

Vaatimusdokumentti

Viski-ryhmä

Helsinki 31.8.2006

Ohjelmistotuotantoprojekti

HELSINGIN YLIOPISTO

Tietojenkäsittelytieteen laitos

Kurssi

581260 Ohjelmistotuotantoprojekti (6 ov)

Projektiryhmä

Esa Elovaara
Suvi Hiltunen
Tomi Jylhä-Ollila
Riku Louhimo
Samuli Sairanen
Juho Vuori

Asiakas

CSC / Aleksi Kallio

Johtoryhmä

Juha Taina
Jaakko Saaristo

Kotisivu

<http://www.cs.helsinki.fi/group/viski>

Versiohistoria

Versio	Päiväys	Tehdyt muutokset
0.0	28.5	Tämä on raakileversio
0.1	29.5	Raakileversion L ^A T _E X-muoto
0.2	1.6	Hierarkisen puun ja 3D hajontakuvion vaatimukset työn alla
0.3	5.6	Vaatimukset rakenteellisesti ihan ok.
1.0	8.6	Vaatimukset jäädytetty tarkastusta varten.
1.1	6.7	Tarkastuksen jälkeen tehty pieniä korjauksia.
1.2	7.7	Lopullinen vaatimusdokumentin jäädytetty versio.

Sisältö

1	Johdanto	1
2	Sanasto	2
3	Käyttäjävaatimukset	4
3.1	Yleiset käyttäjävaatimukset	4
3.1.1	Projektin yleiset ominaisuudet	4
3.1.2	Visualisointien esittäminen	4
3.1.3	Interaktiivisen käytön yleiset vaatimukset	4
3.2	Hierarkkinen puu ja lämpökartta	5
3.3	SOM-kartta	6
3.4	Kolmiulotteinen hajontakuvio	6
4	Käyttötapaukset	7
4.1	Interaktiokäyttötapaukset	7
4.2	Arkkitehtuurikäyttötapaukset	9
5	Järjestelmäarkkitehtuuri	10
6	Järjestelmävaatimukset	10
6.1	Yleiset järjestelmävaatimukset	10
6.1.1	Kirjastolle syötettävä data	11
6.1.2	Muut yleiset järjestelmävaatimukset	11
6.2	Hierarkkinen puu ja lämpökartta	12
6.3	SOM-kartta	13
6.4	Kolmiulotteinen hajontakuvio	13
7	Ympäristövaatimukset	14
8	Tuotteen toimitus ja elinkaari	15

1 Johdanto

Viski on ohjelmistotuotantoprojektiryhmä Helsingin yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitoksella kesällä 2006. Ryhmän tehtävänä on laajentaa Java-pohjaista visualisointikirjastoa bioinformatiikan tarpeita vastaamaan.

Projektin tuotosta käytetään CSC:n Nami-projektissa, mutta sen on tarkoitus olla myös yleiskäyttöinen tieteellinen visualisointikirjasto. Työ toteutetaan jo olemassa olevan kirjaston, JFreeChart:n, laajennuksena. Kirjasto tarjoaa rajapinnat erilaisten tietolähteiden lukemiseen ja toteuttaa joitakin visualisointeja.

Tässä dokumentissa kuvataan vaatimukset, jotka työlle on yhdessä asiakkaan kanssa määritelty. Kirjaston vaatimukset on numeroitu ja vaatimusten perään on sulkeissa merkitty kyseisen vaatimuksen prioriteetti. Prioriteetit ovat:

- 1 Välttämätön ominaisuus. Nämä toteutetaan varmasti.
- 2 Tarpeellinen ominaisuus. Nämä pyritään toteuttamaan, mutta toteutuksesta voidaan pakkavista syistä joustaa.
- 3 Toivottava lisäominaisuus. Nämä ominaisuudet toteutetaan, mikäli aikataulu sallii eikä asia mutkista toteutusta kohtuuttomasti.

2 Sanasto

Arkkitehtuurikäyttäjä Ohjelmoija, joka käyttää visualisointikirjastoa sovelluksessaan.

Bittikartta Kuvien tallennusmuoto tietokoneessa. Jokainen kuvan pikseli omaa väritiedon.

Datajoukko Joukko datapisteitä.

Datapiste Visualisoitavan datan pienin yksikkö, joka voi koostua useasta erillisestä arvosta. Pisteiden arvot voidaan tulkita esimerkiksi kolmiulotteisen avaruuden koordinaateiksi.

Entiteetti Visualisoinnin interaktiivinen osa.

Event Ohjelmointitekniikka, jonka avulla kirjasto kommunikoi sen sisäisistä tapahtumista kirjaston ulkopuolisille ohjelmiston komponenteille.

