

**Tämä on lukuvuoden 2004-05 opinto-opastekstin alustava versio (17.5.2004). Kommentit osoitteella opetus@cs.helsinki.fi.**

**Teksti päivitetään viimeistään kesäkuun 1. viikolla (ei jatkuvasti). Muutamat päivitystä odottavat kohdat näkyvät suoraan – niitä tuskin kannattaa kommentoida.**

## TIETOJENKÄSITTELYTIEDE

### Tietojenkäsittelytieteen laitos

Exactum (Kumpulan kampus)  
PL 68 (Gustaf Hällströmin katu 2 B)  
00014 Helsingin yliopisto  
Puhelinnumero 1911 (vaihde), ohivalinta 191...  
<http://www.cs.helsinki.fi/>

Johtaja: prof. Jukka Paakki, vastaanotto ma 9.30-10, ke 13-14, D240b, 2. kerros.  
Kanslia (D239, 2. kerros): avoinna opiskelijoille ma-pe 12-14.

**Opintoneuvonta** (A232, 2. kerros): puh. 191 xxxxx. Lukukausittaiset vastaanottoajat ilmoitetaan web-sivulla <http://www.cs.helsinki.fi/opintoneuvonta/>. Sähköposti: [opintoneuvonta@cs.helsinki.fi](mailto:opintoneuvonta@cs.helsinki.fi).

**Web-tiedotus, sähköposti:** Laitos käyttää **web-sivuja** hyvin laajasti sekä pysyvistä että ajankohtaisista asioista tiedottamiseen. Laitoksen kotisivu on osoitteessa <http://www.cs.helsinki.fi/> ja opiskelun kannalta keskeinen informaatio löytyy sivun <http://www.cs.helsinki.fi/opiskelu/> kautta. Sähköpostissa suositellaan **palveluosoitteita**

<a href="mailto:atk-apu@cs.helsinki.fi">atk-apu@cs.helsinki.fi</a>	laitoksen järjestelmien käytön neuvonta ja ongelmat
<a href="mailto:tktl-luvat@cs.helsinki.fi">tktl-luvat@cs.helsinki.fi</a>	laitoksen järjestelmien käyttöluvut
<a href="mailto:opetus@cs.helsinki.fi">opetus@cs.helsinki.fi</a>	opetuksen käytännön järjestelyt
<a href="mailto:hyvaksiluvut@cs.helsinki.fi">hyvaksiluvut@cs.helsinki.fi</a>	muualla suoritettujen opintojen hyväksilukeminen.
<a href="mailto:johtaja@cs.helsinki.fi">johtaja@cs.helsinki.fi</a>	
<a href="mailto:kanslia@cs.helsinki.fi">kanslia@cs.helsinki.fi</a>	
<a href="mailto:opintoneuvonta@cs.helsinki.fi">opintoneuvonta@cs.helsinki.fi</a>	
<a href="mailto:opintoesimies@cs.helsinki.fi">opintoesimies@cs.helsinki.fi</a>	

Sivulla <http://www.cs.helsinki.fi/hallinto/palveluosoitteet.html> on laajempi luettelo ja tarkempia ohjeita.

### Kirjasto

Kumpulan tiedekirjasto on Kumpulan kampuksella toimivien laitosten yhteinen kirjasto. Kirjasto sijaitsee Physicum G-siivessä. Sisäänkäynti on aulan 2. kerroksesta. Kirjasto on lukukausien aikana avoinna ma-to klo 8-18 ja pe klo 8-16, muulloin ma-pe klo 8-16. Lisätietoja on kirjaston kotisivulla sekä kohdassa Kirjastot opinto-oppaan alkuosassa.

## Tietojenkäsittelytiede

Nopea tekninen kehitys on nostanut tietojenkäsittelyalan yhdeksi tärkeimmistä sektoreista yhteiskunnassamme, jonka toiminta yhä enenevässä määrin perustuu tietoteknisiin järjestelmiin. Automaattinen tietojenkäsittely liittyykin nykyisin kiinteästi useimmille elinkeinoelämän, hallinnon, tutkimuksen ja opetuksen alueille, joilla menestymisessä tietotekninen osaaminen on avainasemassa. Suomessa on pysytty erittäin hyvin mukana kansainvälisessä kehityksessä, ja tietojenkäsittelyalasta on lyhyessä ajassa tullut kansallinen vahvuutemme.

Tietojenkäsittelytieteen opinnot antavat erinomaisen pohjan työskennellä tehtävissä, joissa kehitetään tai sovelletaan tietotekniikkaa. Työmarkkinoilla tarvitaan varsinaisten tietojenkäsittelyalan ammattilaisten lisäksi henkilöitä, joilla on oman alansa taitojen lisäksi hyvät perustiedot tietojenkäsittelytieteestä. Tietojenkäsittelyalan tehtäviin voikin valmistua, paitsi opiskelemalla tietojenkäsittelytiedettä pääaineena, myös opiskelemalla sovellusala pääaineena ja tietojenkäsittelytiedettä vahvana sivuaineena. Tietojenkäsittelysovelluksista kiinnostuneille suositellaan jälkimmäistä tapaa.

Tietojenkäsittelytiede on tieteenalana harvinaisen monipuolinen. Erityisalasta riippuen sen luonne saattaa olla hyvinkin erilainen: matematiikan kaltainen abstrakti metoditiede, järjestelmien käyttäytymistä tutkiva kokeellinen luonnontiede tai järjestelmiä rakentava insinööritiede. Tietojenkäsittelytiedettä pääaineena opiskelevan onkin mahdollista liittää tutkintoonsa sivuaineita, jotka merkittävästi tukevat ja laajentavat osaamista myös pääaineessa.

Tietojenkäsittelytieteen tutkimuskohteena ovat ne algoritmeihin perustuvat menetelmät ja prosessit, joilla informaatiota kuvataan ja muunnetaan: niiden teoria, analyysi, suunnittelu, toteuttaminen ja soveltaminen. Tällaiset menetelmät voidaan ohjelmoida tietokoneohjelmiksi, jotka kone pystyy suorittamaan "automaattisesti". Tietojenkäsittelytieteen peruskysymys on: Mitä voidaan automatisoida ja miten tämä tapahtuu tehokkaasti? Tietojenkäsittelytiede onkin perusluonteeltaan vahvasti konstrukttiivinen ja kokeileva oppiaine, jossa käytännön harjoitustöillä on merkittävä rooli. Tietojenkäsittelytieteen opiskelijat sijoittuvat yleensä asiantuntijoiksi liike-elämän ja hallinnon atk-tehtäviin, tietojenkäsittelyalan ja IT-sektorin innovatiivisiin kehitystehtäviin sekä alan opetukseen ja tutkimukseen. Tutkimus- ja kehitystehtävistä kiinnostuneille tietojenkäsittelytiede on nopeasti kehittyvänä tieteenä varteenotettava vaihtoehto: alan tutkimus tarjoaa haastavia ja merkittäviä ongelmia, joiden ratkaisuille on usein välittömiä käytännöllisiä ja teollisia sovelluksia.

## Tutkinnot, suuntautumisvaihtoehdot ja erikoistumislinjat

Tietojenkäsittelytieteen koulutusohjelmassa voi suorittaa perustutkintona luonnontieteiden kandidaatin (LuK) tutkinnon, jonka laajuus on 120 ov, tai filosofian maisterin (FM) tutkinnon, jonka laajuus on 160 ov. LuK-tutkinnon voi päätoimisesti opiskellen suorittaa kolmessa vuodessa. LuK-tutkinto on myös sopiva välitavoite, vaikka tavoitteena olisi FM-tutkinto tai jatko-opinnot; pakollinen se ei kuitenkaan ole. FM-tutkinto on suunniteltu opiskeltavaksi viidessä vuodessa. Jatkotutkintona voi suorittaa filosofian lisensiaatin (FL) ja filosofian tohtorin (FT) tutkinnot. Tutkintojen yksityiskohtainen rakenne selviää tutkintovaatimuksista.

Tietojenkäsittelytieteen pääaineopinnot alkavat cum laude approbatur -oppimäärän suorittamisella. Pääosa oppiaineksesta on yhteistä kaikille opiskelijoille laudatur-vaiheen erikoistumisesta riippumatta. Cum laude approbatur -oppimäärä muodostaa LuK-tutkinnon rungon. FM-tutkintoa varten on suoritettava laudatur-oppimäärä, jossa on viisi suuntautumisvaihtoehtoa: tietojenkäsittelyn, sovelletun tietojenkäsittelyn, opettajan, tietokonematemaatikon sekä bioinformatiikan ja laskennallisen biologian suuntautumisvaihtoehto.

Tietojenkäsittelyn suuntautumisvaihtoehto on laajin ja jakautuu useiksi erikoistumislinjoiksi. Koulutus tähtää alan asiantuntija-, kehitys- ja johtotehtäviin tai tutkijanuralle. Erikoistumislinjoja kuvataan tarkemmin luvussa ”Opintojen suunnittelu” ja suuntautumisvaihtoehtojen kotisivuilla, ks. <http://www.cs.helsinki.fi/opiskelu/suunta.html>.

Bioinformatiikan ja laskennallisen biologian suuntautumisvaihtoehto on tarkoitettu biologisten sovellusten tarvitsemien laskennallisten menetelmien kehittämiseen kiinnostuneille.

Opettajan suuntautumisvaihtoehto on väylä tietotekniikan aineenopettajaksi. Tietotekniikan opettajia tarvitaan peruskoulun ja lukion lisäksi myös yritysten koulutustehtävissä, ammatillisissa oppilaitoksissa sekä korkeakouluissa.

Sovelletun tietojenkäsittelyn suuntautumisvaihtoehto on tarkoitettu henkilöille, jotka haluavat opiskella tavallista enemmän jotakin sivuainetta pystyäkseen kehittämään jonkin sovellusalan tarvitsemää tietotekniikkaa.

Tietokonematemaatikon suuntautumisvaihtoehto toteutetaan yhteistyössä matematiikan laitoksen kanssa, ja tutkintoon kuuluu kurssipohjaisia opintoja yhtä paljon kummastakin; oleellinen ero on pro gradu -tutkielma, joka tehdään pääaineessa.

Opettajan, sovelletun tietojenkäsittelyn ja tietokonematemaatikon suuntautumisvaihtoehdossa vaaditaan tietojenkäsittelytieteen opintoja hieman vähemmän ja vastaavasti sivuaineiden opintoja hieman enemmän kuin tietojenkäsittelyn suuntautumisvaihtoehdossa.

Tietojenkäsittelyn suuntautumisvaihtoehtoon ja sen erikoistumislinjoille hakeudutaan ilman erityistä valintaa suorittamalla tutkintovaatimuksissa mainitut opinnot. Linjat tiedottavat laudaturin valinnaisiksi soveltuvista kursseista ja kurssiyhdistelmän mahdollisesta sopimismenettelystä verkkosivuillaan. Bioinformatiikan ja laskennallisen biologian, sovelletun tietojenkäsittelyn ja tietokonematemaatikon suuntautumisvaihtoehtojen valinta suoritetaan sopimalla kirjallisesti tutkinnon sisältö suuntautumisvaihtoehdon vastuuprofessorin kanssa. Opettajan suuntautumisvaihtoehtoon on erillinen valinta, johon voi osallistua suorittettuaan 9 ov tietojenkäsittelytieteen cum laude approbatur -opintoja (ks. myös opinto-oppaan kohta ”Aineenopettajankoulutus”).

