

VILNIAUS UNIVERSITETAS  
INFORMATIKOS KATEDRA

# **Ilgiausias kelias**

Longest path

Uždavinio sprendimai naudojant euristicas

Laimonas Beniušis  
Magistro 1 k. Informatika 1

# Turiny

1 Grafo formatas.....	3
2 Genetinis algoritmas.....	3
2.1 Genetinis kodavimas.....	3
2.2 Pradinė populiacija.....	3
2.3 Mutacijos.....	3
2.4 Kryžminimas.....	4
2.5 Panašumas.....	4
3 Skruzdžių kolonija (Ant Colony System).....	5
3.1 Komponentai su feromonais.....	5
3.2 Euristicą pradiniam sprendiniui.....	5
3.3 Feromoninis lankų pasirinkimas.....	5
3.4 Sprendimų formavimas.....	5

# 1 Grafo formatas

- Jungus
- Visi lankai yra asociatyvūs. T.y.  $A \rightarrow B$  yra tas pats kaip  $B \rightarrow A$
- Lankai turi svorį teigiamą (daugiau negu 0) reikšmę

## 2 Genetinis algoritmas

Algoritmas simuluoja evoliucijoje gamtoje. Pagrindiniai jo bruožai:

- Atsitiktinės mutacijos
- Kryžminimas
- Paprastai paralelizuojamas

### 2.1 Genetinis kodavimas

Grafo viršūnės yra numeruojamos  $[0..N-1]$ , kur  $N$  yra viršūnių kiekis. Agentas, dalyvaujantis evoliucijoje turi tam tikrą kelią, kuris yra baigtinis ir iš unikalių viršūnių pvz.:  $[3, 0, 5, 2]$ . Šis kelias ir yra naudojamas agentų kodavimui.

### 2.2 Pradinė populiacija

Geriems rezultatams pasiekti yra svarbi pradinė agentų populiacija. Buvo naudotas toks kelio grafo viršūnių surinkimo algoritmas:

1. Pradėti pildyti kelią  $P$
2. Pasirinkti atsitiktinė viršūnę  $V$
3. Gauti išeinančių iš  $V$  viršūnių sąrašą  $S$  be tų, kurios jau yra kelyje  $P$
4. Jeigu  $S$  tuščias, grįžti į  $P$  pradinę viršūnę ir pradėti analogiškai rinkti viršūnes į kitą galą, kol  $S$  nėra tuščias, tada baigti
5. Jeigu  $S$  nėra tuščias
  1. Pasirinkti iš  $V$  išeinančių viršūnių viršūnę  $W$  (pagal santykinės ruletės taisyklę):
    1. Kuo didesnis išeinamasis laipsnis viršūnės  $W$ , tuo daugiau „bilietų“ ji turi.
    2. Surinkti visus „bilietus“ į sąrašą ir atsitiktinai pasirinkti vieną iš jo.
    3. Pridėti pasirinktą viršūnę  $W$  į sąrašą.
    4. Pereiti į žingsnį 3.

Tokiu būdu gauta pradinė populiacija jau turi neblogus ilgiausių kelių variantus.

### 2.3 Mutacijos

Genetinės mutacijos buvo atliekamos analogiškai kaip ir pradinės populiacijos sudarymas. Šiuo atveju buvo pasirenkama atsitiktinė viršūnė esame kelyje, kuri bus naudojama kaip atkirtos taškas. Tada atsitiktinai pasirenkama kurią pusę pašalinti (kairę/dešinę). Tada nuo tos viršūnės, tokiu pat algoritmu (santykinė ruletė pagal išeinamą viršūnės laipsnį) papildomas esamas kelias.

## 2.4 Kryžminimas

Kryžminimas yra vienas iš esminių genetiniu algoritmo savybių. Kryžminimo algoritmas:

1. Pasirinkti 2 tėvus, kurie bus naudojami kryžminimui
2. Surinkti į sąrašą S visus lankus, kurie jungia abu tėvus
3. Išfiltruoti analogiškus lankus ( $A \rightarrow B$  yra tas pats kas  $B \rightarrow A$ )
4. Išfiltruoti lankus, kurių abi viršūnės yra abiejuose tėvuose (neįmanoma sudaryti naujų kelių aplankant viršūnes tik vieną kartą)
5. Jeigu lankų sąrašas nėra tuščias:
  1. Pasirinkti atsitiktinį „tiltą“ kuris sujungia abu tėvus
  2. Audaryti 4 naujus sub-kelius pagal „tilto“ viršūnes, kurios atkerta tėvų kelius
  3. Apjungti naujus sub-kelius į 4 naujus agentus
  4. išfiltruoti nevalidžius agentus

