



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

Tieteellisen kirjoittamisen kurssi 4. Tutkielma? Mikä se on?

Antti Leino <antti.leino@cs.helsinki.fi>
2.2.2009

Tietojenkäsittelytieteen laitos

Perustuu Jaakko Kurhilan ja Seppo Sipun aiempiin luentomateriaaleihin



Tutkielman anatomiaa

- Tutkielman rakenne
 - tieteellisen kirjoitelman osat
- Argumentointi
 - mielipiteiden esittäminen
 - lähteiden käyttö
 - lainaus vai varkaus
- Esitystekniikkaa
 - luettelot
 - kuvat ja taulukot
 - määritelmät, lauseet ja esimerkit
 - kaavat ja algoritmit
 - huomautukset
 - typografia



Tutkielman rakenne

- Tieteellisellä raportilla on vakiintunut rakenteensa
 - melko yleispätevä
 - eritasoiset opinnäytteet
 - artikkelit
 - tekniset raportit
 - monografiat
 - aivan kaikkia osia ei ole kaikissa kirjoitelmissa
- Helpottaa lukemista
 - lukija voi löytää päätulokset nopeasti
- Helpottaa kirjoittamista
 - jäsentelyä ei tarvitse aloittaa aivan tyhjästä



Tutkielman rakenne Alusta loppuun

- »Tekstillä on alku, keskiosa ja loppu.»
 - alku
 - johdattaa lukijan kirjoitelmaan (tai sen lukuun)
 - kytkee tekstin (tai luvun) kontekstiinsa
 - keskiosa: varsinainen käsittely
 - loppu
 - yhteenvedo tarkastelusta
 - kytkeminen eteenpäin
- IMRD: Introduction, Methods, Results, Discussion
 - monilla tieteenaloilla yleinen perusrakenne
 - »menetelmät» ja »tulokset» ei välttämättä sellaisenaan sopiva otsikointi tietojenkäsittelytieteessä



Tutkielman rakenne Kirjoitelman osat

- Otsikko
- Tiivistelmä
- Esipuhe
- Sisällysluettelo
- Lyhenteiden ja merkintöjen selitykset
- Johdanto
- Käsittelyluvut
- Yhteenvedo
- Kiitokset
- Lähteet
- Hakemisto
- Liitteet



Tutkielman rakenne LuK-tutkielma

- Tällä kurssilla kirjoitetaan LuK-tutkielma
 - äskeisestä luettelosta lihavoidut kohdat
 - tarpeen tullen muitakin (lähinnä liitteet)
- Laitoksen tutkielmille ulkoasumäärytykset
 - ulkoasumalli kurssin kotisivulla
 - pro gradu -tutkielma samaan kaavaan, paitsi kansilehdelle ei arvostelumerkintöjä



Tutkielman rakenne

Otsikko ja kansilehti

- Kansilehden tiedot: kuka, mitä, missä, milloin
- Äärimmilleen vietyä tiivistämistä
- Otsikko: muutaman sanan mittainen kuvaus aiheesta
 - yleensä ei edes kokonainen lause
 - vaikuttaa olennaisesti lukemispäätökseen – otsikon vastattava sisältöä



Tutkielman rakenne

Tiivistelmä

- Tarkoituksena auttaa lukijaa päättämään, onko artikkeli hänelle merkityksellinen
- Lyhyt; pituus riippuu varsinaisesta tekstistä
 - artikkelista 1–2 kappaletta, 100–400 sanaa
 - opinnäytteistä n. sivu
- Itsenäinen kuvaus työstä
- Lopullinen versio kirjoitetaan viimeiseksi
- Arvioidaan myös kypsyyssnäytteenä



Tutkielman rakenne

Tiivistelmä

- Tutkielma pienoiskoossa
- Laajuus tutkielman painotusten mukaan
 - tärkeimmille osille enemmän tilaa
- Kappalejako jäsentelyn apuna
 - IMRD
 1. lähtökohdat ja tavoite
 2. työn kulku
 3. keskeiset tulokset
 4. johtopäätökset



Tutkielman rakenne

Tiivistelmä

- Toimiva itsenäisenä tekstinä
 - kokonaisia lauseita
 - koherentti tekstikokonaisuus
 - aikamuodoltaan johdonmukainen
 - ei viittauksia itse tekstiin
- Pelkkää tekstiä
 - ei typografisia korostuskeinoja
 - ei taulukoita tai kuvia
- Lukija saa yleiskuvan itse tekstistä sitä lukematta
 - ei lyhenteitä tai termejä, jotka selitetään tekstissä
 - ei yksityiskohtia, joiden ymmärtäminen vaatii taulukon tai kuvion



