



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

ÚSTAV INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ

DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEMS

DEMONSTRACE - KARGERŮV ALGORITMUS

DEMONSTRATION - KARGER'S ALGORITHM

PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE

PROJECT DOCUMENTATION

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

KATEŘINA PILÁTOVÁ, MICHAL TABÁŠEK

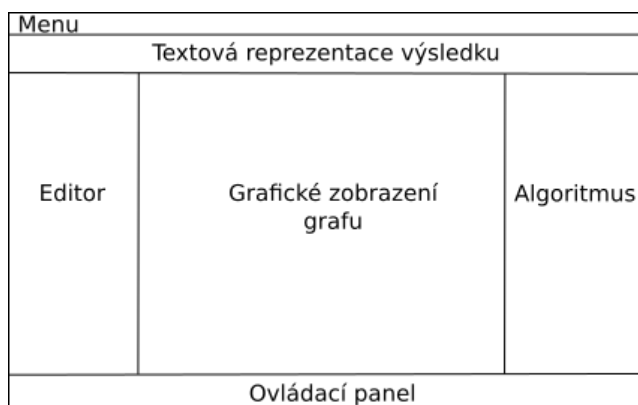
BRNO 2017

Úvod

Cílem tohoto projektu je návrh a implementace demonstrační aplikace Kargerova algoritmu pro nalezení minimálního řezu. Daný algoritmus byl navržen a implementován s využitím vhodných doporučených nástrojů.

Návrh aplikace

Předběžný návrh aplikace je důležitým krokem ve vývoji. Při tomto postupu je možno se vyhnout případným problémům, které by mohly nastat v pozdější fázi vývoje. Prvním krokem byl návrh základního rozložení hlavního okna aplikace.



Obrázek 1: Uspořádání hlavního okna aplikace.

1 Použité nástroje

Dalším krokem návrhu aplikace byl výběr programovacího jazyka, ve kterém bude aplikace napsána. Výsledná aplikace by měla mít grafické rozhraní (GUI) a měla by být spustitelná na jakékoliv platformě, především na studentském serveru Merlin. Na základě těchto kritérií byl zvolen jazyk Java spolu s knihovnou Swing pro tvorbu grafického rozhraní. Ze seznamu povolených formátů grafů byl vybrán formát `mxGraph` a knihovna `JGraphX` s tímto formátem pracující.

Swing

Swing [2] je knihovna plně založená na platformě Java a postavená na AWT (Abstract Windowing Toolkit), sloužící k ovládání počítače pomocí grafického rozhraní. S využitím této knihovny je možno vytvářet okna (`JFrame`), dialogy (`JOptionPane`), tlačítka (`JButton`), seznamy a mnoho dalšího.

JGraphX

JGraphX [1] je knihovna licencovaná pod licencí BSD, založená na Java Swing knihovně, poskytující funkcionalitu pro vizualizaci a interakci s grafy založenými na systému uzelná hrana. JGraphX také obsahuje funkce pro podporu XML šablon, různých importů a exportů a rozvržení grafu.

Implementace

Hlavní částí vývoje byla implementace algoritmu podle zvolené varianty zadání, v případě tohoto projektu o Kargerův algoritmus.

1 Algoritmus

Jedná se o deterministický randomizovaný algoritmus, který náhodně vybírá hranu mezi všemi hranami grafu a slučuje koncové uzly této hrany, dokud nezůstanou pouze dva super uzly [3]. Jednoduchý pseudokód hlavní smyčky programu:

Algorithm 1 Karger Algorithm

```
1: Let  $G = (V, E)$ 
2: while  $|V| > 2$  do
3:   nahodne vyber dva sousedni uzly  $v1, v2$ 
4:   mergeCells( $v1, v2$ )
```

a spojení dvou uzlů:

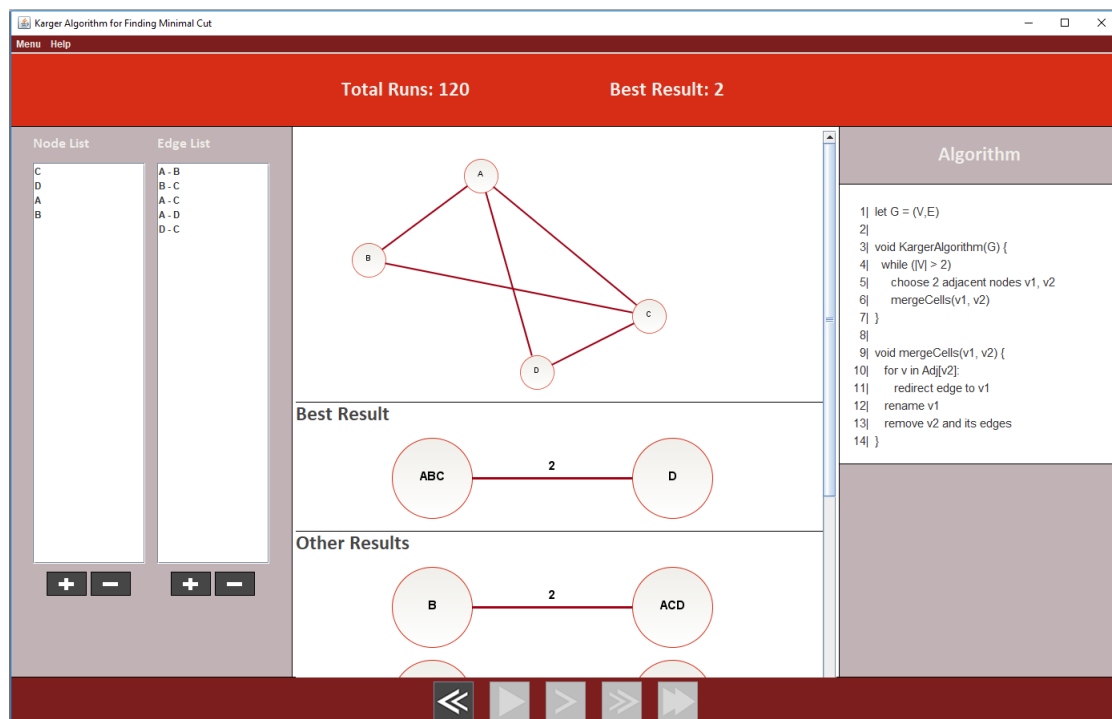
Algorithm 2 *mergeCells*($v1, v2$)

```
1: for each  $v \in Adj[v2]$  do
2:   presmeruj uzel na  $v1$ 
3: prejmenuj  $v1$ 
4: odstran  $v2$  a jeho hrany
```

Časová složitost Kargerova algoritmu je $O(n^4 \log n)$ vzhledem k tomu, že spustíme $O(n^2 \log n)$ pokusů za $O(n^2)$ času [3].

2 Struktura aplikace

Celá aplikace je tvořena jedním hlavním oknem MainWindow. Rozložení hlavního okna je zobrazeno v návrhu aplikace na obrázku 1. Po spuštění aplikace proběhne načtení a zobrazení výchozího grafu. Uživatel má možnost vybrat pro zpracování jiný graf. Graf je možno editovat přidáním nebo odebráním uzlů a hran. Případná komunikace s uživatelem je realizována prostřednictvím dialogových oken.



Obrázek 2: Zobrazení výsledku aplikace algoritmu na daný graf.

Aplikace

1 Minimální požadavky

- OpenJDK
- Ant
- JGraphX

2 Spuštění a instalace

Odevzdaný archiv obsahuje:

- src - adresář se zdrojovými soubory
- lib - adresář s využitými knihovnami
- latex - zdrojové kódy této dokumentace
- README.md
- dokumentace.pdf - tato dokumentace
- build.xml - skript pro kompilaci a spuštění aplikace pomocí Ant

Pro spuštění aplikace je nutno mít nainstalovaný OpenJDK a Java knihovnu Apache Ant. Aplikace se spouští přes soubor karger.jar.

3 Možnosti aplikace

- Vytvoření/načtení/uložení grafu ve formátu XML,
- editace grafu - přidání a odebrání uzlu/hrany,
- ovládání grafu pomocí ovládacího panelu - reset, další krok, dokončení jednoho běhu, dokončení, algoritmu
- podrobnější krokování provádění algoritmu spolu s vyznačením právě provedených částí pseudokódu,
- přesun uzlů pomocí kliknutí a tažení myši,
- zobrazení uživatelského manuálu pod záložkou help v horním menu.

Závěr

Cílem práce bylo vytvořit aplikaci, která demonstruje Kargerův algoritmus pro nalezení minimálního řezu. Samotné řešení projektu s využitím knihovny JGraphX bylo poučné a vedlo k pochopení fungování Kargerova algoritmu. Výsledná aplikace je vydařená a toto řešení by mělo uživateli pomoci minimálně s pochopením základního principu algoritmu.