Pro gradu -tutkielma tehdään pääsääntöisesti saman suuntautumisvaihtoehdon tai erikoistumislinjan aihepiiristä kuin pakolliset laudaturkurssit. Tutkielman aihe sovitaan aina linjan vastuuprofessorin kanssa. Linjajaon ylittävä tutkielma-aihe voi vaatia tutkielmatyötä tukevia muiden linjojen kursseja ennen tutkielman aloittamista. Erityisesti sovelletun tietojenkäsittelyn suuntautumisvaihtoehdossa on otettava ajoissa (tutkinnon sisällöstä sovittaessa) huomioon sivuaineiden lisäksi pääaineen opintojaksojen yhdistelmä myös tutkielma-aiheen kannalta.

## Tutkijalinja

Tietojenkäsittelytieteen tutkijalinja kokoaa piiriinsä opiskelijoita, joilla on tavoitteena tutkimus- ja kehitystyö tietojenkäsittelytieteen tai tietotekniikan alalla.

Tutkijalinjan opiskelijat tähtäävät tietojenkäsittelytieteen jatkotutkinnon suorittamiseen välitavoitteenaan filosofian maisterin tutkinnon nopea suorittaminen. Linjan toiminta kohdistuu

lähinnä 2.-4. vuosien opiskelijoihin. Laudatur-opintojen loppuvaiheessa linjan opiskelijat siirtyvät tutkimusryhmiin tai tutkijakouluihin (HeCSE, ComBi, KIT).

Linjalle valitaan vuosittain toukokuussa noin 10 opiskelijaa, jotka muodostavat oman, seuraavana syksynä toimintansa aloittavan opettajatuutorintiryhmän. Valinta perustuu opintomenestykseen ja haastatteluun. Opinnoissaan hyvin edennyt opiskelija voi pyrkiä linjalle myös myöhemmin kuin ensimmäisen opintovuoden keväällä.

Tutkijalinjalla ei ole omia tutkintovaatimuksia, mutta tiettyjä kursseja voidaan suositella linjan opiskelijoille. Yleissuosituksena on matematiikan cum laude approbatur -oppimäärän suorittaminen. Lisäksi linjan opiskelijoille pyritään tarjoamaan tutkimussuuntautunutta opetusta, haasteellisempia omia harjoitustöitä sekä kesätyöpaikkoja laitoksen tutkimusprojekteissa. Linjan opiskelijat saavat käyttöönsä työtilan ja harjoitustöiden tekemistä varten kannettavan tietokoneen.

## Opintoneuvonta

Tietoa laitoksesta, opetuksesta ja tutkimusryhmistä on tarjolla laitoksen web-palvelimessa ja ilmoitustauluilla.

Opintoihin liittyvät keskeiset tiedot löytyvät www-sivulta <http://www.cs.helsinki.fi/opiskelu/>. Ajankohtaiset tiedot opetuksesta saa kyseistä lukukautta koskevasta tarkistetusta opetusohjelmasta, joka ilmestyy ennen lukukauden alkua laitoksen web-palvelimeen ja 2. kerroksen ilmoitustaululle. Opintojaksojen sisältö ja koevaatimukset on selitetty kurssikuvauksissa, jotka löytyvät web-sivulta <http://www.cs.helsinki.fi/kurssit/>.

Henkilökohtaista opintoneuvontaa annetaan huoneessa A232 (puh. 191 xxxxx). Opintoneuvonnan vastaanottoajat luetellaan sivulla <http://www.cs.helsinki.fi/opintoneuvonta/>. Opintoneuvontaa laudatur- ja jatko-opintoja koskevissa asioissa antavat suuntautumisvaihtoehtojen ja erikoistumislinjojen vastuuprofessorit vastaanottoaikoinaan. Yksittäistä opintojaksoa koskevia tietoja saa opintojakson opettajalta.

Yleisissä tutkintovaatimuksiin liittyvissä kysymyksissä voi kääntyä opintoesimies Hannu Erkiön puoleen.

## Tärkeitä päivämääriä

Tietojenkäsittelytieteen ensimmäisen vuoden pääaineopiskelijoille järjestetään neuvontatilaisuus torstaina 2.9.2004 kello 9-12 Auditoriossa A111, Exactum, 1. kerros. Uusille opiskelijoille hyödyllistä tietoa saa lisäksi opintoihin orientoivassa jaksossa ja siihen liittyvässä pienryhmäohjauksessa. Pienryhmätoimintaan osallistuminen on tärkeää opintojen käynnistämisessä ja yliopistoyhteisöön tutustumisessa.

Oheiseen listaan on kerätty opiskelun kannalta tärkeitä lukuvuoden 2004 - 2005 päivämääriä.

Syksy 2004:

- Syyslukukauden opetusohjelma ilmestyy 10.8.
- Uusien pääaineopiskelijoiden neuvontatilaisuus Auditoriossa A111 to 2.9. klo 9-12.
- Uusien sivuaineopiskelijoiden neuvontatilaisuus Auditoriossa B123 pe 3.9 klo 13-16.
- Uusien pääaineopiskelijoiden tiiviskurssi Tietokone työvälineenä alkaa pe 3.9. klo 12-14.
- Pääaineopiskelijoiden kurssi-ilmoittautuminen alkaa to 2.9. klo 9.00.

- Sivuaineopiskelijoiden kurssi-ilmoittautuminen alkaa pe 3.9. klo 9.00.
- Opettajatuutorointiin ilmoittautuminen (kurssi-ilmoittautumisen muodossa) ma 13.9. mennessä
- Opetus alkaa ma 13.9. (Tietokone työvälineenä –kurssi 3.9.)
- Läsnaolevaksi ilmoittautuminen 15.9. mennessä
- Gradu käyntiin -tilaisuus ma 20.9. klo 16-18.
- Pääaineopiskelijoiden kurssi-ilmoittautuminen loppulukukauden kursseille alkaa ti 5.10. klo 9.00
- Sivuaineopiskelijoiden kurssi-ilmoittautuminen loppulukukauden kursseille alkaa ke 6.10. klo 9.00
- Gradu käyntiin -tilaisuus ma 1.11. klo 16-18.
- Ilmoittautuminen kevään ohjelmistotuotantoprojekteihin 1.-19.11.
- Ilmoittautuminen kevään tieteellisen kirjoittamisen kurssille 1.-19.11.
- Ilmoittautuminen kevään seminaareihin ja ennakkoilmoittautumista vaativille kursseille 1.-19.11.
- Kevätlukauden opetusohjelma ilmestyy 30.11.
- Opetus päättyy 10.12.

#### Kevät 2005:

- Kevätlukukauden opetusohjelma ilmestyy 30.11.2004.
- Keväällä aloittavien uusien opiskelijoiden neuvontatilaisuus Auditoriossa B123 ma 10.1. klo 12-15
- Pääaineopiskelijoiden kurssi-ilmoittautuminen alkaa ti 11.1. klo 9.00
- Sivuaineopiskelijoiden kurssi-ilmoittautuminen alkaa ke 12.1. klo 9.00
- Opetus alkaa ma 17.1.
- Gradu käyntiin -tilaisuus ma 24.1. klo 16-18.
- Pääaineopiskelijoiden kurssi-ilmoittautuminen loppulukukauden kursseille alkaa ti 22.2. klo 9.00
- Sivuaineopiskelijoiden kurssi-ilmoittautuminen loppulukukauden kursseille alkaa ke 23.2. klo 9.00
- Opettajalinjalle haku päättyy xxx.3. kello 15.45 ??? tiedekunnasta ...
- Pääsiäisloma on 24.-30.3.
- Kesän opetusohjelma ilmestyy 31.3.
- Gradu käyntiin -tilaisuus ma 11.4. klo 16-18.
- Ilmoittautuminen kesän ohjelmistotuotantoprojekteihin 4.-22.4.
- Ilmoittautuminen kesän opetukseen alkaa ma 18.4. klo 9.00
- Ilmoittautuminen syksyn tieteellisen kirjoittamisen kurssille 9.-25.5.
- Ilmoittautuminen syksyn ohjelmistotuotantoprojekteihin 9.-25.5.
- Ilmoittautuminen syksyn seminaareihin ja ennakkoilmoittautumista vaativille kursseille 9.-25.5.
- Tutkijalinjalle haku päättyy ma 9.5.
- Opetus päättyy viimeistään ti 10.5.

#### Kesä 2005:

- Kesän opetusohjelma ilmestyy 31.3.
- Ilmoittautuminen opetukseen alkaa ma 18.4. klo 9.00

## Tutkintovaatimukset

## Perustutkinnot

### LUONNONTIETEIDEN KANDIDAATIN TUTKINTO (vähintään 120 OV)

1. Tietojenkäsittelytieteen cum laude approbatur -oppimäärä (vähintään 55 ov) , johon sisältyy kypsyysnäyte
2. Sivuaineoppimääriä vähintään 45 ov
3. Muut opinnot vähintään 6 ov

Kandidaatintutkielma sisältyy laitoksella suoritettuun tieteellisen kirjoittamisen kurssiin (ei hyväksiluettuun). Myös opettajaksi aikova voi suorittaa LuK-tutkinnon, mutta sillä ei saa opettajan kelpoisuutta.

### FILOSOFIAN MAISTERIN TUTKINTO (vähintään 160 OV)

Tietojenkäsittelytieteen laudatur-oppimäärään tulee sisältyä kypsyysnäyte.