Tutkielman rakenne

Sisällysluettelo

- Luettelo luvuista ja alaluvuista sivunumeroineen
 - itse teksti (siis johdanto) alkaa sivulta 1
 - sisällysluettelo ym. edeltävät sivut numeroidaan pienillä roomalaisilla numeroilla i, ii, ...
- Yleensä 1–3-tasoinen otsikointi
 - jäsenyyksen mukaan
 - sisennetty
- Tarvittaessa myös erilliset luettelot kuvista, taulukoista, esimerkeistä, algoritmeista tms.
 - Tutkielmissa yleensä tarpeeton



Tutkielman rakenne

Johdanto

- Johdatus aiheeseen sille, joka on valinnut työn luettavakseen
 - lähtökohdat ja keskeinen taustakirjallisuus
 - tutkimuskysymys tai tavoitteenasettelu
 - johdatus ratkaisuun
 - ratkaisun sovellusala ja seuraukset
 - »kartta jatkoon»: luonnehdinta muiden lukujen jäsenyyksestä
- Pituus n. $\frac{1}{2}$ –3 sivua, tarvittaessa omina lukuinaan
 - taustaa ja aiempaa tutkimusta
 - tekninen johdanto
- Ensimmäinen luku, työn tärkeimpiä osia



Tutkielman rakenne

Käsittelyluvut

- Luvut $2-n$ ($3 \leq n \leq 6$)
- Aihepiirin jäsentelyn pohjalta syntynyt jaottelu
- Lukujen pituudet osapuilleen tasapainossa
 - ei yli kolmitasoista hierarkiaa (ilman todella hyvää perustetta)
 - ei yksinäisiä alalukuja (so. jos luku 2.1, myös vähintään 2.2)
- Ennen ensimmäistä alalukua muutaman kappaleen johdanto



Tutkielman rakenne

Yhteenvedo

- Viimeinen (numeroitu) luku
 - aiemmin määritellyt termit ym. voidaan olettaa tunnetuiksi
 - johdatteleva teksti jo aiemmin
- Lyhyesti ja ytimekkäästi (≤ 3 sivua)
 - tärkeimmät tulokset, johtopäätökset, niiden merkitys
 - työn rajoitukset
 - ajatuksia jatkotutkimuksiksi
- Ei pelkkää aiemman toistoa
 - arvottavaa ja arvioivaa ainesta
 - mitä työstä jäi käteen?



Tutkielman rakenne

Lähteet

- Viimeisen luvun jälkeen
 - otsikoidaan kuten päätason luku, mutta ilman numeroa
 - mukana myös sisällysluettelossa
- Tarkoitus: mahdollistaa lainattujen tietojen tarkistamisen
 - sisältää kaikki viitatu lähteet eikä mitään muuta
 - tarvittaessa erillinen kirjallisuusluettelo
 - joillakin aloilla erilliset luettelot julkaistujen lisäksi mm. haastattelulähteistä tai tutkimusaineistoista
- Muoto: laitoksen ohjeet



Tutkielman rakenne

Liitteet

- Liitteiksi tarvittaessa varsinaiseen tekstiin kuulumatonta, mutta silti lukijalle tarpeellista materiaalia
 - ohjelmalistauksia
 - testiajojen tuloksia
 - XML-rakennekuvauksia
- Itse tekstin syytä olla ymmärrettävää ilman liitteitäkin
 - selventävää ja lisätietoa
 - ymmärtämisen kannalta olennaiset asiat tekstin yhteyteen
 - toisaalta pitkät algoritmit tms. rikkovat tekstin \Rightarrow mieluummin liitteiksi



Argumentointi

Mielipiteiden esittäminen

- Tieteessä tavoitteena esittää faktoihin perustuvia argumentointiketjuja
- Aika ajoin tarpeen esittää mielipiteitä ja arveluita
 - oman panoksen tunnistaa lähdeviitteiden puutteesta
 - mielipiteet erotettava selvästi tutkimustuloksista
- Joskus selvintä kirjoittaa erillinen (ala)luku »arviointia»
 - osaksi johdantoa tai sen jälkeen, kun arvioitavana aiempi tietämys
 - loppuun ennen yhteenvedoa, kun arvioitavana työssä esitellyt tulokset



