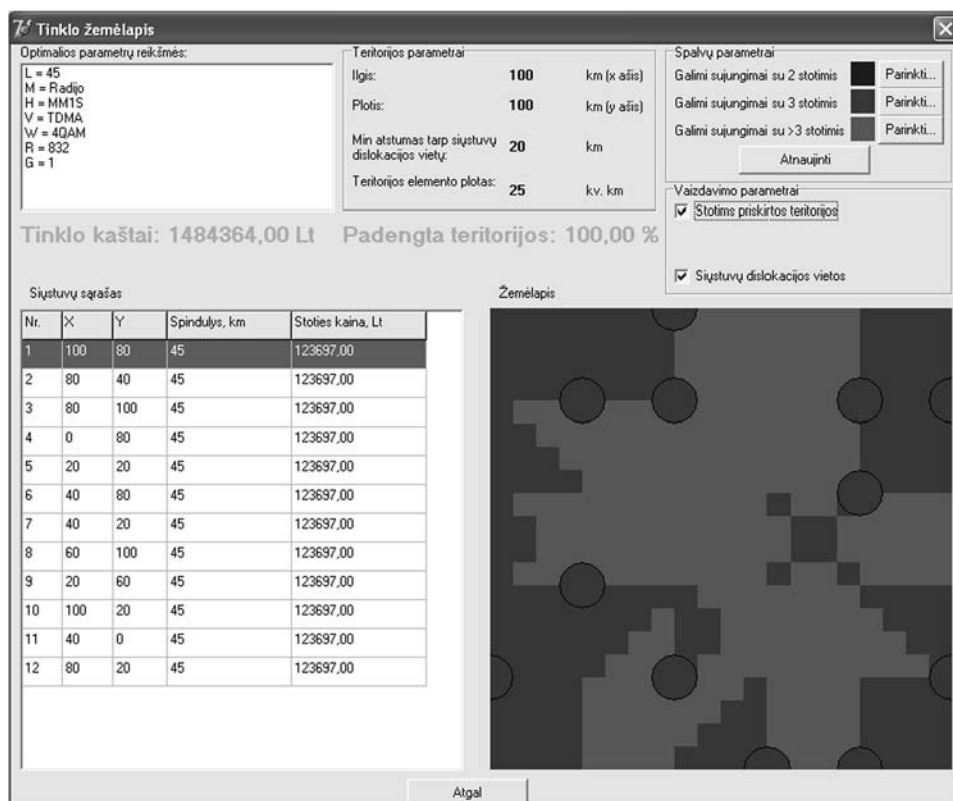
W – moduliacijos tipas,

G – kodeko tipas.

Programos rezultatų lango vaizdas pateiktas 2 pav.

Išvados

Pateiktas daugiaparametrinis prieigos tinklo optimizavimo algoritmas įgalina atlikti prieigos tinklo optimizavimą minimizuojant kaštus ir tuo pačiu užtikrinant užduotą kokybės lygį, pagal pasirinktus n kokybės rodiklių.



2 pav. Optimizavimo rezultatai fiksuoto telefono ryšio tinklui.

Modelyje prieigos tinklo kokybę charakterizuojantys rodikliai bei stočių išdėstymo metodikos gali būti pasirenkami laisvai, o tai leidžia optimizuoti skirtingos paskirties ir struktūros prieigos tinklus.

Literatūra

1. L. Young, P. Yum, Fixed channel assignment optimization for cellular mobile networks, in: *Asia-Pacific Conference on Communications* (1995), pp. 573–577.
2. F. Bernard, *Combinatorial Optimization and Telecommunications*, Handouts of the doctoral course given at CORE in September (2003).
3. C. Oliveira, P. Pardalos, A survey of combinatorial optimization problems in multicast routing, *Computers & OR* 32, 1953–1981 (2005).
4. V. Grimaila, N. Listopadskis, Daugiaparametrinis prieigos tinklo aprėpčių zonų optimizavimas, *Liet. matem. rink.*, 44 (spec. nr.), 714–720 (2004).
5. P. Calégari, F. Guidicé, P. Kuonen, Combinatorial optimization algorithms for radio network planning, *Theoretical Computer Science (TCS), Special Issue on Combinatorics and Computer Science*, 265(1), 235–245 (2001).

SUMMARY

S. Lazaravičius, N. Listopadskis. Algorithm for a fixed charge telephone network approach transmitters placing problem

Algorithm for a fixed charge telephone network approach transmitters placing problem is presented in this paper.

Keywords: cellular mobile network, genetic algorithm, multiparametric optimization.