Hierarkkinen klusterointi Datajoukon jakaminen osajoukkoihin ja näiden edelleen jakaminen osiin tietyn yhtäläisen ominaisuuden perusteella.

Hierarkkinen puu ja lämpökartta Visualisointi, jolla kuvataan hierarkkisesti klusteroitua dataa kahdessa ulottuvuudessa värityksen avulla. Tätä käytetään esimerkiksi geenianalyysissä.

Interaktiivisuus Interaktiokäyttäjän mahdollisuus vaikuttaa visualisoinnin ulkonäköön.

Interaktiokäyttäjä Arkkitehtuurikäyttäjän tekemän sovelluksen käyttäjä.

JFreeChart Avoimen lähdekoodin visualisointikirjasto, jolla voidaan piirtää tavallisimpia graafisia esityksiä.

JPanel Swing-kirjaston käyttöliittymäkomponentti, johon sijoitetaan muita käyttöliittymäkomponentteja.

Kirjasto Tässä dokumentissa sanaa kirjasto käytetään toisinaan viittaamaan tässä toteutettaviin ohjelmakomponentteihin. Tosiasiassa komponentit ovat ainoastaan JFreeChart-kirjaston laajennus.

Klusteri Datapisteiden joukko, jonka alkiot muistuttavat toisiaan.

Kolmiulotteinen hajontakuva Kolmiulotteisen pistejoukon projektio kaksiulotteiselle tasolle.

Kontekstivalikko Valitun käyttöliittymäkomponentin ja sen osan mukaan muokkautuva valikko.

MVC-arkkitehtuurimalli on yleisesti käytetty tapa jakaa sovellus kolmeen erilliseen komponenttiin. Mallikomponentti toimii sovelluksen datavarastona, näkymäkomponentti esittää tiedon graafisesti tai muuten käyttäjälle, ja ohjainkomponentti kontrolloi näitä.

Kuuntelija Ohjelmistokomponentti, joka on rekisteröitynyt vastaanottamaan eventejä toiselta komponentilta.

Pikseli Näyttö- tai tulostuslaitteen erottelukyvyn yksikkö.

Solu SOM-kartan solu, yksittäinen datapiste.

SOM-kartta Self-organizing map. Neuroverkkoihin perustuva oppimisalgoritmi. Algoritmia käytetään kaksiulotteisten visualisointien tuottamiseen moniulotteisesta datasta.

Suljettu klusteri Hierarkkisen puun visualisoinnissa piilotettu alipuu.

Swing Javan graafisten käyttöliittymien luontiin tarkoitettu luokkakirjasto.

Työkaluvihje Tekstidialogi, joka kertoo jotain hyödyllistä tietoa hiirisoittimen osoittamasta käyttöliittymäkomponentista.

Visualisointi Annetusta datasta tietyllä visualisointimenetelmällä tuotettu kuva.

Visualisointikokoelma Yhteen JPanel-käyttöliittymäkomponenttiin liitettyjen visualisointien joukko.

Visualisointimenetelmä Algoritmi, jolla numeerinen n -ulotteinen data muutetaan kaksiulotteiseksi kuvaksi.

3 Käyttäjävaatimukset

Tässä projektissa toteutettava kirjasto tarjoaa välineet hierarkkisen puun, kolmiulotteisen hajontakuvion sekä SOM-kartan visualisointien toteuttamiseen annetusta datasta.

3.1 Yleiset käyttäjävaatimukset

Tässä luvussa esitellään kirjastoon liittyvät käyttäjävaatimukset, jotka eivät suoranaisesti koske mitään toteutettavista kolmesta visualisointimenetelmästä.

3.1.1 Projektin yleiset ominaisuudet

1. Kirjasto pystyy tuottamaan hierarkkisen puun ja lämpökartan visualisoinnin annetusta datajoukosta. (kts. 3.2 ja 6.2.) (1)
2. Kirjasto pystyy tuottamaan SOM-kartan visualisoinnin annetusta datajoukosta. (kts. 3.3 ja 6.3.) (1)
3. Kirjasto pystyy tuottamaan kolmiulotteisen hajontakuvion visualisoinnin annetusta datajoukosta. (kts. 3.4 ja 6.4.) (2)
4. Kirjasto ei toteuta mitään visualisointeihin liittyviä esikäsittelyalgoritmeja, kuten klusterointia, SOM-kartan oppimista tai muuta sellaista. (1)
5. Kirjasto ei aseta ylärajaa visualisoitavan datajoukon koolle. (1)