Argumentointi

Lähteiden käyttö

- Vältä liiallista lähderippuvuutta
 - kyseessä on *sinun* työsi!
 - oma jäsentely ja rajaus: lähteet tukena, ei kahleena
 - oma hahmotus: eri lähteiden tiedot yhtenäiseksi kokonaisuudeksi
- Oman ja vieraan ajatuksen raja
 - suorat lainaukset lainausmerkkeihin (pitkät sisennettyinä kappaleina)
 - lähdeviitteet asianmukaisesti kohtiin



Argumentointi

Lähdeviitteen ala

- Lähdeviitteet sijoitettava niin, ettei jää epäselvyyttä, mikä on mistäkin lähteestä ja mikä kirjoittajan omaa tulkintaa
 - Alkuperäisellä algoritmilla on asymptoottinen vaativuus $O(n^2)$ mutta alhainen muistinkäyttö, joten sitä ei täysin syrjäytä Ahlbergin algoritmi, joka toimii ajassa $O(n \log n)$ mutta tarvitsee suuren keskusmuistitaulukon [Ahl96, Kee89].
 - Alkuperäisellä algoritmilla on asymptoottinen vaativuus $O(n^2)$ mutta alhainen muistinkäyttö [Kee89]. Sitä ei siis täysin syrjäytä Ahlbergin algoritmi [Ahl96], joka — vaikka toimiikin ajassa $O(n \log n)$ — tarvitsee suuren keskusmuistitaulukon.



Argumentointi

Tiedon käyttö, lainaus ja varkaus

- Tiedon käyttö: toisten ajatuksia omin sanoin
 - Teksti on muotoiltava niin, ettei milloinkaan jää epäselväksi, mihin ja kuinka pitkään tekstikatkelmaan lähdeviite liittyy [EKK07, s. 3].
- Lainaus: toisten sanoja sellaisenaan
 - »Tekstin jäsentelyn on tuotava selkeästi esiin, mihin asiaan viite liittyy», kuten opinnäytetyön kirjoitusohjeissakin todetaan [EKK07, s. 3].
 - Tietojenkäsittelytieteessä melko harvinaista.
- Varkaus: toisen ajatusten käyttö ilman lähdeviitettä tai lupaa
 - myös oman tekstin uusiokäyttö artikkelista toiseen voi olla varkautta!



Esitystekniikkaa

- Tavoitteena aina sanoman perillemeno
- Hahmottamisen apuvälineet
 - visuaaliset: tekstin jako ja ryhmittely, otsikointi, typografia
 - sanalliset: lauserakenne, sanonta, tyyli, kielen virheettömyys
- Tiedon esitysmuoto
 - itse teksti, mukaan lukien kaavat ja luettelot
 - tekstin ulkopuoliset elementit: kuvat, taulukot, esimerkit
 - periaate: tieto esitellään vain kerran, lisäelementit tukevat tulkintaa



Esitystekniikkaa

Luettelot

- Harvoin tarpeen
 - tavoitteena suorasanaa teksti
 - liika luetteloiden käyttö usein merkki luonnonmaisuuudesta
- Joskus selkeyttää
 - esitettävä asia luonteeltaan luettelotyypistä
- Erilaisia luetteloita
 - luettelomaviivat
 - numeroidut luettelot
 - määritelmäluettelot
 - lähdeluettelo



Esitystekniikkaa

Luettelot

- Osa tekstiä
 - liittyy edelliseen ja seuraavaan virkkeeseen
 - luettelon osat myös tekstiä
 - kokonaisia virkeitä: alkaa isolla kirjaimella, päättyy pisteeseen
 - virkkeen osia: alkaa pienellä kirjaimella, luettelomaviiva korvaa pilkun, luettelon viimeinen kohta päättyy pisteeseen
- Luettelon eri kohdat samanmuotoisia
- Numeroitu luettelo
 - järjestys olennainen
 - tarve viitata luettelon eri kohtiin



Esitystekniikkaa

Kuvat

- Yksi kuva kertoo enemmän kuin tuhat sanaa
 - kuuluvatko nämä tuhat sanaa tähän tekstiin?
 - harkittava, onko kuva tarpeen
- Onko kuva paras tapa esittää juuri tämä tieto?
 - yleiskuva helpompi hahmottaa kuvasta
 - yksityiskohdat tarkemmin taulukkona
- Kuvien sisältö vaihtelee
 - harvoin valokuvia ym. »varsinaisia» kuvia
 - yleensä kaavioita, diagrammeja, kuvaajia
 - algoritmit ja ohjelmaesimerkit voidaan esittää kuvien tapaan