Tietojenkäsittelyn suuntautumisvaihtoehto:

1. Laudatur-oppimäärä (vähintään 95 ov)
2. Sivuaineoppimääriä (vähintään 45 ov)
3. Muut opinnot (vähintään 6 ov)

Sovelletun tietojenkäsittelyn suuntautumisvaihtoehto:

1. Laudatur-oppimäärä (vähintään 80 ov)
2. Sivuaineoppimääriä (vähintään 60 ov)
3. Muut opinnot (vähintään 6 ov)

Opettajan suuntautumisvaihtoehto:

1. Laudatur-oppimäärä (vähintään 75 ov)
2. Sivuaineoppimääriä (vähintään 70 ov)
3. Muut opinnot (vähintään 6 ov)

Tietokonematemaatikon suuntautumisvaihtoehto:

1. Laudatur-oppimäärä (vähintään 76 ov)
2. Sivuaineoppimääriä (vähintään 75 ov), joista yhden on oltava vähintään 60 ov:n matematiikan oppimäärä
3. Muut opinnot (vähintään 6 ov)

Bioinformatiikan ja laskennallisen biologian suuntautumisvaihtoehto:

1. Laudatur-oppimäärä (vähintään 95 ov)
2. Sivuaineoppimääriä (vähintään 45 ov)
3. Muut opinnot (vähintään 6 ov)

## 1. Pääaineopinnot

584201 TIETOJENKÄSITTELYTIEEEN CUM LAUDE APPROBATUR -OPPIMÄÄRÄ (46-69 OV)

581324 Tietokone työvälineenä, 2 ov

581325	Ohjelmoinnin perusteet, 3 ov
581326	Java-ohjelmointi, 2 ov
581327	Johdatus sovellussuunnitteluun, 2 ov
581328	Tietokantojen perusteet, 2 ov
58160	Ohjelmoinnin harjoitustyö, 2 ov
581305	Tietokoneen toiminta, 2 ov
581329	Tietokantasovellusten harjoitustyö, 2 ov
581330	Ohjelmoinnin ja laskennan perusmallit, 2 ov
58131	Tietorakenteet, 4 ov
581331	Käyttöjärjestelmät I, 2 ov
581332	Rinnakkaisohjelmistot, 2 ov
581333	Tietoliikenne I, 2 ov
58161	Tietorakenteiden harjoitustyö, 2 ov
581334	Tietokannan hallinta, 2 ov
581259	Ohjelmistotuotanto, 3 ov
581260	Ohjelmistotuotantoprojekti, 6 ov
58110	Tieteellisen kirjoittamisen kurssi, 4 ov

Cum laude approbatur -oppimäärään voi liittää lisäksi valinnaisia cum laude approbatur -opintojaksoja ja laudatur-opintojaksoja.

#### TIETOJENKÄSITTELYTIETEEN LAUDATUR-OPPIMÄÄRÄ

Laudatur-oppimäärään kuuluu joukko kaikille pakollisia opintoja sekä joukko suuntautumisvaihtoehto- tai erikoistumislinjakohtaisesti määriteltyjä pakollisia ja valinnaisia opintoja. Linjakohtaisten minimiopintojen lisäksi laudaturiin sisällytetään tarvittava määrä (muissa paitsi tietokonematemaatikon suuntautumisvaihtoehdossa vähintään 6 ov) vapaavalintaisia tietojenkäsittelytieteen laudatur- ja cum laude approbatur -opintoja.

Erikoistumislinjan aihepiiriin soveltuvia laudatur-opintojaksoja voi sopimuksen mukaan ottaa myös toiselta erikoistumislinjalta, toisesta suuntautumisvaihtoehdosta, toisesta koulutusohjelmasta tai toisesta korkeakoulusta; soveltuvia laudatur-kursseja ja seminaareja luetellaan erikoistumislinjojen kuvauksissa opinto-oppaassa ja verkossa.

#### Tietojenkäsittelyn suuntautumisvaihtoehto (vähintään 95 ov)

Kaikille erikoistumislinjoille yhteiset opinnot:

584201	Tietojenkäsittelytieteen cum laude -oppimäärä, väh. 46 ov
581336	Laskennan teoria, 3 ov
Seminaareja, vähintään 4 ov	
50131	Pro gradu -tutkielma, 16 ov

#### Algoritmien erikoistumislinja

58053 Algoritmien suunnittelu ja analyysi, 5 ov  
Vähintään 15 ov muita linjan aihepiiriin soveltuvia laudatur-kursseja.

#### Älykkäiden järjestelmien erikoistumislinja

Vähintään 20 ov linjan aihepiiriin soveltuvia laudatur-kursseja.

### **Ohjelmistotekniikan erikoistumislinja**

- 581358 Ohjelmistoarkkitehtuurit, 3 ov  
581359 Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen laatu, 3 ov  
Vähintään 14 ov muita linjan aihepiiriin soveltuvia laudatur-kursseja.

### **Hajautettujen järjestelmien ja tietoliikenteen erikoistumislinja**

- 581363 Käyttöjärjestelmät II, 2 ov  
581364 Tietoliikenne II, 2 ov  
581365 Tietokoneen rakenne, 2 ov  
581366 Spesifioinnin ja verifioinnin perusteet, 2 ov  
581350 Hajautetut järjestelmät, 3 ov  
Vähintään 9 ov muita linjan aihepiiriin soveltuvia laudatur-kursseja.

### **Informaatiojärjestelmien erikoistumislinja**

- 581353 Tietokannan mallinnus, 2 ov  
581354 Tietokantarakenteet ja -algoritmit, 4 ov  
Vähintään 14 ov muita linjan aihepiiriin soveltuvia laudatur-kursseja.

### **Sovelletun tietojenkäsittelyn suuntautumisvaihtoehto (vähintään 80 ov)**

- 584201 Tietojenkäsittelytieteen cum laude -oppimäärä, väh. 46 ov  
50131 Pro gradu -tutkielma, 16 ov  
Seminaareja, vähintään 2 ov  
Laudatur-opintojaksoja sopimuksen mukaan, vähintään 10 ov.

### **Opettajan suuntautumisvaihtoehto (vähintään 75 ov)**

- 584201 Tietojenkäsittelytieteen cum laude -oppimäärä, väh. 46 ov  
581336 Laskennan teoria, 3 ov  
58037 Tietokoneavusteiset oppimisympäristöt, 4 ov  
Seminaareja, vähintään 2 ov  
50131 Pro gradu -tutkielma, 10 ov  
Valinnaisia laudatur-kursseja, vähintään 4 ov.

### **Tietokonematematiikan suuntautumisvaihtoehto (vähintään 76 ov)**

- Tietojenkäsittelytieteen cum laude -oppimäärän opintojaksoja, vähintään 40 ov  
Tietojenkäsittelytieteen laudatur-opintojaksoja sopimuksen mukaan, vähintään 18 ov  
Tietojenkäsittelytieteen seminaareja, vähintään 2 ov  
50131 Pro gradu -tutkielma 16 ov

### **Bioinformatiikan ja laskennallisen biologian suuntautumisvaihtoehto (vähintään 95 ov)**

- 584201 Tietojenkäsittelytieteen cum laude -oppimäärä, väh. 46 ov  
582313 Bioinformatiikan perusteet, 3 ov  
581336 Laskennan teoria, 3 ov  
Aihepiiriin soveltuvia laudatur-kursseja sopimuksen mukaan, vähintään 17 ov  
Seminaareja, vähintään 4 ov  
50131 Pro gradu -tutkielma, 16 ov



## 2. Sivuaineopinnot

Sivuaineoppimääriä tulee olla vähintään kaksi. Sivuaineoppimäärä voi olla Helsingin yliopiston jonkin aineen oppimäärä, toisessa yliopistossa tai korkeakoulussa suoritettu oppimäärä, matemaattis-luonnontieteellisessä tiedekunnassa suoritettu menetelmätieteiden oppimäärä, Teknillisen korkeakoulun ja Helsingin kauppakorkeakoulun opintoihin perustuva ohjelmistoliiketoiminnan oppimäärä tai tietojenkäsittelytieteen laitoksen hyväksymä muualla suoritettujen opintojen hyväksilukemiseen perustuva oppimäärä. Sivuaineyhdistelmissä on suuntautumisvaihtoehtokohtaisia eroja seuraavasti:

### a) tietojenkäsittelyn suuntautumisvaihtoehdossa (väh. 45 ov)

Matematiikan approbatur-oppimäärä (väh. 15 ov) tai menetelmätieteiden approbatur-oppimäärä (väh. 20 ov)

Minimikokoa laajemman matematiikan approbaturin tai cum laude approbatur -oppimäärän suorittaminen on suositeltavaa. Kurssivalinnoissa suositellaan erityisesti seuraavia:

Analyysin peruskurssi, 5 ov tai Differentiaali- ja integraalilaskenta I, 5+6 ov

Lineaarialgebra I, 5 ov

Algebra I, 5 ov

Diskreetti matematiikka I, 5 ov

Logiikka I, 5 ov

Todennäköisyyslaskenta I, 5 ov

Muut sivuaineoppimäärät ovat tutkintosäännön 8 §:n asettamissa rajoissa vapaasti valittavissa.

### b) Sovelletun tietojenkäsittelyn suuntautumisvaihtoehdossa (väh. 60 ov):

Sivuaineoppimääriä on oltava vähintään kaksi. Sivuaineiden valinnasta sovitaan laitoksen kanssa opiskelijakohtaisesti.

### c) Opettajan suuntautumisvaihtoehdossa (väh. 70 ov):

**Toisen opettavan aineen cum laude approbatur -oppimäärä (35 ov).** Toisen opettavan aineen voi valita vapaasti. Tavallisin valinta on matematiikka.

**Opettajan pedagogiset opinnot (35 ov).** Tästä opintokokonaisuudesta vastaa käyttäytymistieteellinen tiedekunta.

### d) Tietokonematematiikan suuntautumisvaihtoehdossa (väh. 75 ov):

Tutkintoon tulee sisältyä vähintään kaksi sivuaineoppimäärää, joista toisen on oltava vähintään 60 ov:n matematiikan oppimäärä, ks. matematiikan tutkintovaatimukset.

### e) Bioinformatiikan ja laskennallisen biologian suuntautumisvaihtoehdossa (väh. 45 ov):

Vähintään kaksi sivuaineoppimäärää, joista sovitaan laitoksen kanssa opiskelijakohtaisesti. Suositeltavia ovat erityisesti menetelmätieteiden tai matematiikan oppimäärä ja jokin biologisten tieteiden oppimäärä.

### **580096 Menetelmätieteiden approbatur-oppimäärä tietojenkäsittelytieteen opiskelijoille (20-34 ov)**

Menetelmätieteisiin kuuluvia matematiikan opintojaksoja, vähintään 10 ov

Menetelmätieteisiin kuuluvia tilastotieteen opintojaksoja, vähintään 10 ov

Oppimäärään ei voi sisällyttää tietojenkäsittelytieteen opintojaksoja.

Menetelmätieteiden opintojaksot esitellään opinto-oppaan luvussa ”Menetelmätieteiden sivuaineoppimäärät”.

### **580094 Ohjelmistoliiketoiminnan sivuaineoppimäärä (vähintään 15 ov)**

Sivuaineoppimäärään kuuluu Helsingin kauppakorkeakoulun ja Teknillisen korkeakoulun opintoja sekä mahdollisesti tietojenkäsittelytieteen opintojakso 582416 Ohjelmistoliiketoimintaprojekti, 2 ov. Oppimäärän sisällöstä sovitaan opiskelijakohtaisesti niin, että oppimäärän minimilaaajuus täyttyy ja opintoja on seuraavilta kolmelta alueelta:

Ohjelmistoliiketoiminnan suunnittelu ja johtaminen (väh. 4 ov)

Tietotekniikkaoikeus (väh. 4 ov)

Liiketoiminnan tietotekniikka (väh. 4 ov)

### **3. Muut opinnot**

#### **Pakolliset opinnot (vähintään 6 ov)**

Orientoivat opinnot, 1 ov

Toinen kotimainen kieli, 2 ov

Vieras kieli, 1–2 ov

Osallistuminen opettajatuutorointitoimintaan (581256) neljän lukukauden ajan, 1 ov

581355 Tietojenkäsittelytieteen esittely, 1 ov

Vapaasti valittavia opintoja siten, että tutkinnon kokonaislaajuus täyttyy.