Kryžminimas, kada visi vaikai yra validūs.:

Tėvai: [5, 1, 9, 6, 3] X [2, 4, 7, 0, 8]

„Tiltas“ šiuo atveju yra [1, 7]

Sub-keliai:

[5], [9, 6, 3], [2, 4], [0, 8]

Gaunami visi validūs vaikai:

[5, 1, 7, 0, 8]

[5, 1, 7, 4, 2]

[3, 6, 9, 1, 7, 0, 8]

[3, 6, 9, 1, 7, 4, 2]

Analogiškas pavyzdys, kada ne visi vaikai yra validūs:

Tėvai: [5, 1, 9, 6, 3] X [1, 2, 4, 7, 0, 8]

„Tiltas“ šiuo atveju yra [1, 7]

Sub-keliai:

[5], [9, 6, 3], [1, 2, 4], [0, 8]

Gaunami nevisi validūs vaikai:

[5, 1, 7, 0, 8] (validus)

[5, 1, 7, 4, 2, 1] (nevalidus, kartojasi 1)

[3, 6, 9, 1, 7, 0, 8] (validus)

[3, 6, 9, 1, 7, 4, 2, 1] (nevalidus, kartojasi 1)

## 2.5 Panašumas

Buvo panaudotas panašių agentų grupavimas į rases, norint sumažinti nevalidžių kryžminimų skaičių. Dviejų agentų **nepanašumas** skaičiuojamas taip:

$$\frac{Total}{Inter + 1}$$
 kur *Total* yra bendras viršūnių kiekis, *Inter* yra bendrų viršūnių kiekis.

Panašių agentų šios funkcijos įvertis yra mažesnis negu labiau skirtingų. Algoritmas turi panašumo slenkstį, kuris kintą pagal esamą rasių kiekį. T.y. norint sumažinti/padidinti rasių kiekį panašumo slenkstis yra didinamas/mažinamas. Tokiu būdą rasė priims daugiau agentų, kurie mažiau panašūs į tos rasės atstovą.

### 3 Skruzdžių kolonija (Ant Colony System)

Algoritmas simuluoja skurzdžių veiklą gamtoje. Pagrindiniai bruožai:

- Populiariūs sprendimų komponentai yra pasirenkami dažniau naujų sprendimų formavime , ką nuliamia feromonai
- Lengvai paralelizuojamas

#### 3.1 Komponentai su feromonais

Buvo galima saugoti feromonų kiekį viršūnėse, tačiau, atsižvelgiant į grafo formatą, feromoniniais komponentais buvo laikomi lankai. Kadangi lankai yra asociatyvūs, tai ta pati reikšmė buvo naudojama, neatsižvelgiant į kurią pusę tuo lanku yra einama.

#### 3.2 Euristika pradiniam sprendiniui

Naudota godi euristika yra atsitiktinis lanko pasirinkimas pagal tai, kokio laipsnio yra viršūnė kito lanko pusėje. Analogiškai kaip genetiniame algoritme sudarant pradinę populiaciją.

#### 3.3 Feromoninis lankų pasirinkimas

Algoritmo visa esmė yra ilgiausių kelių sudaryme.

Naudotos 2 euristikos (abit atsitiktinai):

- Pagal lanko kito galo viršūnės laipsnį
- Pagal lanko reikšmę

Algoritmas turi kažkokį (nustatomą) šansą naudoti godžią euristiką. Jeigu naudojama godi euristika, dar turi kažkokį (nustatomą) šansą pasirinkti iš tų dviejų.

Lanko pasirinkimo skačiavimas:

1. Sudaromas lankų sąrašas iš esamos viršūnės, kurie dar nėra pasirinkti.
2. Kiekvienas lankas gauna savo pradinį šansą iš feromonų saugyklos.
3. Jeigu yra naudojama godi strategija, tas šansas yra modifikuojamas:
  1. Pagal laipsnį: pradinis šansas yra dauginama iš viršūnės laipsnio kitame lako gale
  2. Pagal reikšmę: pridedama lanko reikšmė prie pradinio šanso

#### 3.4 Sprendimų formavimas

Sprendimai yra formuojami analogiškai kaip ir gentiniame algoritme. Pradedama nuo atsitiktinos viršūnės, klijuojamos viršūnės pagal tam tikrą lankų pasirinkimo strategiją (šiuo atveju - *Feromoninis lankų pasirinkimas*). Kada nebegalima klijuoti viršūnių, grįžtame į pradinę ir analogiškai klijuojame į sprendimo kitą galą, kol nebegalime.