3.1.2 Visualisointien esittäminen

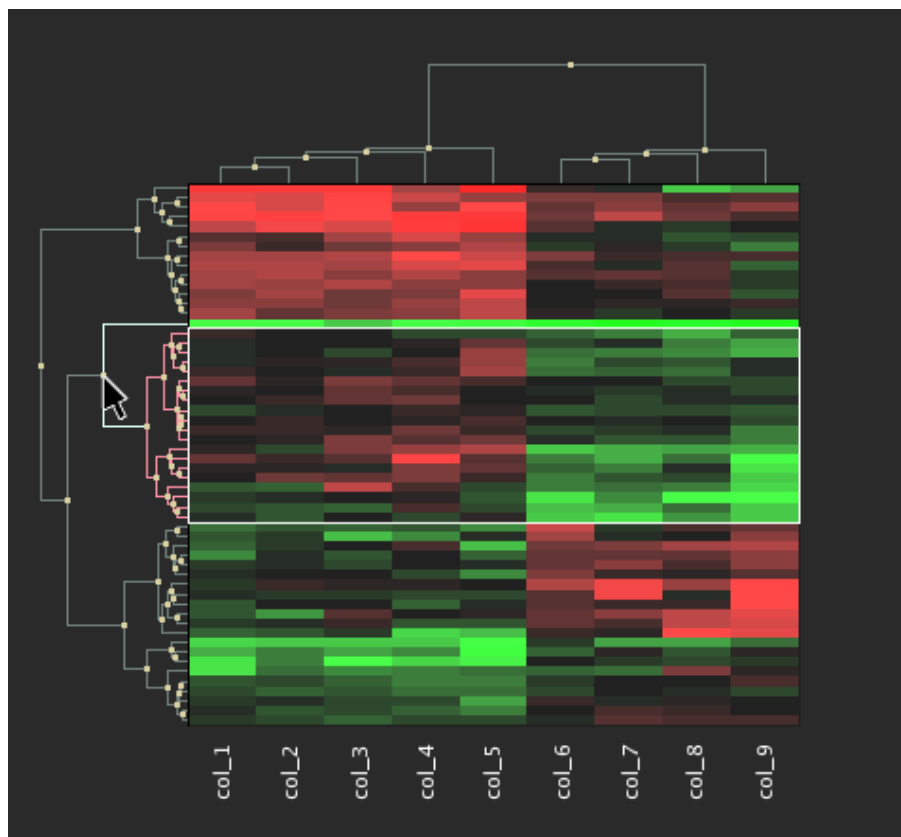
6. Visualisoinnit voidaan tallentaa tiedostoiksi. (kts. 39.) (1)
7. Visualisoinnit voidaan tulostaa. (kts. 40.) (1)
8. Kirjasto mahdollistaa visualisointien yhdistämisen samaan JPaneliin. (kts. 37) (1)

3.1.3 Interaktiivisen käytön yleiset vaatimukset

9. Visualisoinneista on mahdollista valita yksittäisiä datapisteitä ja datajoukkoja. (1)
10. Interaktiokäyttäjä pystyy muokkaamaan visualisoitavan datan väritystä. (1)
11. Interaktiokäyttäjä pystyy muokkaamaan visualisointien otsikoita sekä asettamaan kuvan muut osat näkyviksi / näkymättömiksi. (kts. 43.) (1)

3.2 Hierarkinen puu ja lämpökartta

Hierarkkisen klusteroinnin visualisointi rakentuu kahdesta osasta: pisteiden arvoja kuvaavasta lämpökartasta ja pisteisiin liittyviä klustereita kuvaavista puista.



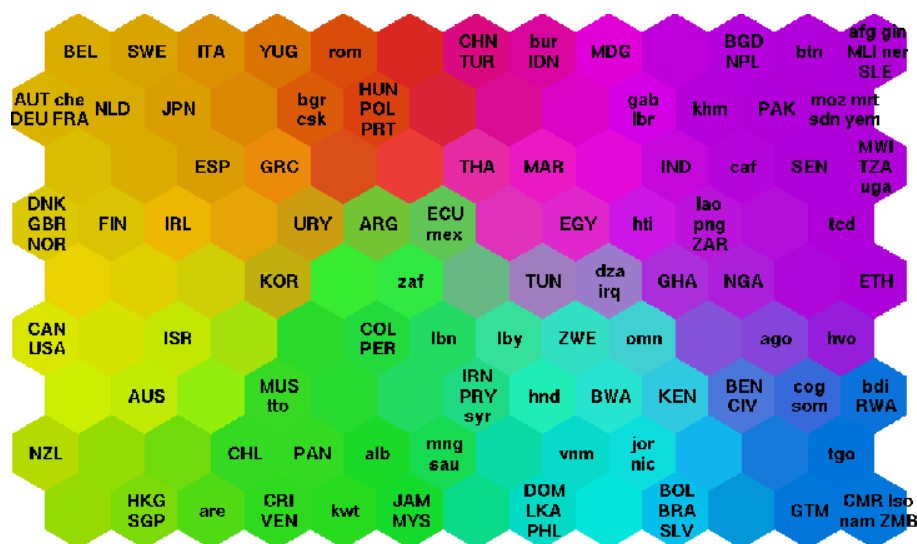
Kuva 1: Esimerkki hierarkkisen puun ja lämpökartan visualisoinnista.