Tietojenkäsittelytieteen ylimääräisiä opintojaksoja ei sisällytetä muihin opintoihin, vaan ne liitetään tietojenkäsittelytieteen oppimääriin ylimääräisinä suorituksina.

### **Jatkotutkinnot**

#### **FILOSOFIAN LISENSIAATIN TUTKINTO**

1. Pää- ja sivuaineen opintoja 40 ov siten kuin opiskelijan opintosuunnitelmassa sovitaan.
2. Licensiaatintutkimus.

#### **FILOSOFIAN TOHTORIN TUTKINTO**

1. Filosofian liseniaatin tutkinto tietojenkäsittelytieteen koulutusohjelmassa tai pää- ja sivuaineopinnot kuten filosofian liseniaatin tutkinnon vaatimusten kohdassa 1.
2. Väitöskirja.

Sivuaineen opintojen on oltava vähintään cum laude approbatur -opintoja ja niiden on muodostettava hyväksyttävä, pääaineopintoja ja tutkimustyötä tukeva kokonaisuus.

Jos jatko-opiskelijan perustutkinto on muu kuin tietojenkäsittelytieteen FM-tutkinto, opintosuunnitelmaan voidaan edellyttää sisällytettäväksi enemmän tietojenkäsittelytieteen opintoja, jolloin kokonaismäärä voi ylittää 40 ov.

## Tietojenkäsittelytieteen oppimäärät sivuaineopiskelijoille

### 584101 TIETOJENKÄSITTELYTIETEEN APPROBATUR-OPPIMÄÄRÄ (15-34 OV)

- 581324 Tietokone työvälineenä, 2 ov
- 581325 Ohjelmoinnin perusteet, 3 ov
- 581326 Java-ohjelmointi, 2 ov (tai jokin muu vastaava ohjelmointikurssi)
- 581327 Johdatus sovellussuunnitteluun, 2 ov
- 581328 Tietokantojen perusteet, 2 ov

Ainakin toinen seuraavista:

- 58160 Ohjelmoinnin harjoitustyö, 2 ov
- 581329 Tietokantasovellusten harjoitustyö, 2 ov

Valinnaisia tietojenkäsittelytieteen opintojaksoja vähintään 2 ov.

### 584202 TIETOJENKÄSITTELYTIETEEN CUM LAUDE APPROBATUR -OPPIMÄÄRÄ (35-69 OV)

- 584101 Approbatur-oppimäärä, vähintään 15 ov
- 58160 Ohjelmoinnin harjoitustyö, 2 ov (ellei sisälly approbatur-oppimäärään)
- 581329 Tietokantasovellusten harjoitustyö, 2 ov (ellei sisälly approbatur-oppimäärään)
- 581305 Tietokoneen toiminta, 2 ov
- 58131 Tietorakenteet, 4 ov
- 58161 Tietorakenteiden harjoitustyö, 2 ov

Valinnaisia cum laude approbatur- tai laudatur-opintojaksoja vähintään 10 ov (12 ov, jos molemmat harjoitustyöt sisältyvät approbatur -oppimäärään). Näihin on sisällyttävä kaksi seuraavista:

- 581332 Rinnakkaisohjelmistot, 2 ov
- 581331 Käyttöjärjestelmät I, 2 ov
- 581333 Tietoliikenne I, 2 ov
- 581334 Tietokannan hallinta, 2 ov
- 581330 Ohjelmoinnin ja laskennan perusmallit, 2 ov
- 581264 Tutkimustiedonhallinnan peruskurssi, 3 ov

### 584310 TIETOJENKÄSITTELYTIETEEN SIVULAUDATUR-OPPIMÄÄRÄ (väh. 70 ov)

- 584202 Cum laude approbatur -oppimäärä (väh. 46 ov; pääaineoppimäärän mukaisena)
  - Seminaareja (väh. 2 ov)
  - 581344 Sivulaudaturtutkielma (10 ov)
- Valinnaisia laudatur-opintojaksoja (väh. 12 ov)

## Ohjeita ja sääntöjä

Tietojenkäsittelytieteen opiskelu perustuu vahvasti opetuksen hyväksikäyttöön ja tekemiseen eikä vain lukemiseen. Tavanomaiseen kurssiin kuuluu luentoja ja eri tavoin ohjattuja harjoituksia sekä usein harjoitustöitä. Luentojen seuraaminen ohjaa löytämään oleellisen kirjallisesta materiaalista. Laboratoriotöissä opitaan asioiden soveltamista itsenäisesti tai ryhmässä.

Opetusmenetelmiä on kehitetty opiskelijakeskeiseen suuntaan ja kurssien toteutustavat vaihtelevat. Pelkkä opetuksen seuraaminen ei johda hyvään oppimistulokseen; ratkaisevaa on opiskelijan omakohtainen työ. Opintojen suunnittelun perussääntö on, että tavanomaisen kurssin **omatoimiseen opiskeluun tulee varata vähintään yhtä paljon aikaa kuin ohjattuunkin**. Luentojen määrä opintojaksoa (ja opintoviikkoa) kohti vaihtelee; lukujärjestykseen ei pidä pakata kaikkia opintojaksoja, joiden luennot näytävät mahtuvan mukaan.

Osa kursseista opiskellaan pienryhmätyöskentelyä ja opiskelijoiden yhdessä oppimista erityisesti korostaen. Harjoitusryhmä jaetaan pienempiin **opintopiireihin**, joissa ratkaistaan harjoitustehtäviä annetun aikataulun mukaisesti. Opintopiirit kokoontuvat säännöllisesti yhteen keskustelemaan tehtävien ratkaisuperiaatteista ja esittelemään ratkaisuja. Muita uusia opetusmuotoja ovat itsenäisesti käytettäväksi tarkoitettuun verkkomateriaaliin voimakkaasti tukeutuvat opintojaksot sekä yhdessä muiden yliopistojen kanssa järjestetyt videoidut virtuaalikurssit (valtakunnallinen virtuaaliyliopistohanke OSCu).

Työssäkäynti lukukausien aikana johtaa yleensä opintojen huomattavaan pitkittymiseen, jopa katkeamiseen. Erityisesti on huomattava, että keskittynyttä ja pitkäjänteistä työskentelyä vaativia opintojaksoja, kuten pro gradu -tutkielman laatimista, on vaikea sovittaa yhteen säännöllisen työssäkäynnin kanssa. Toisaalta kesäharjoittelu on ammattitaidon kehittymisen kannalta suositeltavaa.

On tärkeää, että opinnot etenevät oikeassa järjestyksessä niin, että kunkin opintojakson tarvitsemat esitiedot on hankittu ennen kyseisen opintojakson opiskelua. Oppaan kohdissa ”Kurssien välisiä riippuvuuksia” ja Opintojen ajoitusmalli” selitetään tätä tarkemmin.

#### Luentokurssit ja erilliskokeet

Luentokurssien laajuus vaihtelee yleensä 2-5 opintoviikkoon. Sekä syys- että kevätlukukausi jaetaan periaatteessa kahteen noin kuuden viikon periodiin. Lyhyet kurssit kestävät yhden periodin, pidemmät jatkuvat periodirajan yli.

Kursseja voi yleisesti ottaen suorittaa kahdella tavalla: luentokurssilla ja erilliskokeella. Molempiin ilmoittaudutaan etukäteen muualla ilmoitettujen aikarajojen ja ohjeiden mukaan. Luentokurssille ilmoittautumiseen liittyy yleensä harjoitusryhmän tai vastaavan valinta; luentokurssille ilmoittaudutaan siis harjoitusryhmän kautta.

Luentokurssi sisältää yleensä **luennot** sekä yhden tai kaksi **kurssikoetta**. Kurssiin voi sisältyä myös **harjoituksia, harjoitustöitä ja opintopiirejä**, jotka voivat olla kurssin suorituksen pakollisia osia ja joista voi saada arvosanaan vaikuttavia pisteitä. Kurssilla noudatettava suorituskäytäntö ja osasuoritusten määräajat ilmoitetaan viimeistään kurssin alkaessa. Määräaikoja on noudatettava. Yleensä luentokursseilla on myös mahdollisuus osallistua myöhemmin järjestettävään erillis- tai uusintakokeeseen.

**Erilliskoe** on muodollisesti luentokurssista riippumaton koe, joka perustuu kurssikuvauksessa määritellyyn materiaaliin. Erilliskokeen vaatimukset vastaavat yleensä viimeksi luennoitun kurssin asiasisältöä. Erilliskokeessa ei yleensä vaadita osallistumista edeltävään opetukseen. Kuitenkin kursseilla, joilla luentokurssiin liittyviä opetusmuotoja (harjoituksia, harjoitustöitä) pidetään erityisen tärkeinä, on erilliskokeen sijasta vain mahdollisuus **uusintakokeeseen**, jossa vaaditaan

samat suorituskomponentit kuin alkuperäisessä kurssikokeessa. Kokeiden aikataulu kerrotaan web-sivulla <http://www.cs.helsinki.fi/kokeet/>.

Useimmille opiskelijoille luentokurssiin ja kurssikokeeseen perustuva suoritus on erilliskoetta sopivampi opiskelumuoto. Perusteellinenkaan omatoiminen harjoittelu ei yleensä korvaa luentokurssin yhteydessä annettua opetusta ja erimuotoista harjoittelua. Kurssien suoritustavat selviävät kurssikuvauksista, jotka löytyvät sivulta <http://www.cs.helsinki.fi/kurssit/>.

Syksyllä 2002 aloitetun käytännön mukaisesti tietojenkäsittelytieteen laitoksen **cum laude approbatur -kurseille voi osallistua luentokurssimuotoisesti eli harjoitusryhmäpaikan varaamalla vain kahdesti**. Osallistumiskerraksi tulkitaan ilmoittautuminen, jota ei ole peruttu kurssikohtaisena määräaikana, yleensä ensimmäisen harjoitusviikon loppuun mennessä. Kurssin luennoija voi perustellusta syystä myöntää oikeuden lisäyritykseen. Sääntöä sovellettaessa ei lasketa ennen syksyä 2002 tehtyjä osallistumisia. Erilliskokeilla suorittamiseen ei liity lukumäärärajoituksia.

Aloitetun käytännön tavoitteena on rohkaista suunnitelmalliseen opiskeluun eikä vaikeuttaa opintoja. Samalla laitoksen opetusresurssit voidaan käyttää tarkoituksenmukaisesti esimerkiksi perustamalla lisäryhmiä sinne, missä niitä todella tarvitaan.

Useimmista kursseista annetaan arvosana, joka määräytyy kurssikohtaisesti eri osatekijöistä saatujen pistemäärien perusteella. Alimman hyväksytyin arvosanan 1-/3 saavuttamiseksi tarvitaan yleensä noin puolet maksimipistemäärästä ja arvosanan 3/3 saavuttamiseksi noin 5/6 maksimipistemäärästä.