Esitystekniikkaa

Kuvat ja taulukot

- Käsiteltävä tekstissä
 - pelkkä kuvan tai taulukon esittäminen ei riitä
 - sijoitetaan mahdollisimman pian sen tekstikohdan jälkeen, jossa (ensimmäinen) viittaus
- Eivät ole tekstin osia
 - eivät katkaise tekstikappaletta
 - usein esim. seuraavassa sivun ala- tai ylälaudissa
- Otsikoidaan ja numeroidaan
 - numerointi joko luvuittain tai läpi koko tekstin
 - otsikko / kuvateksti kuvan alla; päättyy pisteeseen
 - lainatun kuvan kuvatekstissä lähdeviite



Esitystekniikkaa

Määritelmät, lauseet ja esimerkit

- Osa tekstiä, mutta
 - numeroitu, jotta voidaan viitata muualla tekstissä
 - erillinen kappale, jotta hahmottuu omaksi yksikökseen
 - usein hiukan normaalia suurempi väli ylä- ja alapuolella
 - »otsikko» usein lihavoitu
- Esimerkki 1.** Tällaiselta se näyttää. Esimerkit – muttei määritelmiä tai lauseita – voi esittää myös kuvan tapaan, mutta tässäkin olennaista on johdonmukaisuus: kaikki saman kirjoitelman esimerkit on esitettävä samalla tapaa.
- Määriteltävä käsite korostetaan esim. kursivoimalla
 - Lauseen esitys kattaa myös sen todistuksen



Esitystekniikkaa

Kaavat

- Formaalit merkintätavat käyttöön vasta, kun luonnollinen teksti ei riitä
 - Ei Tässä $s = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$, missä a_i on i :s mittaustulos.
 - Vaan Tässä s on mittaustulosten keskiarvo.
- Osa tekstiä, vain »kieli» vaihtuu
 - oltava luettavissa sujuvasti
 - yksinkertainen kaava tekstirivillä
 - tärkeä tai monimutkainen omalla rivillään sisennettynä
 - silti osa ympäröivän tekstin virkerakennetta
 - viittauksia varten numero (suluissa) oikeaan laitaan



Esitystekniikkaa

Kaavat

- Muuttujien »tyyppitys»
 - Ei S :ään kerätään saavutettavat solmut.
 - Vaan Joukkoon S kerätään saavutettavat solmut.
- Kaavat voitava erottaa sekä normaalitekstistä että toisistaan
 - Ei Jokainen x_i , $0 \leq i \leq n+1$, on positiivinen.
 - Vaan Alkio x_i on positiivinen kaikilla $i = 0, \dots, n+1$.



Esitystekniikkaa

Algoritmit

- Erilaisia esitystapoja
 - valitse yksi, mutta vain yksi samaan kirjoitelmaan
- Numeroitu askelluettelo
 - 5 Jos K ei ole tyhjä, palaa kohtaan 2
- Pseudokoodi
 - voidaan sijoittaa kuvaan
 - valittava sopiva yksityiskohtaisuuden taso
 - varottava ohjelmointikielikohtaisia piirteitä
- Kirjallinen ohjelmointi (literate programming)
 - ohjelma kirjoitettu ihmisen luettavaksi
- Vuokaaviot
 - Ei yleensä suositeltava; erityisesti rekursion esittäminen kömpelöä



Esitystekniikkaa

Huomautukset

- Joskus tarve huomauttaa lukijalle mielenkiintoisesta sivupolusta
 - harkittava, milloin todella tarpeen
- Joskus mahdollista merkitä ajatusviivoilla – kuten tässä – tai sulkeilla (siis näin)
 - normaalia välimerkkien käyttöä
- Irralliset huomautukset numeroituina alaviiteinä
 - tekstissä numero yläindeksinä, huomautus sivun alalaidassa
 - lukijan helpohkoa hypätä lukemaan huomautus
- Joskus loppuviiteinä
 - tekstissä numero, huomautukset koottu koko tekstin tai joskus luvun loppuun
 - helppo latojalle, vaikea lukijalle



Esitystekniikkaa Typografia

- Liika kirjavuus sekavoittaa
- Yleensä riittää yksi kirjainperhe (kuten Times New Roman tai Computer Modern) ja siitä muutama leikkaus
 - **lihavointi** (otsikot)
 - *kursivointi* (tärkeiden asioiden korostus, termien määrittely)
 - lisäksi tasaväliset kirjaimet komentojen, syötteiden ym. merkintään
- Antiikva (so. pääteviivalliset kirjaimet) helpompi lukea pitkänä tekstinä kuin groteski (pääteviivattomat kirjaimet)
 - esitysgrafikassa ja julisteissa eri tilanne



Mars kirjoitelmaa rakentamaan

