Ilkka Lehikoinen
013787637

Aineopintojenharjoitustyö:
Tietorakenteet ja algoritmit

Verkon vahvasti yhtenäiset komponentit

Toteutusdokumentti

Ohjelman yleisrakenne

Ohjelman keskiössä on luokka VYK (vahvasti yhtenäiset komponentit), joka suorittaa varsinaisten algoritmien ajon erilaisilla verkoilla ja laskee näiden suoritukseen kuluvan ajan. Lisäksi ohjelmassa on kolme erillistä algoritmiä (Kosaraju, Tarjan ja PathBased) verkon vahvasti yhtenäisten komponenttien löytämiseksi. Lisäksi ohjelmistoon kuuluvat apuluokat Solmu ja Pino, joilla on toteutettu algoritmien tarvitsema pino, sekä apuluokat PuuSolmu ja HakuPuu, joilla on toteutettu yksinkertainen rakenne tiedon tallennusta varten.

Ohjelma koostuu neljästä luokasta; VYK, Kosaraju, Tarjan ja PathBased. VYK-luokassa generoidaan suorituskykytestauksessa tarvittavat verkot ja suoritetaan algoritmit samoille verkoille, jotta voidaan tehdä havaintoja niiden suorituskyvystä suhteessa toisiinsa. Muut luokat kukin käsittää yhden algoritmin, jolla etsitään verkosta vahvasti yhtenäiset komponentit.

VYK

Luokassa generoidaan suuria suunnattuja verkkoja muiden luokkien algoritmien suorituskykytestejä varten.

Lisäksi suorituskykytestaus suoritetaan tämän luokan kautta.

Kosaraju

Kosarajun algoritmi on tuttu jo luento monisteista [1] ja Cormanin kirjasta [2]. Siinä suoritetaan ensin verkon syvyyssuuntainen läpikäynti sattumanvaraisesta solmusta, solmut talletetaan pinoon jälkijärjestyksessä eli kun solmu käsittely on tullut loppuun, lisätään solmu pinoon.
Tämän jälkeen verkolle suoritetaan transpoosi, jossa verkon kaarien suunnat vaihdetaan päinvastaisiksi.
Lopuksi tälle transponoidulle verkolle suoritetaan syvyyssuuntainen läpikäynti alkaen pinon pinnalta olevasta solmusta. Kun läpikäynti ei enää pääse uusiin solmuihin on löytynyt yksi vahvasti yhtenäinen komponentti. Löydettyihin komponentteihin kuuluvat solmut poistetaan pinosta ja syvyyssuuntainen läpikäynti käynnistetään uudelleen jonon pinnalla olevasta solmusta. Ja tätä jatketaan niin kauan kuin pinossa on jäljellä käsittelemättömiä solmuja.

Kosarajun algoritmin aikavaativuus olisi vieruslistalla toteutettuna $O(V+E)$, mutta vierusmatriisin läpikäynin vuoksi algoritmin aikavaativuus on $O(V^2)$.