Jotkin kurssit saatetaan pitää englanninkielisinä, mikäli osallistujien joukossa on ulkomaalaisia opiskelijoita, ja osa pidetään varmasti englanniksi. Katso tarkemmin opinto-oppaan kohdat ”Annettava opetus” ja ”Computer Science Courses in English”.

## Laboratoriotyöt

Laboratoriotöissä syvennetään ja havainnollistetaan luennoilla opittuja tietoja toteuttamalla konkreettisia ohjelmointi- ja suunnittelutehtäviä. Työt suoritetaan erillisinä laboratorioskursseina. Laboratorioskursseille osallistuminen edellyttää, että sen pohjana olevat edeltävät luentokurssit (tai erilliskokeet) on suoritettu ennen laboratorioskurssin aloitusta. Laboratoriotyö suositellaan tehtäväksi heti kun vaaditut luentokurssit on suoritettu.

Laboratorioskursseja on kolme: Ohjelmoinnin harjoitustyö (edellytyksenä kurssit Ohjelmoinnin perusteet ja Java-ohjelmointi), Tietokantasovellusten harjoitustyö (edellytyksenä kurssit Johdatus sovellussuunnitteluun ja Tietokantojen perusteet) ja Tietorakenteiden harjoitustyö (edellytyksenä kurssi Tietorakenteet).

Laboratorioskurssin kesto on noin 6 viikkoa, ja ryhmiä alkaa kummankin lukukauden kummallakin periodilla. Kurssin voi suorittaa myös kesällä. Ohjelmoinnin ja Tietokantasovellusten harjoitustöissä järjestetään periodin kaikille ryhmille yhteinen aloitusluento, joka on samalla ryhmien työskentelyn aloitustilaisuus. Tietorakenteiden harjoitustyöryhmät aloitetaan ilman aloitusluentoa ryhmäkohtaisesti. Työ on saatava valmiiksi kurssin aikana, mikä tarkoittaa, että työlle tulisi varata aikaa noin 15 tuntia viikossa. Ellei työ valmistu ajoissa, se katsotaan

keskeytyneeksi. Laboratoriokursseja pääsee suorittamaan uudelleen vain keskeyttäneiden jonotuslistan kautta.

Laboratoriokurssille ilmoittautuminen on sitova. Sen saa kuitenkin perua, mikäli ryhmän aloitustilaisuuden alkuun on aikaa yli kaksi vuorokautta. Osallistuminen aloitusluennolle (Tietorakenteiden harjoitustyössä ryhmän aloitustilaisuuteen) on välttämätöntä. **Mikäli kurssille ilmoittautunut opiskelija ei ole paikalla aloitusluennolla (aloitustilaisuudessa)** eikä ole etukäteen ottanut yhteyttä kurssin vastuuhenkilöön (ryhmän ohjaajaan), **hän menettää paikkansa ryhmässä.** Jatkossa hän voi ilmoittautua laboratoriokurssille vain keskeyttäjien jonon kautta. Ryhmän vapaat paikat täytetään aloitustilaisuudessa jonotuslistojen perusteella. Paikkoja täytettäessä ensikertalaiset ohittavat työn aiemmin keskeyttäneet.

Kullakin laboratoriokurssilla on omat kurssikohtaiset sääntönsä ja ohjeensa kurssin web-sivuilla.

### Opettajatuutorointi

Opettajatuutoroinnin tavoitteena on edistää opiskelijoiden ja laitoksen välistä vuorovaikutusta. Opiskelija ilmoittautuu opettajatuutorointiryhmään samassa vaiheessa kuin Tietorakenteet-kurssille, yleensä toisen opiskeluvuoden alussa, ja kuuluu samaan tuutorointiryhmään noin kahden lukuvuoden ajan. **Opettajatuutorointiin osallistuminen on pääaineopiskelijalle pakollista.**

Tuutorointiryhmässä annetaan opinto-ohjausta ja laaditaan kullekin opiskelijalle henkilökohtainen opintosuunnitelma, jonka toteutumista seurataan. Ryhmä kokoontuu muutamia kertoja lukukaudessa pidettäviin seminaari- tai ryhmätyötilaisuuksiin. Lisäksi opiskelija tapaa kahdenkeskisesti tuutoriaan.

Syksyllä 2004 aloittavat ryhmät on lähinnä tarkoitettu vuonna 2003 aloittaneille opiskelijoille. Lisätietoa opettajatuutoroinnin järjestelyistä löytyy kohdasta ”Annettava opetus”, syksyn kurssien luettelosta.

### Tieteellisen kirjoittamisen kurssi (kandidaatintutkielma)

Kurssilla perehdytään tietojen hakemiseen ja lähdemateriaalin käyttöön sekä harjoitellaan tieteellisen esityksen vaatimaa kirjallista ja suullista esitystaitoa. Kurssin harjoituksista laajin on luonnontieteiden kandidaatin (LuK) tutkintoon kuuluva kandidaatintutkielma. Kurssilla opitut taidot ja menetelmät ovat tarpeen myös pro gradu -tutkielmaa laadittaessa; tässä vaiheessa ei ole enää kurssimuotoista kirjoittamisen opetusta.

Kurssi on tarkoitettu tietojenkäsittelytieteen pääaine- ja sivulaudatuopiskelijoille. Sen voi suorittaa sen jälkeen, kun tietojenkäsittelytieteen muut pakolliset cum laude approbaturin kurssit ja harjoitustyöt on suoritettu lukuunottamatta Ohjelmistotuotantoa ja Ohjelmistotuotantoprojektia. Kurssia ei suositella suoritettavaksi Ohjelmistotuotantoprojektin kanssa samalla lukukaudella.

Harjoitusten aihepiirit liittyvät suuntautumisvaihtoehtojen ja niiden erikoistumislinjojen tutkimusaloihin, joiden edustajat toimivat töiden ohjaajina ja valvojina. Ilmoittautumisen yhteydessä opiskelija voi esittää toivomuksia harjoitustensa aihepiiristä.

LuK- ja FM-tutkintoon sisältyvä **kypsyysnäyte** kirjoitetaan Tieteellisen kirjoittamisen kurssin yhteydessä. Kurssin harjoitukset ja kypsyysnäyte kirjoitetaan samalla kielellä kuin ylioppilastutkinnon äidinkielen koe.

Tieteellisen kirjoittamisen kurssi järjestetään joka lukukausi. Kurssille on ilmoitettava jo edellisellä lukukaudella (syksyä varten toukokuussa, kevättä varten marraskuussa, ks. ”Tärkeitä päivämääriä”). Ryhmiä pyritään järjestämään tarpeen mukaan. Opettajan suuntautumisvaihtoon erikoistuville varaudutaan järjestämään ryhmä kevätlukukauden kurssilla.

### Seminaarit

Laudatur-oppimäärään kuuluu 2-4 (yleensä 4) opintoviikkoa seminaarityöskentelyä. Alustuksiin ja keskusteluihin perustuvassa seminaarissa edellytetään ainakin yhden kirjallisen alustuksen laatimista, esitelmän pitämistä ja aktiivista osanottoa muuhun työskentelyyn. Arvostelussa otetaan huomioon esitelmä, kirjallinen esitys ja muu toiminta. Viikoittain kokoontuva, lukukauden mittainen seminaari on yleensä laajuudeltaan 2 opintoviikkoa. Seminaarisuorituksen ehtona on läsnäolo vähintään 3/4 seminaarin kokoontumisajasta.

Pääaineopiskelijoille suositellaan ensimmäisen seminaarin suorittamista aikaisintaan Tieteellisen kirjoittamisen kurssin rinnalla, mieluummin myöhemmin. Seminaarien osanottajamäärä on rajoitettu 15 opiskelijaan. Jos tulijoita on enemmän, opettaja valitsee mukaan mahtuvat.

**Huom:** Syksyn seminaareihin ilmoitaudutaan jo edellisenä keväänä, kevään seminaareihin edellisenä syksynä.

Jotkin seminaarit saatetaan pitää englanninkielisinä, mikäli osallistujien joukossa on ulkomaalaisia opiskelijoita, ja osa pidetään varmasti englanniksi. Katso tarkemmin opinto-oppaan kohdat ”Annettava opetus” ja ”Computer Science Courses in English”.

### Pro gradu -tutkielma

Pro gradu -tutkielma on opiskelijan itsenäisesti tekemä FM-opintojen lopputyö. Tutkielman vaatima työmäärä on noin 600 työtuntia (opettajan suuntautumisvaihtoehdossa noin 400 tuntia). Tutkielman laatiminen aloitetaan, kun tietojenkäsittelytieteen cum laude approbatur -oppimäärä on valmis (oppimäärän merkintä haettu) ja pääosa laudatur-luentokursseista on suoritettu. Tutkielman laatiminen vaatii vähintään neljän kuukauden ajan keskittynyttä työskentelyä. Laitos myöntää hakemuksesta pro gradu -stipendejä tutkielmatyön ajaksi.

Tutkielman aiheesta sovitaan suuntautumisvaihtoehdon tai erikoistumislinjan vastuuprofessorin kanssa. Työskentely jaetaan ohjauksen ja valvonnan kannalta kahteen vaiheeseen: aiheeseen perehtymiseen ja itsenäiseen tutkimustyöhön. Perehtymisvaiheen aikana laaditaan tutkielmasuunnitelma. Vaihe katsotaan päättyneeksi, kun tutkielmasuunnitelma on hyväksytty. Tarkemmat ohjeet tutkielmasuunnitelman ja pro gradu -tutkielman sisällöstä sekä tutkielmatyöskentelystä on esitetty ohjeessa, joka löytyy web-sivulta <http://www.cs.helsinki.fi/opiskelu/graduohjeet/>. Tutkielman aiheen löytämiseksi voi myös tutustua laitoksen tutkimusryhmiin, joita on lueteltu kohdassa ”Opintojen suunnittelu – Suuntautuminen” sekä web-sivulla <http://www.cs.helsinki.fi/research>.

Pro gradu -tutkielmien aloittamiseen liittyviä kysymyksiä käsitellään lisäksi kahdesti lukukaudessa järjestettävässä käynnistystilaisuudessa, johon on syytä osallistua sopivassa vaiheessa. Ajankohdat ovat oppaan kohdassa ”Tärkeitä päivämääriä”.

### Opintokokonaisuuksien rekisteröinti, arvosanat

Yksittäisten opintojaksojen suoritukset rekisteröidään ilman eri pyyntöä, mutta **opintokokonaisuudet** eli **oppimäärät** (approbatur, cum laude approbatur, laudatur, jatko-opinnot) vain opiskelijan hakemuksen perusteella.

Oppimäärän rekisteröintiä varten opiskelija toimittaa merkinnän antajalle opintosuoritusrekisteriotteen sekä luettelon oppimäärään sisällytettävistä opintojaksoista. Sivulla <http://www.cs.helsinki.fi/opiskelu/ohjeet/merkinnat.html> on luettelo opintokokonaisuusmerkinnän antajista sekä lomakkeita luettelon laatimiseen ja tarkempia ohjeita.