12. Lämpökartan datapisteet esitetään suorakulmioina. (1)
13. Interaktiokäyttäjä voi valita lämpökartasta yksittäisen datapisteen. (1)
14. Interaktiokäyttäjä voi valita lämpökartasta kokonaisen klusterin. (1)
15. Interaktiokäyttäjä voi vaihtaa lämpökartan väritystä. (1)
16. Hierarkkiset puut sijaitsevat lämpökartan vasemmassa reunassa ja yläreunassa. (1)
17. Interaktiokäyttäjä voi valita, avata ja sulkea puun haaroja yksitellen tai useita haaroja kerrallaan haarautumiskohdista. Yhden haaran kaikki alihaarat pystytään avaamaan ja sulkemaan yhdellä toiminnolla. (1)
18. Visualisoinnissa on mahdollista avata tai sulkea koko puu yhdellä toiminnolla. (1)

19. Puun haaran sulkeminen heijastuu lämpökarttaan siten, että kyseisen klusterin kohdalla näytetään datan keskiarvo. (1)
20. Lämpökartta voidaan esittää myös ilman klustereita kuvaavia puita. (1)
21. Visualisointiin voidaan lisätä väripalkki puun ja lämpökartan väliin. Palkissa kunkin rivin tai sarakkeen kohdalle on merkitty värikoodi. Väri ilmoittaa, mihin ryhmään kyseinen rivi tai sarake kuuluu. (3)

3.3 SOM-kartta

SOM-kartta esittää datavektorit soluina, jotka on järjestetty vierekkäin datavektoreiden samankaltaisuuden mukaan. Solujen värit ilmaisevat solujen samankaltaisuutta/erilaisuutta. Solujen väritieto saadaan valmiina.

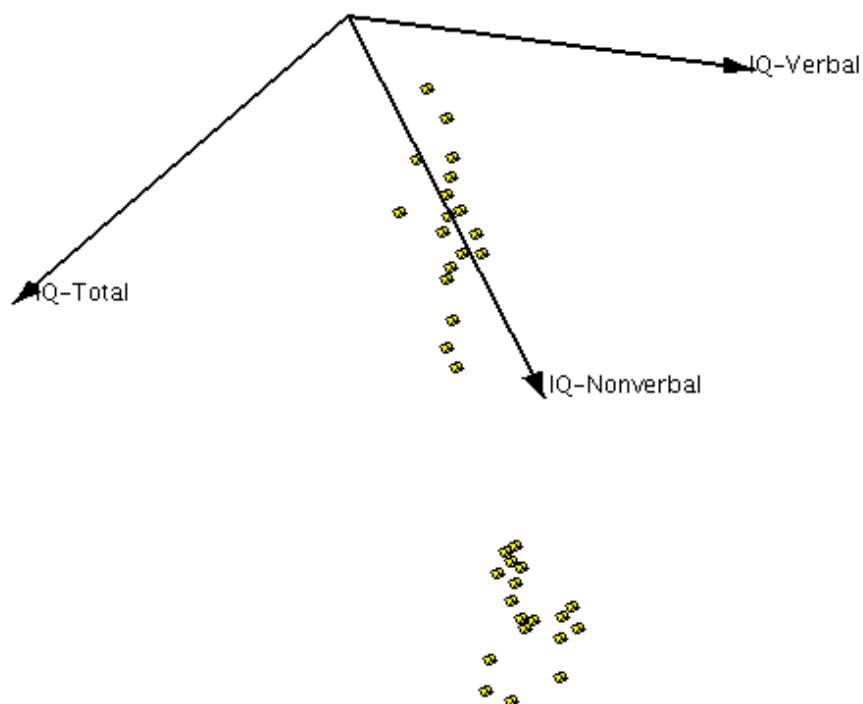


Kuva 2: Esimerkki SOM-kartan visualisoinnista.

22. Solu esitetään kuusikulmiona, kuten kuvassa 2. (1)
23. Interaktiokäyttäjä voi vaihtaa kartan värityksen. (1)
24. Interaktiokäyttäjä voi valita kartasta solun tai useita soluja. (1)
25. Soluja voi valikoida niiden samankaltaisuuden perusteella. (3)

3.4 Kolmiulotteinen hajontakuvi

Kolmiulotteisessa hajontakuviossa datapisteet esitetään pisteinä kolmiulotteisessa koordinaatistossa, kuten kuvassa 3.



Kuva 3: Esimerkki kolmiulotteisen hajontakuvion visualisoinnista.