Tarjan

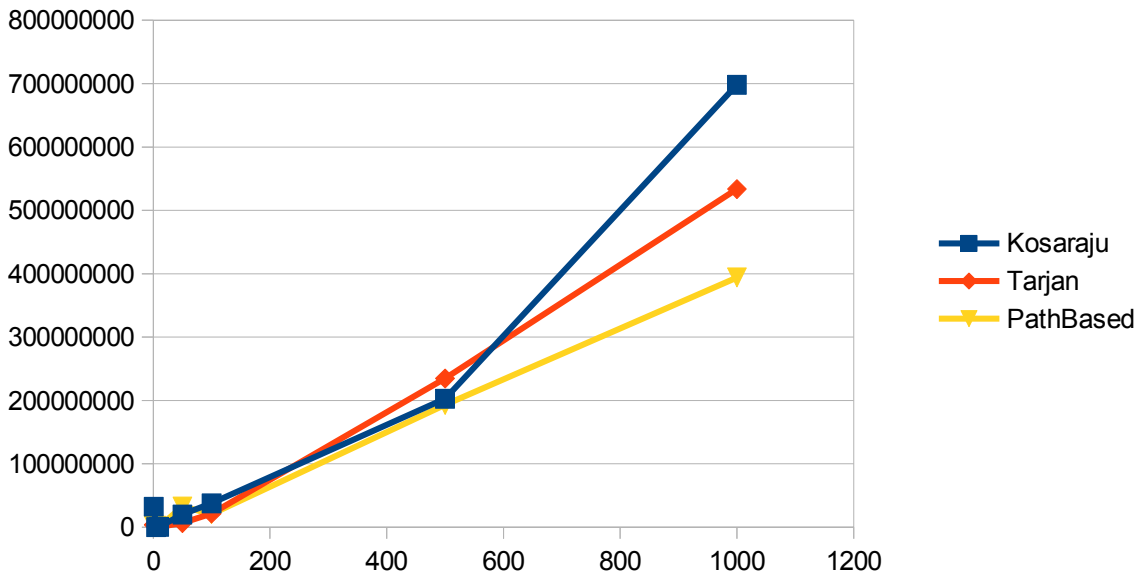
Tarjan-algoritmissa suoritetaan syvyyssuuntaisia läpikäyntejä, niin kauan kuin verkossa on vielä käsittelemättömiä solmuja. Solmut laitetaan pinoon sitä mukaan kun ne tulevat käsittelyyn. Kun läpikäynti palaa niihin alipuusta, solmu otetaan pinosta ja tutkitaan, onko se jonkin vahvasti yhtenäisen komponentin juuri, jolloin sitä ennen pinosta poistetut solmut muodostavat vahvasti yhtenäisen komponentin.

PathBased

Kuten edellisetkin niin myös PathBased-algoritmi perustuu syvyyssuuntaiseen läpikäyntiin. Algoritmi käyttää pinoja ylläpitääkseen tietoa solmuista, joita ei ole vielä liitetty mihinkään vahvasti yhtenäiseen komponenttiin. Nämä solmut algoritmi liittää uuteen komponenttiin, kun viimeinen komponenttiin kuuluva solmu on käsitelty. Toisin kuin Tarjan-algoritmissa PathBased-algoritmi käyttää kahta pinoa. Ensimmäinen pino ylläpitää tietoa nykyisessä komponentissa olevista solmuista ja toinen pino pitää yllä listaa nykyisellä läpikäyntipolulla olevista solmuista.

Syvyyssuuntainen läpikäynti, ylläpitäen kahta pinoa (S ja P). Pinossa S on kaikki ne solmut, joita ei ole vielä yhdistetty mihinkään vahvasti yhtenäiseen komponenttiin. Solmut ovat siinä järjestyksessä, jossa syvyyssuuntainen läpikäynti ne saavuttaa (Esijärjestys). Pinossa P on ne solmut, joista ei ole vielä päätetty kuuluvatko ne samaan komponenttiin. Laskuriin C kertyy tieto siitä kuinka moneen solmuun läpikäynti on edennyt, jota käytetään esijärjestyksennumero.

Saavutetut aika- ja tilavaativuudet (m.m. O-analyysi pseudokoodista)



Kuva 1. Esimerkki algoritmien nopeuserosta tiheydellä 0,1

Suorituskyky- ja O-analyysivertailu (mikäli työ vertailupainotteinen)

Puutteet ja parannusehdotukset

Algoritmiluokat voisi ohjelmoida myös vieruslistoille, jolloin päästäisiin matriisin läpikäynnistä solmujen ja kaarien läpikäyntiin, joka vähentäisi varsinkin harvassa verkossa matriisin tyhjien kaarien tarkistamista. Lisäksi voisi ohjelmoida muunnokset vierusmatriisista vieruslistaan ja päinvastoin.

Myöskin syvyyssuuntaisen läpikäynnin rekursion toteuttaminen iteraatiolla olisi mielenkiintoinen vertailu.

Lähteet