FM- tai LuK-tutkintoon oikeuttavien oppimäärien lisäksi tutkintotodistuksen saamiseen vaaditaan tutkintovaatimusten kohdan 'muut opinnot' suoritus. FM-tutkintoa varten muiden opintojen merkinnän saa laudatur-oppimäärän merkinnän yhteydessä. Sivuaineoppimäärien tulisi olla tässä vaiheessa jo rekisteröityinä; ne rekisteröidään sivuainelaitoksilla niiden omien käytäntöjen mukaan. LuK-tutkintoa haettaessa opiskelija toimittaa tutkintotodistuspyynnön yhteydessä tiedekunnan kansliaan luettelon muihin opintoihin kuuluvista opintojaksoista.

Tietojenkäsittelytieteen oppimääriin sisällytettävien opintojaksojen suoritukset saavat olla korkeintaan 10 vuotta vanhoja. Oppimäärät sen sijaan eivät vanhene. Tietojenkäsittelytieteen oppimäärien arvosanat lasketaan lukuvuonna 1999-2000 tai myöhemmin voimaan tulleiden tutkintovaatimusten mukaan opiskeleville seuraavasti:

- oppimäärän arvosana (1, 2 tai 3) on opintojaksojen opintoviikoilla painotettu keskiarvo
- plussat ja miinukset tulkitaan kolmasosiksi (1/3)
- suljettu väli 2- .. 2+ tuottaa arvosanan 2

Vanhojen tutkintovaatimusten mukaan opiskeleville arvosana lasketaan vanhoin laskentasäännöin (ks. lukuvuoden 1998-99 opinto-opas tai em. web-sivu ".../merkinnat.html").

## JOO-opiskelu

Helsingin yliopistolla on ns. JOO-sopimus joustavasta opinto-oikeudesta pääkaupunkiseudun kaikkien muiden korkeakoulujen ja myös Tampereen, Jyväskylän, Turun ja Vaasan yliopistojen kanssa. Sopimusten nojalla on mahdollisuus hakea opinto-oikeutta sellaisiin opintoihin, joita oma yliopisto ei tarjoa. JOO-sopimuksen perusteella voi opiskella **tutkintoon sisällytettäviä** opintojaksoja tai laajempia sivuaineopintokokonaisuuksia.

JOO-opinnot on tarkoituksenmukaista valita siten, että ne tukevat laudaturvaiheen erikoistumista. Valinta tehdään tyypillisesti cum laude approbatur -opintojen loppuvaiheessa.

JOO-sopimukseen perustuvaa opinto-oikeutta haetaan kohdekorkeakoulusta sen ohjeiden mukaan. Hakulomakkeeseen tarvittavan puollon antaa laitoksen opintoesimies Hannu Erkiö.

Lisätietoa JOO-sopimuksesta löytyy sivulta <http://www.cs.helsinki.fi/opiskelu/ohjeet/joo.html>.

## Muulla suoritettujen opintojen hyväksilukeminen

Eräiden kurssien suorituksesta voi saada vapautuksen aikaisempien atk-opintojen (mm. toisessa korkeakoulussa suoritettut opinnot, vaihto-opiskelijana suoritettut opinnot, datanomin tutkinto) perusteella. Muualla suoritettujen opintojen hyväksymisestä osaksi tietojenkäsittelytieteen oppimäärää päättää laitoksen opintoesimies Hannu Erkiö.

Tarkemmat tiedot hakemismenettelystä annetaan erillisessä ohjeessa web-sivulla <http://www.cs.helsinki.fi/opiskelu/ohjeet/hyvlukohje.html>. Hakulomakkeita saa osoitteesta <http://www.helsinki.fi/ml/lomakkeet/index.shtml>, tietojenkäsittelytieteen laitoksen opintoneuvonnasta (huone A232) ja kansliasta (huone D329).



## Atk-työkokemus

Atk-työkokemuksesta voi saada 2-6 opintoviikon suorituksen, jonka voi sisällyttää cum laude approbatur- tai laudatur-oppimäärään. Tarkempia tietoja edellytyksistä ja hakemisesta löytyy sivulta [http://www.cs.helsinki.fi/kurssit/cum\\_laude/58168-4/](http://www.cs.helsinki.fi/kurssit/cum_laude/58168-4/). Hakemukset hyväksyy laitoksen opintoesimies Hannu Erkiö.

## Kansainvälinen opiskelijavaihto ja työharjoittelu

Vaihto-opiskelupaikkoja tai työharjoittelupaikkoja tarjotaan usean eri tason sopimusten perusteella laitos-, yliopisto- tai maakohtaisesti. Tärkein opiskelijavaihto-ohjelma on Sokrates/Erasmus eräiden EU-maiden sopimusyliopistoihin. Peruslähtökohta opiskelijavaihtoon tai työharjoitteluun pääsemiseksi on opiskelijan oma aktiivisuus. Vaihto-opiskeluun tarjottavat aikajaksot vaihtelevat muutamasta kuukaudesta yleensä yhteen lukuvuoteen. Hakuajat vaihtelevat yliopistokohtaisesti ja vaihto-ohjelmakohtaisesti ja ovat yleensä jo 6-12 kk ennen vaihto-opiskelukauden alkua. Seuraavan lukuvuoden aikana vaihtoa harkitsevan tulee siten selvittää tilannetta jo edellisestä syksystä alkaen.

Ulkomailla suoritettavat opinnot pyritään lukemaan täysimääräisesti tutkintoon. Tämä varmistetaan etukäteen hyväksyttävän opintosuunnitelman avulla. Käytännössä opintojen hyväksyminen toimitetaan jälkikäteen tavanomaista muualla suoritettujen opintojen hyväksilukemismenettelyä käyttäen. Kansainvälisestä työharjoittelusta voi saada opintoviikkoja samoilla edellytyksillä ja menettelytavoilla kuin muustakin atk-työkokemuksesta.

Kansainvälisen opiskelijavaihdon ja työharjoittelun sopimukset ja opintosuunnitelmat hyväksyy laitoksen opintoesimies Hannu Erkiö. Lisätietoja kansainvälisestä opiskelijavaihdosta löytyy opinto-oppaan yleisestä osasta ja sivulta <http://www.cs.Helsinki.fi/instr.engl/vaihto/>.

## Muuntokoulutus

Syksyllä 1999 käynnistyneen tietojenkäsittelytieteen muuntokoulutusohjelman tarkoituksena on kouluttaa tietojenkäsittelyalan asiantuntijoita jonkin muun tutkinnon jo aiemmin suorittaneista tai opiskeluaansa vaihtavista. Ohjelmaan otettiin viimeiset uudet opiskelijat keväällä 2002. Muuntokoulutettavat osallistuvat tavanomaiseen opetukseen; opetusohjelmassa ei ole enää erityisiä muuntokoulutuskursseja.

Niiden muuntokoulutusohjelmassa opiskelevien, jotka eivät vielä ole osallistuneet opettajatuutorointiin, tulee heti syksyn alussa ottaa yhteys muuntokoulutuksen vastuuhenkilöön, yliopistonlehtori Pirjo Moeniin, joka avustaa henkilökohtaisen opinto-ohjelman laatimisessa.

## Sivuaineopiskelijoiden opinto-oikeus

Tietojenkäsittelytieteen approbatur-oppimäärän suoritusoikeus (15-34 ov) on kaikilla yliopiston opiskelijoilla. Approbatur-oppimäärää laajempiin opintoihin myönnetään oikeuksia hakemuksesta, ks. <http://www.cs.helsinki.fi/opiskelu/sivuaineoikeus.html>. Hakemukset hyväksyy laitoksen opintoesimies Hannu Erkiö.

Cum laude approbaturin opinto-oikeutta voi hakea kun tietojenkäsittelytieteen opintoja on suoritettuna vähintään 12 ov. Sivulaudatur-oikeutta voi hakea, kun tietojenkäsittelytieteen opintoja on suoritettuna vähintään 35 opintoviikkoa ja oman pääaineen opintoja on suoritettu vähintään cum laude -oppimäärä. Approbaturia laajemman opinto-oikeuden saamiseksi edellytetään yleensä vähintään arvosanatasoa 2 tietojenkäsittelytieteen opinnoissa. Ellei kurssikohtaisesti toisin mainita, laudatur-kursseille osallistuminen edellyttää vähintään cum laude -oppimäärän opinto-oikeutta.

Jossain muussa matemaattis-fysikaalis-kemiallisten tieteiden koulutusohjelmassa opiskeleva voi siirtyä tietojenkäsittelytieteen koulutusohjelmaan hakemalla koulutusohjelman vaihtoa matemaattis-luonnontieteelliseltä tiedekunnalta. Lisätietoja koulutusohjelman vaihtamisesta saa opinto-oppaan alkuosassa olevasta "Opinto-oikeudet"-luvusta sekä laitoksen ja tiedekunnan opintoneuvojilta.

## Opintojen suunnittelu

### Suuntautuminen

Tietojenkäsittelytieteen koulutusohjelmassa on viisi suuntautumisvaihtoehtoa

- Tietojenkäsittelyn suuntautumisvaihtoehto
- Sovelletun tietojenkäsittelyn suuntautumisvaihtoehto
- Opettajan suuntautumisvaihtoehto
- Tietokonematemaatikon suuntautumisvaihtoehto
- Bioinformatiikan ja laskennallisen biologian suuntautumisvaihtoehto.

Tietojenkäsittelyn suuntautumisvaihtoehto sisältää viisi erikoistumislinjaa

- Algoritmien erikoistumislinja
- Älykkäiden järjestelmien erikoistumislinja
- Ohjelmistotekniikan erikoistumislinja
- Hajautettujen järjestelmien ja tietoliikenteen erikoistumislinja
- Informaatiojärjestelmien erikoistumislinja.

Tietojenkäsittelyn suuntautumisvaihtoehdossa opiskelija valitsee erikoistumislinjan suorittamalla opinnot erikoistumislinjan tutkintovaatimuksien mukaan. Sovelletun tietojenkäsittelyn, tietokonematemaatikon sekä bioinformatiikan ja laskennallisen biologian suuntautumisvaihtoehtojen valinta suoritetaan sopimalla kirjallisesti tutkinnon sisältö suuntautumisvaihtoehtoon vastuuprofessorin kanssa. Opettajan suuntautumisvaihtoehtoon on erillinen valinta, johon voi osallistua suoritettuaan vähintään 9 ov tietojenkäsittelytieteen cum laude approbatur -tason opintoja (kts. myös oppaan kohta "Aineenopettajankoulutus").

Suuntautumisvaihtoehtojen ja linjojen yksityiskohtainen esittely on niiden kotisivuilla, ks. <http://www.cs.helsinki.fi/opiskelu/suunta.html>.