26. Kuviota voi pyörittää. (2)
27. Sekä interaktiokäyttäjä että arkkitehtuurikäyttäjä voivat valita “kameran” paikan ja kulman. (2)
28. Visualisointia voi sekä zoomata että skaalata. (2)
29. Visualisointia voidaan skaalata erikseen jokaisen koordinaattiakselin suhteen. (2)
30. Pisteitä voidaan valita yksittäin tai ryhmittäin. (2)
31. Pisteen väri on muutettavissa ryhmäkohtaisesti. (2)

4 Käyttötapaukset

Tässä luvussa esitellään esimerkinomaisesti joitakin tapoja käyttää kirjastoa.

4.1 Interaktiokäyttötapaukset

Käyttötapaus 1:

Yleiskuvaus: Käyttäjä haluaa keskiarvot geenien mittausarvoista eri siruilla. Hierarkkinen puu ja lämpökartta ovat näkyvillä.

Eteneminen: Käyttäjä sulkee halutun klusterin.

Haluttu tulos: Klusteri esitetään suljettuna ja mittausarvoista näytetään keskiarvot.

Ei haluttu: Klusterin sulkeminen ei onnistu.

Käyttötapaus 2:

Yleiskuvaus: Käyttäjä visualisoi lämpökartalla dataa, jossa mittausarvot ovat väliltä $-1...6$, 5. Kirjasto käyttää värjäyksessä kuitenkin arvoaluetta $-1...1$.

Eteneminen: Käyttäjä asettaa visualisoinnille uuden väripaletin.

Haluttu tulos: Uusi väritys vastaa uutta mittausarvojen skaalaa.

Ei haluttu: Värityksen muuttaminen ei onnistu.

Käyttötapaus 3:

Yleiskuvaus: Käyttäjä on sulkenut useita hierarkkisen puun haaroja ja haluaisi nähdä kaiken datan.

Eteneminen: Käyttäjä valitsee toiminnon, jolla puun jokainen haara avautuu.

Haluttu tulos: Puu näytetään kokonaan avattuna.

Ei haluttu: Puun avaus ei onnistu.

Käyttötapaus 4:

Yleiskuvaus: Käyttäjää kiinnostavat klusterit vain toisen akselin suhteen, mutta molemmat puut näkyvät.

Eteneminen: Käyttäjä piilottaa puun, joka ei ole kiinnostava.

Haluttu tulos: Puun piilotus onnistuu.

Ei haluttu: Puun piilotus ei onnistu.

4.2 Arkkitehtuurikäyttötapaukset

Käyttötapaus 5:

Yleiskuvaus: Kehittäjä haluaa käyttöliittymään kentän, johon tulevat hiiren osoittimen kohdalla olevan datapisteen tiedot.

Eteneminen: Kirjaston tulee tarjota event, jottei jatkokehittäjä joudu sitä lähdekoodiin lisäämään. Kun tämä on tarjottu, kentän lisäys on suoraviivaista.

Haluttu tulos: Tapahtuma on toteutettu ja lisääminen tehdään rajapinnan kautta.

Ei haluttu: Tapahtumaa ei ole toteutettu, vaan kehittäjän on se itse lisättävä.

Käyttötapaus 6:

Yleiskuvaus: Kehittäjä haluaa hiiren työkaluvihjeen näkyville kaikissa eri kaaviolajeissa.

Eteneminen: Kehittäjä lisää ympäristön kautta työkaluvihjeen, jos se vain on toteutettu tapahtumana kirjastossa.

Haluttu tulos: Kehittäjä lisää vihjeruudun suoraan rajapinnan kautta.

Ei haluttu: Tapahtumaa ei ole mahdollistettu, ja kehittäjä joutuu sen ensin itse ohjelmoimaan.

Käyttötapaus 7:

Yleiskuvaus: Kehittäjä haluaa lisätä uuden visualisoinnin.

Eteneminen: Kehittäjä lisää rajapintaa käyttävän uuden itse ohjelmoidun visualisoinnin.

Haluttu tulos: Rajapinta on tarpeeksi joustava, että kehittäjän ei tarvitse muuttaa rajapinnan lähdekoodia saadakseen uuden visualisoinnin toimimaan.

Ei haluttu: Rajapinnan lähdekoodi ei toimi ilman muutoksia.

Käyttötapaus 8:

Yleiskuvaus: Kehittäjä haluaa lisätä käyttöliittymään kentän, joka näyttää valitun datapisteen tiedot.

Eteneminen: Kehittäjä lisää kentän, jos rajapintaan on määritelty tapahtumakäsittelijä hiiren painallukselle.

Haluttu tulos: Painallus saadaan siepattua ja johdettua käyttöliittymään.

Ei haluttu: Rajapinnassa ei ole mahdollistettu tapahtumaa, joten kehittäjä joutuu sen sille itse ohjelmoimaan.