Literatura

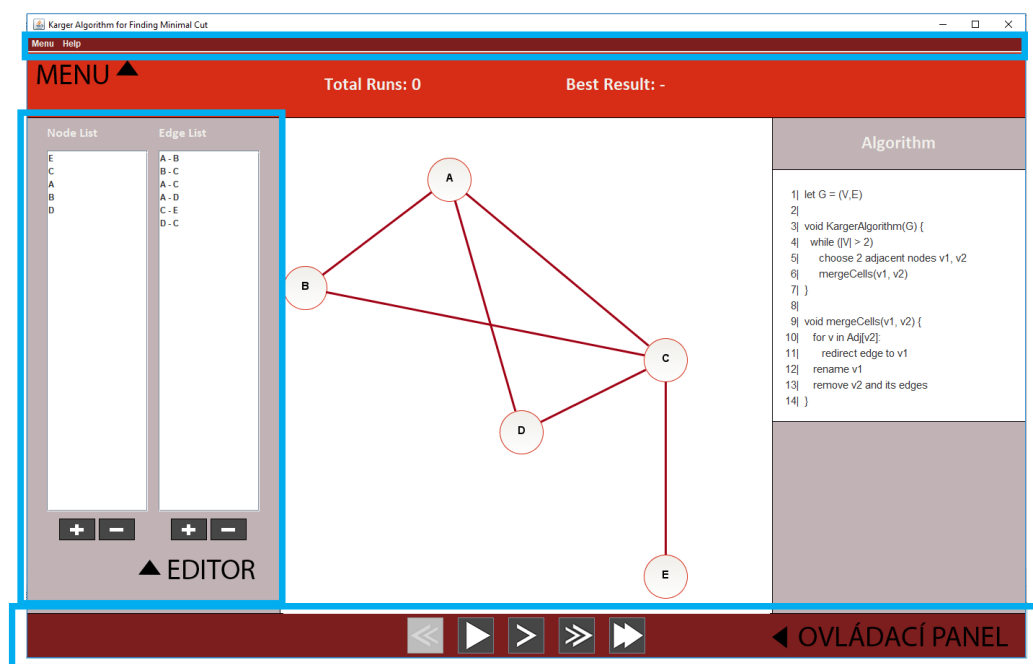
- [1] *JGraphX (JGraph 6) User Manual*. [Online; navštíveno 12.10.2017].
URL <https://github.com/jgraph/jgraphx>
- [2] *Lesson: Getting Started with Swing*. [Online; navštíveno 12.10.2017].
URL <https://docs.oracle.com/javase/tutorial/uiswing/start/index.html>
- [3] Williams, V. V.: *Min Cut and Karger's Algorithm*. Květen 2016, [Online; navštíveno 12.10.2017].
URL <http://web.stanford.edu/class/archive/cs/cs161/cs161.1166/lectures/lecture15.pdf>

Příloha A

Uživatelská příručka

Tato aplikace slouží k demonstraci Kargerova algoritmu.

Ovládání aplikace

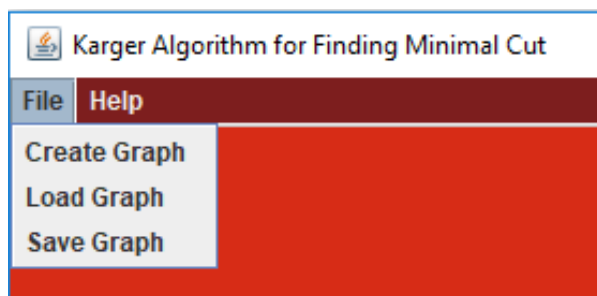


Obrázek A.1: Rozhraní ovládání aplikace.

Aplikaci lze ovládat pomocí:

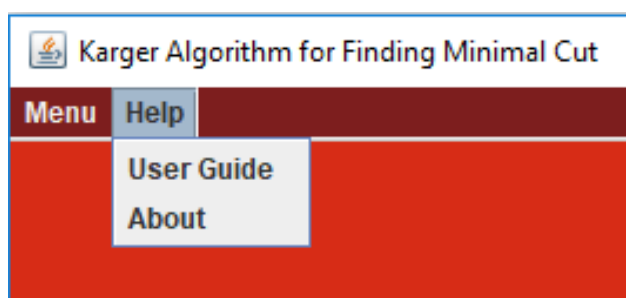
- MENU - Práce se souborem, nápověda.
- EDITORU - Úprava grafu.
- OVLÁDACÍHO PANELU - Aplikace algoritmu na graf.

1 Menu



Možnosti práce se souborem:

- vytvoření nového grafu
- načtení uloženého grafu ve formátu XML
- uložení grafu ve formátu XML





Možnosti nápovědy:

- uživatelská příručka
- o aplikaci

2 Editor

Editor obsahuje seznam uzlů (Node list) a seznam hran (Edge list). Ke každému z těchto seznamů jsou přidružena dvě tlačítka:

-  - Vložení uzlu/hrany do grafu
-  - Odebrání uzlu/hrany z grafu




3 Ovládací panel

Ovládací panel obsahuje pět různých tlačítek, přičemž aplikace může běžet ve dvou různých módech. První tlačítko zleva je:


-  - Reset grafu. Vráť graf do počátečního stavu a umožňuje začít znovu.

Zbývající čtyři tlačítka pracují v různých módech aplikace:

Tzv. Single run mód:

-  - Kliknutím na toto tlačítko dojde k provedení jednoho kroku algoritmu, tedy ke sloučení jedné dvojice uzlů a zobrazení aktualizovaného grafu.
-  - Kliknutím na toto tlačítko dojde ke spuštění jednoho běhu algoritmu a zobrazení výsledku tohoto běhu.
-  - Kliknutím na toto tlačítko je aktivováno krokování algoritmu v pravém panelu a zobrazování změn na grafu.

Tzv. Multiple runs mód:

-  - Kliknutím na dané tlačítko je spuštěn kompletní běh algoritmu. Algoritmus tedy proběhne pro všechny možné varianty. Po dokončení zobrazí graf v počátečním stavu, nejlepší možný výsledek a všechny další výsledky.