### Algoritmien erikoistumislinja

Erikoistumislinjan kohdealueena ovat tietojenkäsittelyn teoreettiset perusteet, erityisesti algoritmitutkimus, mutta myös muu tietojenkäsittelyteoria. Linja ei ole kuitenkaan pelkkää teoriaa, vaan oleellista on myös perehtyä teorian ja käytännön vuorovaikutukseen ja kokeelliseen algoritmitekniikkaan eri sovellusaloilla (esim. tietokonegrafiikka, ohjelmien analyysi, signaalinkäsittely, koneoppiminen, laskennallinen biologia ja bioinformatiikka).

Linjalta valmistuvat sijoittuvat teknisiksi asiantuntijoiksi tai tutkijoiksi.

Linjan pakollinen peruskurssi Algoritmien suunnittelu ja analyysi tulisi suorittaa aikaisessa vaiheessa. Matematiikan taidot ja ajattelutavat ovat välttämättömiä. Sivuaineisiin on syytä sisällyttää matematiikan cum laude approbatur, tai matematiikan osalta selvästi minimiä laajempi menetelmätieteiden approbatur. Muita suositeltavia sivuaineita ovat esimerkiksi fysiikka, teoreettinen fysiikka, tilastotiede, kieliteknologia ja kognitiotiede sekä JOO-sopimukseen perustuvat opinnot TKK:ssa.

Erikoistumislinjan tutkimusalueita ovat mm.

- algoritmiteoria (Esko Ukkonen, Juha Kärkkäinen)
- merkkijonomenetelmät (Esko Ukkonen, Juha Kärkkäinen, Veli Mäkinen)
- koneoppiminen (Jyrki Kivinen, Juho Rousu)
- laskennallisen biologian algoritmit (Esko Ukkonen, Juho Rousu, Marko Salmenkivi)
- tiedonhakumenetelmät (Esko Ukkonen, Kjell Lemström, Matti Nykänen)
- tietokonegrafiikka ja matemaattinen tietojenkäsittely (Otto Nurmi, Eero Hyvönen, Heikki Lokki)

Huomattava osa erikoistumislinjan tutkimuksesta liittyy huippututkimusyksikön Datasta tietoon (From Data to Knowledge, FDK; johtaja: prof. Esko Ukkonen) toimintaan. Huippuyksiköllä on toimintaa myös informaatiojärjestelmien erikoistumislinjan sekä bioinformatiikan ja laskennallisen biologian suuntautumisvaihtoehdon alueella.

Linjan tavoitteet, suositukset ja vaatimukset esitellään tarkemmin sivulla <http://www.cs.Helsinki.FI/algoritmit/>.

Linjan vastuuprofessori lkv. 2004-2005 on prof. Jyrki Kivinen.

### **Ohjelmistotekniikan erikoistumislinja**

Erikoistumislinjalla tarkastellaan suurten ja monimutkaisten ohjelmistojen systemaattista tuottamista. Tällaisten ohjelmistojen kehittäminen vaatii teknisiä taitoja, mutta niiden lisäksi keskeisiksi kysymyksiksi nousevat ryhmä- ja projektityö, kurinalainen laadukas tuotantoprosessi, dokumentointi ja uudelleenkäyttö.

Linjalta valmistuvat opiskelijat sijoittuvat tyypillisesti teknisiksi asiantuntijoiksi ja kehitysprojektien vetäjiksi ohjelmistoalan yrityksiin. Täten vaativilla käytännön harjoitustöillä on keskeinen osuus linjan opinnoissa.

Koska ohjelmistotuotteiden kehittäjiltä vaaditaan monipuolisia taitoja, suositellaan erikoistumislinjalla matematiikan tai menetelmätieteiden sivuainekokonaisuuden ohella toisen sivuaineoppimäärän suorittamista jossakin toisessa yliopiston tiedekunnassa tai JOO-sopimuksen puitteissa jossakin muussa yliopistossa. Esimerkkejä sopivista sivuaineista ovat kognitiotiede, tilastotiede, tuotantotalous (TKK), kauppatieteet (HKKK) ja erilaiset taideaineet (TaiKK) sekä Teknillisen korkeakoulun ja Helsingin kauppakorkeakoulun kanssa yhteinen ohjelmistoliiketoiminnan sivuainekokonaisuus.

Erikoistumislinjan tutkimusalueita ovat

- oliomenetelmät (Jukka Paakki, Harri Laine, Juha Vihavainen)
- ohjelmistoarkkitehtuurit (Jukka Paakki, Antti Viljamaa, Jukka Viljamaa)
- ohjelmistojen testaus (Jukka Paakki, Juha Taina)
- empiirinen ohjelmistotutkimus (Inkeri Verkamo, Juha Gustafsson, Juha Taina, Antti Viljamaa, Jukka Viljamaa)
- ohjelmointikielet ja kääntäjät (Jukka Paakki, Juha Vihavainen)
- CASE-työkalut (Jukka Paakki, Harri Laine, Inkeri Verkamo)
- käyttöliittymät (Hannu Erkiö, Sari A. Laakso)

Linjan tavoitteet, suositukset ja vaatimukset esitellään tarkemmin linjan web-sivuilla <http://www.cs.Helsinki.FI/ohjelmistot/>.

Linjan vastuuprofessori lkv. 2004-2005 on prof. Inkeri Verkamo.

### **Hajautettujen järjestelmien ja tietoliikenteen erikoistumislinja**

Erikoistumislinjan kohdealueena ovat hajautetut järjestelmät: järjestelmien itsenäisesti rinnakkain toimivat osat ja näiden osien välinen kommunikointi. Kommunikointia sääteleviä algoritmeja tarvitaan eri tasoilla: sovellusohjelmissa (esimerkiksi verkkopalvelut), hajautettujen järjestelmien peruspalveluissa (liikkuvat työasemat, langaton tietoliikenne, erilaisten järjestelmien välinen yhteistoiminta) ja laitteistomoduuleissa.

Linjan opetuksessa ja tutkimuksessa tarkastellaan järjestelmien komponenttien ja kommunikointikäytäntöjen rakennetta, toteuttamista, oikeellisuutta ja tehokkuutta. Tutkimusmenetelmät sisältävät niin konstruktivisia kuin formaalejakin menetelmiä.

Linjan laudaturin pakollisten kurssien tavoitteena on antaa käsitteelliset perusvalmiudet alan keskeisiltä alueilta. Sivuaeineopintoina suositellaan matematiikan lisäksi omaa erikoistumista tukevia metoditieteiden opintoja kuten esimerkiksi tilastotiedettä. Lisäksi on syytä huomata, että JOO-sopimus antaa mielenkiintoisia mahdollisuuksia kohdealueosaamisen laajentamiseen.

Linjalta valmistuvat opiskelijat sijoittuvat tyypillisesti ohjelmisto- ja tietoliikennealan yrityksiin teknisiksi asiantuntijoiksi, tutkijoiksi ja kehitysprojektien vetäjiksi.

Erikoistumislinjan tutkimusalueita ovat

- liikkuva tietojenkäsittely (Kimmo Raatikainen, Markku Kojo, Jukka Manner)
- avoimet hajautetut järjestelmät (Lea Kutvonen, Timo Alanko)
- rinnakkaisjärjestelmien mallintaminen (Timo Karvi, Matti Luukkainen)
- käyttöjärjestelmät ja tosiaikajärjestelmät (Kimmo Raatikainen, Auvo Häkkinen, Tiina Niklander).

Linjan tavoitteet, suositukset ja vaatimukset esitellään tarkemmin sivulla <http://www.cs.helsinki.fi/hajautetut/>.

Linjan vastuuprofessori lkv. 2004-2005 on prof. Kimmo Raatikainen.

### **Informaatiojärjestelmien erikoistumislinja**

Erikoistumislinjan kohteena ovat tiedon hallinta ja louhinta, tietokantojen suunnittelu ja toteutus sekä digitaalinen media ja kieliteknologia. Linjan kaikilla osa-alueilla on mahdollisuus saada harjoitteluun perustuvia käytännöllisiä valmiuksia ja tuntumaa teoreettiseen työhön.

Linjalta valmistuvat sijoittuvat tiedonhallinta- ja ohjelmistoasiantuntijoiksi yrityksiin sekä tutkijoiksi. Erikoistumislinjan valitsevien suositellaan suorittavan pakolliset opintojaksot Tietokannan mallinnus ja Tietokantarakenteet ja -algoritmit aikaisessa vaiheessa.

Matematiikan tai menetelmätieteiden sivuaineoppimäärässä suositellaan logiikan ja diskreetin matematiikan kursseja, joita tarvitaan erityisesti tietokantojen teoriassa. Tiedon louhintaan

erikoistuvia suosittelaa sisällyttämään sivuaineopintoihinsa tilastotiedettä ja todennäköisyyslaskentaa. Linjalle sopivia sivuaineita ovat lisäksi mm. kieliteknologia, kansantaloustiede, teoreettinen filosofia, liiketaloustiede (HKKK), tuotantotalous (TKK), kognitiotiede ja viestintä.

Erikoistumislinjan tutkimusalueita ovat:

- digitaalinen media ja kieliteknologia (Helena Ahonen-Myka, Greger Lindén, Jussi Piitulainen)
- tiedon louhinta (Hannu Toivonen, Heikki Mannila, Helena Ahonen-Myka, Pirjo Moen, Marko Salmenkivi)
- tietokantarakenteet ja -algoritmit, logiikkatietokannat (Seppo Sippu, Otto Nurmi, Jan Lindström)
- transaktionhallinta, työnkulkujärjestelmät (Juha Puustjärvi, Harri Laine, Jan Lindström)

Linjan tavoitteet, suositukset ja vaatimukset esitellään tarkemmin sivulla <http://www.cs.helsinki.fi/info/>.

Linjan vastuuprofessori lkv. 2004-2005 on prof. Seppo Sippu.

### **Älykkäiden järjestelmien erikoistumislinja**

Erikoistumislinjalla tarkastellaan oppivien ja älykkäiden tietojenkäsittelyjärjestelmien rakentamista ja niihin liittyviä periaatteellisia ja käytännöllisiä kysymyksiä. Linjan alueeseen kuuluu useita tietojenkäsittelytieteen osa-alueita kuten tekoäly, laskennallinen älykkyys, data-analyysi, koneoppiminen, keinoelämä ja etsintämenetelmät. Tulevaisuuden tietotekniset sovellukset sisältävät yhä laajenevassa määrin adaptiivisuuteen perustuvia komponentteja niin sovellus- ja järjestelmätasolla kuin laitteistoissakin. Älykkäiden järjestelmien kehittäminen edellyttää paitsi hyviä käytännön teknisiä valmiuksia, myös kykyä mallintamiseen ja luovien ratkaisujen löytämiseen.

Linjalta valmistuvat sijoittuvat tyypillisesti sekä tutkijoiksi että teknisiksi erityisasiantuntijoiksi ohjelmistoalan ja tietoliikennetekniikan yrityksiin. Tämän takia tutkijakoulutuksella sekä käytännön harjoitustoilla ja projekteilla on merkittävä asema linjan opetuksessa.