Käyttötapaus 9:

Yleiskuvaus: Kehittäjä haluaa muuttaa käyttöliittymässä visualisoinnin ruudun kokoa.

Eteneminen: Kehittäjä muuttaa oman sovelluksensa lähdekoodia ja olettaa visualisoinnin mukautuvan siihen.

Haluttu tulos: Visualisointikuva skaalautuu uuteen kehykseen.

Ei haluttu: Visualisointikuvan koko ei muutu.

Käyttötapaus 10:

Yleiskuvaus: Kehittäjä haluaa mahdollistaa visualisoinnista valittujen mittausarvojen talletuksen.

Eteneminen: Kehittäjä hakee valintaan kuuluvat mittausarvot kirjaston rajapinnan kautta.

Haluttu tulos: Rajapinta tarjoaa mahdollisuuden mittausarvojen hakuun.

Ei haluttu: Rajapinta ei tarjoa tätä mahdollisuutta, vaan kehittäjän on toteutettava se itse.

5 Järjestelmäarkkitehtuuri

Visualisointikirjasto toteutetaan JFreeChart-kirjaston laajennuksena. JFreeChart jakaantuu pääpiirteissään datan käsittelyyn liittyvään koodiin ja itse visualisointien toteutukseen liittyvään koodiin. Samaa jakoa noudatetaan myös näiden visualisointien kohdalla. Järjestelmä koostuu kolmesta lähes irrallisesta komponentista: hierarkkisesta puusta ja lämpökartasta, SOM-kartasta, sekä kolmiulotteisesta hajontakuviosta. Näistä jokainen käyttää JFreeChartiin jo toteutettuja ominaisuuksia, mutta näiden välistä kommunikaatiota ei ole. Komponenteilla on myös itsenäiset ohjelmointirajapinnat. Rajapinnat kuitenkin pyritään suunnittelemaan toistensa ja JFreeChartin olemassaolevien rajapintojen kanssa mahdollisimman yhtenäisiksi. Kirjaston arkkitehtuuri on kuvattu yleisellä tasolla kaaviossa 4.

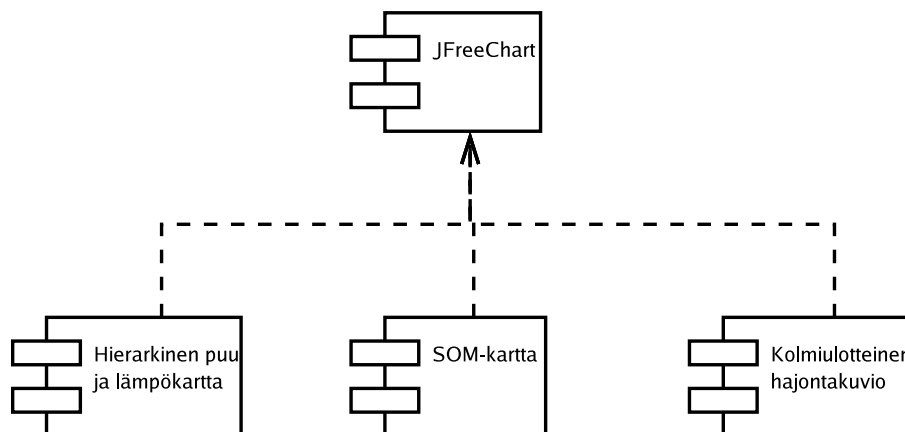
Arkkitehtuurin täsmällisempi määrittely jätetään vaatimusdokumentin suhteen avoimeksi.

6 Järjestelmävaatimukset

Tässä luvussa kuvataan projektin järjestelmävaatimukset. Tämän luvun vaatimukset toimivat sopimuksena asiakkaan ja Viski-ryhmän välillä.

6.1 Yleiset järjestelmävaatimukset

Tässä luvussa kuvataan järjestelmän yleiset, mihinkään tiettyyn visualisointiin liittymättömät järjestelmävaatimukset.



Kuva 4: Visualisointikirjaston arkkitehtuurin yleiskuva.

6.1.1 Kirjastolle syötettävä data

- 32. Kirjasto ei aseta ylärajaa käsiteltävän datajoukon koolle. (1)
- 33. Kirjasto tarjoaa datan syöttöä varten JFreeChartin yleistä mallia mukailevan ohjelmointirajapinnan, joka mahdollistaa erityyppisten tietolähteiden käytön. (1)
- 34. Kirjasto ei toteuta datan lukua tiedostosta tai muista lähteistä. (1)
- 35. Kirjasto tuottaa visualisoinnin suoraan saamansa datan pohjalta. (1)

6.1.2 Muut yleiset järjestelmävaatimukset

- 36. Kirjasto toteuttaa visualisoinnit JPanel-tyyppisinä. (1)
- 37. Nämä visualisoinnit ja JFreeChartin kaikki muut visualisoinnit voidaan yhdistää visualisointikokoelmiksi. (kts. 8.) (1)
- 38. Kirjaston lähdekoodi on Javadoc-kommentoitua. Lähdekoodi ja kommentit ovat englanniksi. (1)
- 39. Tuotetut visualisoinnit voidaan tallentaa tiedostoon JFreeChartin jo toteutetun tallennustoiminnon avulla. Visualisoinnit voidaan tallentaa PNG- ja EPS-muodossa. (vrt. 6) (1)
- 40. Visualisoinnit voidaan tulostaa JFreeChartin tulostustoimintojen avulla. (kts. 7.) (1)
- 41. Arkkitehtuurikäyttäjä pystyy vaikuttamaan visualisoinnin kokoon. Visualisointi skaalautuu automaattisesti JPanel-olion käytettävissä olevan tilan mukaan. Kirjasto asettaa visualisoinnille minimikoon. (1)
- 42. Kirjasto ylläpitää tietoa valittujen pisteiden joukosta. Joukkoa voidaan muuttaa interaktiivisesti tai ohjelmointirajapinnan kautta. Valinta näytetään visuaalisesti. (1)

43. Interaktiokäyttäjä pystyy muokkaamaan visualisointien otsikoita sekä asettamaan kuvan muut osat näkyviksi / näkymättömiksi. (kts. 11.) (1)

6.2 Hierarkkinen puu ja lämpökartta

44. Kirjasto tarjoaa datan syöttöön rajapintana kaksi metodia. Toisella lisätään lämpökarttaa kuvaava matriisi, jossa kustakin datapisteestä annetaan parametrina datapisteen arvo. Toisella lisätään klusterointia kuvaava tieto, jolle annetaan parametreina klustereita kuvaavat binääripuut. Kuhunkin binääripuun solmuun kuuluu tieto puun haaran korkeudesta. Lisäksi lehtisolmuihin kuuluu tieto kyseisen klusterin nimestä. (1)
45. Lämpökartan datapisteet esitetään suorakulmioina. (1)
46. Datapisteet ja klusterit esitetään visualisoinnissa syöttöjärjestyksessä. (1)
47. Klusterirakenne syötetään ohjelmointirajapinnan kautta valmiina binääripuuna. (1)
48. Hierarkkiset puut sijaitsevat lämpökartan vasemmassa reunassa ja yläreunassa. (1)
49. Datan esityssuunta voidaan vaihtaa siten, että määritelty vaaka-akseli muutetaan pystyakseliksi ja pystyakseli vaaka-akseliksi. (transpoosi) (3)
50. Suljetun klusterin kohdalla lämpökartassa datasta näytetään kyseisen klusterin keskiarvo. (1)
51. Lämpökartan jokaiselle riville ja sarakkeelle voidaan määritellä nimi, joka on vapaaehtoinen merkkijono. (2)
52. Sekä arkkitehtuuri- että interaktiokäyttäjä voivat määritellä lämpökartan värityksen. (1)
53. Interaktiokäyttäjä voi valita lämpökartasta yksittäisen datapisteen. (1)
54. Datapisteen tai klusterin valitseminen aiheuttaa eventin. (1)
55. Interaktiokäyttäjän valitsema datapiste tai klusteri korostetaan visualisoinnissa. (1)
56. Alipuun valitseminen valitsee vastaavan klusterin lämpökartasta. (1)
57. Interaktiivisessa käytössä puiden haarat voidaan avata ja sulkea yksitellen tai useita haaroja kerrallaan. (1)
58. Puiden haarojen avaaminen ja sulkeminen on mahdollista myös ohjelmointirajapinnan kautta. (2)
59. Interaktiokäyttäjä voi sulkea ja avata puun yhdellä toiminnolla. (1)
60. Interaktiokäyttäjä voi sulkea ja avata yhden haaran kaikki alihaarat yhdellä toiminnolla. (1)

61. Puun haaran korkeus piirretään klusteria kuvaavan puun haaran korkeuden mukaisesti. (2)
62. Puun visualisoinnissa viemä tila suhteessa lämpökartan viemään tilaan on arkkitehtuurikäyttäjän määriteltävissä. Kirjasto osaa itse varautua tilanteisiin, joissa puuta yritetään määritellä liian suureksi tai pieneksi. (2)
63. Lämpökartta voidaan esittää myös ilman klustereita kuvaavia puita. (1)
64. Kirjasto määrittää lämpökartalle ja puulle minimikoon. (2)
65. Visualisointiin voidaan lisätä väripalkki puun ja lämpökartan väliin. Palkissa kunkin rivin tai sarakkeen kohdalle on merkitty värikoodi. Väri ilmoittaa, mihin ryhmään kyseinen rivi tai sarake kuuluu. (3)
66. Väripalkkiin liittyvät ryhmätiedot annetaan kirjastolle ohjelmointirajapinnan kautta. (3)

6.3 SOM-kartta

67. Kirjasto tarjoaa datan syöttöön rajapinnaksi metodin, jolle annetaan parametrina tieto kunkin solun väristä, solun datavektorin arvosta sekä soluun kuuluvien datapisteiden nimistä. (1)
68. Interaktiokäyttäjä voi valita solun. Solun valitseminen aiheuttaa eventin. (1)
69. Interaktiokäyttäjä voi valita kaikki valitusta solusta tietyn etäisyyden sisällä olevat solut yhdellä toiminnolla. (3)
70. Kartan kuusikulmioiden koko skaalautuu visualisoinnille varatun tilan mukaan. (1)
71. Kirjasto määrittää kartalle minimikoon, jota pienemmäksi sitä ei voi skaalata. (1)
72. Soluun kuuluvien datapisteiden nimet tulostetaan solun sisälle, mikäli ne mahtuvat. Muussa tapauksessa esitetään graafinen merkki, josta selviää, että soluun kuuluu datapisteitä. Näiden nimet esitetään muilla tavoin. (1)
73. Interaktiokäyttäjä voi vaihtaa kartan värityksen. (1)

6.4 Kolmiulotteinen hajontakuvio

74. Kirjasto tarjoaa datan syöttöön rajapinnaksi metodin, jolla voidaan lisätä yksittäinen piste datajoukkoon. Pisteestä annetaan parametrina sen X-, Y- ja Z-koordinaatit sekä datapisteen nimi ja ryhmä, johon piste kuuluu. Lisäksi kirjasto tarjoaa metodin, jolla voidaan lisätä ryhmä ja ryhmistä annetaan parametreina sen väri ja nimi. (2)

75. Hajontakuvio voidaan visualisoida, vaikka saatavilla on vain osa datasta. Kuviota voidaan täydentää, kun saadaan lisää dataa. (2)
76. Pisteiden väritys toteutetaan noudattaen JFreeChartin kaksiulotteisen hajontakuvion mukaista mallia. (2)
77. Toteutuksessa ei käytetä Java3D-kirjastoa tai muulla tavoin aiheuteta OpenGL- tai DirectX-riippuvuutta. (2)
78. Interaktiokäyttäjä voi valita datapisteitä joko yksittäin tai useiden pisteiden ryhmänä. (2)
79. Pisteen valinnasta lähetetään event. (2)
80. Arkkitehtuurikäyttäjä voi valita kahdesta eri pisteiden projektioavasta. Toisessa
- pisteet ovat vakiokokoisia kuvioita,
 - toisessa lähempänä olevat pisteet näkyvät suurempina kuin toiset.
- (3)
81. Koordinaattiakselilla on nimi ja väri. Arkkitehtuurikäyttäjä voi kytkeä kummankin näistä päälle ja pois. (3)
82. Arkkitehtuurikäyttäjä voi valita, näytetäänkö koordinaattiakseleita kuvaavien nuolten negatiivinen puoli vai ei. (3)
83. Koordinaattiakseleita kuvaaville nuolille voidaan valita omat värinsä. (3)
84. Arkkitehtuurikäyttäjä voi valita, piirretäänkö koordinaattiakselia kuvaavaan nuoleen mitta-asteikko ilmaisemaan data-avaruuden arvovälejä. (3)
85. Interaktio- ja arkkitehtuurikäyttäjän valinnan mukaan koordinaattiakseliston mitta-asteikkoa korostamaan voidaan piirtää ruudukko. (3)

7 Ympäristövaatimukset

86. Kirjasto toteutetaan alustariippumattomasti Javan sillä versiolla, jolla JFreeChart on toteutettu. (1)
87. Visualisoinnit toteutetaan Swing-rajapinnan paneeleina. (1)
88. Kirjasto toteutetaan laajentamalla JFreeChart-kirjaston versiota 1.0.1. (1)

8 Tuotteen toimitus ja elinkaari

Kirjasto toteutetaan olemassa olevan kirjaston (JFreeChart) laajennuksena, joten olemassa olevan kirjaston käyttömahdollisuuksia ei haluta rajata. Kirjasto pyritään toteuttamaan siten, että sitä voidaan jatkossakin laajentaa uusilla ominaisuuksilla. Myös kehitettävät visualisoinnit pyritään toteuttamaan ominaisuuksiltaan monipuolisiksi jatkokehitystä ajatellen. Kirjasto luovutetaan Helsingin yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitokselle, joka julkaisee sen GNU GPL:n tai LGPL:n ehtojen mukaisesti.