Älykkäiden järjestelmien rakentaminen on luonteeltaan monitieteistä ja edellyttää usein matematiikan perusteiden lisäksi myös laajempaa näkemystä ratkaistavaan ongelmaan. Tämän takia erikoistumislinjalla suositellaan matematiikan (tai menetelmätieteiden sivuainekokonaisuuden) ohella toisen sivuaineoppimäärän suorittamista jossakin toisessa yliopiston tiedekunnassa tai JOO-sopimuksen puitteissa jossakin muussa yliopistossa. Esimerkkejä sopivista sivuaineista ovat tilastotiede, kognitiotiede, psykologia, teoreettinen filosofia, teoreettinen fysiikka ja laskennallinen tekniikka (TKK).

Erikoistumislinjan tutkimus liittyy laitoksen Complex Systems Computation Group - tutkimusryhmän (<http://cosco.hiit.fi/>) toimintaan, jonka tutkimusalueita ovat mm.

- Bayes-verkkojen ja muiden probabilististen mallien teoria ja soveltaminen (Henry Tirri, Petri Myllymäki, Wray Buntine, Tomi Silander, Petri Kontkanen, Tommi Mononen)
- seuraavan sukupolven hakuteknologiat (Henry Tirri, Wray Buntine, Sami Perttu, Petri Myllymäki, Kimmo Valtonen)
- informaatioteoreettinen mallintaminen (Jorma Rissanen, Henry Tirri, Petri Myllymäki, Petri Kontkanen, Teemu Roos, Hannes Wettig)

- älykkäät oppimisympäristöt (Miikka Miettinen, Henry Tirri)

Linjan tavoitteet, suositukset ja vaatimukset esitellään tarkemmin sivulla <http://www.cs.Helsinki.FI/alykkaat/>.

Linjan vastuuprofessori lkv. 2004-2005 on prof. Petri Myllymäki.

### **Bioinformatiikan ja laskennallisen biologian suuntautumisvaihtoehto**

Nykyaikaiset biologiset tieteet pohjautuvat vahvasti laskennallisiin menetelmiin. Esimerkiksi molekyylibiologian, genetiikan ja ekologian alueilla tarvitaan varsin monimutkaisia laskennallisia menetelmiä, ja uusien menetelmien tarve on jatkuvasti suuri. Bioinformatiikan ja laskennallisen biologian suuntautumisvaihtoehto kouluttaa tällaisten menetelmien kehittäjiä sekä biologisten aineistojen hallintaan ja käsittelyyn erikoistuneita henkilöitä. Suuntautumisvaihtoehdon opinnoilla on menetelmällisiä yhtymäkohtia mm. algoritmien, informaatiojärjestelmien ja älykkäiden järjestelmien erikoistumislinjoihin; opintojen painopisteen voi valita joustavasti data-analyysin ja bioinformatiikan väliltä.

Linjalta valmistuvat sijoittuvat laskentamenetelmien erikoisasiantuntijoiksi tutkimuslaitoksiin ja yrityksiin.

Tutkimusalat lukuvuonna 2004-2005:

- rakennebiologian ja systeemibiologian algoritmit (Esko Ukkonen, Juho Rousu)
- geenipaikannuksen laskennalliset menetelmät (Hannu Toivonen, Heikki Mannila)
- genomien struktuurin algoritmiset kysymykset (Heikki Mannila, Esko Ukkonen, Marko Salmenkivi)
- geeniekspression data-analyysimenetelmät (Samuel Kaski)

Bioinformatiikasta valmistuvan on syytä hankkia vankat matematiikan ja tilastotieteen tiedot sekä perustiedot biologiasta. Laajaa menetelmätieteiden sivuainekokonaisuutta tai vastaavaa suositellaan vahvasti. Biologiasta tarjolla on joitakin erityisesti menetelmätieteilijöille suunniteltuja kursseja, sekä bio- ja ympäristötieteiden laitoksella mm. Geneettisen bioinformatiikan approbatur (15 ov). Sivuaineista on sovittava erikseen linjan vastuuprofessorin kanssa.

Linjan tavoitteet, suositukset ja vaatimukset esitellään tarkemmin sivulla <http://www.cs.helsinki.fi/bioinformatiikka/>

Linjan vastuuprofessori lkv. 2004-2005 on prof. Samuel Kaski.

### **Opettajan suuntautumisvaihtoehto**

Opettajan suuntautumisvaihtoehto on väylä tietotekniikan aineenopettajaksi. Tietotekniikan opettajia tarvitaan peruskoulun ja lukion lisäksi myös ammattikouluissa ja -opistoissa sekä yritysten koulutusyksiköissä. Koska suuntautumisvaihtoehtoon sisältyvät 35 ov:n laajuiset opettajan pedagogiset opinnot, laudaturoppimäärä on suppeampi kuin muissa suuntautumisvaihtoehtoisissa.

Opettajan pedagogiset opinnot suoritetaan rinnakkain opetettavien aineiden opintojen kanssa. Opettajan pedagogisista opinnoista vastaa käyttäytymistieteellinen tiedekunta.

Suuntautumisvaihtoehdon pakollinen kurssi on Tietokoneavusteiset oppimisympäristöt. Toinen tälle suuntautumisvaihtoehdolle erityisen sopiva opintojakso on Aineenopettajan tietotekniikka. Luentokurssit, seminaarit ja pro gradu -tutkielman aihe voidaan valita myös jonkin toisen suuntautumisvaihtoehdon piiristä. Tieteellisen kirjoittamisen kurssilla on kevätlukukaudella varauduttu opettajan suuntautumisvaihtoehtoon erikoistuvien ryhmään.

Suuntautumisvaihtoehdon tutkimusalueita ovat

- tietokoneen opetuskäyttö (Jaakko Kurhila)
- verkkopohjaiset oppimisympäristöt (Henry Tirri, Jaakko Kurhila, Miikka Miettinen)

Suuntautumisvaihtoehto esitellään tarkemmin sivulla <http://www.cs.Helsinki.FI/opettaja>.

Vastuuprofessori lkv. 2004-2005 on prof. Matti Nykänen.

### **Sovelletun tietojenkäsittelyn suuntautumisvaihtoehto**

Suuntautumisvaihtoehto mahdollistaa tutkinnon, jossa sivuaineiden osuus on tavallista suurempi. Tietojenkäsittelyn sovellusten parissa työskentelevälle tällainen aineyhdistelmä on usein tarkoituksenmukainen. Muutokoulutuksessa tämä tutkintorakenne on usein käyttökelpoinen. Suuntautumisvaihtoehto ei liity kiinteästi mihinkään tutkimusalaan. Opiskelijan on kirjallisesti sovittava tutkintonsa sisältö viimeistään laudaturopintojensa alkuvaiheessa suuntautumisvaihtoehdon vastuuprofessorin kanssa.

Suuntautumisvaihtoehdossa voi erikoistua hyvin monenlaisiin aihepiireihin, joista seuraavassa muutamia esimerkkejä:

- Teknillisen korkeakoulun ja Helsingin kauppakorkeakoulun kanssa yhteinen Ohjelmistoliiketoiminnan sivuaine (väh. 15 ov) soveltuu hyvin sovelletun tietojenkäsittelyn opintojen osaksi.
- Monilla humanistisilla aloilla on voimakkaasti kasvavaa tarvetta tietojenkäsittelysovellusten kehittämiseen pystyvistä asiantuntijoista. Tätä silmälläpitäen suuntautumisvaihtoehdossa voi erikoistua kognitiotieteeseen tai kieliteknologiaan opiskelemalla näitä laajoina sivuaineina. Laitos kuuluu valtakunnalliseen Kieliteknologian opetuksen (KIT) verkostoon, josta on tarkempi kuvaus edempänä.
- Myös geotieteissä on kysyntää data-analyysiin erikoistuville. Sivuaineeksi sopii maantiede.

Käytännössä sopivien sivuaineiden kirjo on ollut hyvin laaja ja sivuaineita on valittu myös Teknillisestä korkeakoulusta ja Kauppakorkeakoulusta JOO-sopimuksen puitteissa. Keskeisenä periaatteena on kuitenkin, että ainakin yksi sivuaine antaa laajan (cl-tasoisien) perehtyneisyyden. Pääainekurssien ja sivuaineiden tulee yhdessä muodostaa selkeä tavoitteellinen kokonaisuus. Jos laajana sivuaineena on matematiikka, kyseeseen voi tulla myös tietokonematemaatikon suuntautumisvaihtoehto.

Sovelletun suuntautumisvaihtoehdon alueella toimiva Semanttisen laskennan tutkimusryhmä tekee soveltavaa tutkimustyötä liittyen mm. semanttiseen webiin (Semantic Web) ja web-palveluihin (Web Services) ja tarjoaa osaltaan aiheita opinnäytetöihin.

Suuntautumisvaihtoehto esitellään tarkemmin sivulla <http://www.cs.Helsinki.FI/sovellettu/>.

Vastuuprofessori lkv. 2004-2005 on prof. Samuel Kaski.

### **Tietokonematemaatikon suuntautumisvaihtoehto**

Tietokonematemaatikon suuntautumisvaihtoehto muistuttaa sovelletun tietojenkäsittelyn suuntautumisvaihtoehtoa, jossa laajana sivuaineena on matematiikka. Tutkintovaatimuksissa on joitain vähäisiä eroja. Opetus toteutetaan yhteistyössä matematiikan laitoksen kanssa. Suuntautumisvaihtoehdossa on matematiikan ja tietojenkäsittelytieteen kurssiopetuksella samanlainen paino; erona on pro gradu -tutkielma, joka tehdään pääaineessa. Tavoitteena on räätälöidä tasapainoinen kokonaisuus, jossa tietojenkäsittelyn ja matematiikan kurssit tukevat toisiaan muodostaen hyvän pohjan erilaisiin työtehtäviin.

Koko tutkinnon sisältö on sovittava kirjallisesti suuntautumisvaihtoehdon vastuuprofessorin kanssa. Alustava henkilökohtainen keskustelu kannattaa käydä viimeistään cum laude approbatur -opintojen loppuvaiheessa.

Suuntautumisvaihtoehto esitellään tarkemmin sivulla <http://www.cs.Helsinki.FI/matemaatikko>.

Vastuuprofessori lkv. 2004-2005 on prof. Eero Hyvönen.

### **Kieliteknologiaverkosto**

Kieliteknologialla (human language technology, natural language processing) tarkoitetaan kielitieteellisen tiedon soveltamista luonnollista kieltä käsittelevissä tietotekniikan sovelluksissa. Kieliteknologian sovellusalueita ovat mm. puhutun kielen käyttö tietokoneen käyttöliittymissä, tietokoneavusteinen kielen oppiminen ja opetus, kirjoittamisen apuvälineet (oikoluku, tavutus jne.), tiedonhaku ja dokumenttienhallinta, automaattinen kielen kääntäminen, puheen tunnistus ja tuottaminen, interaktiiviset verkkosovellukset ja elektroniset sanakirjat.

Tietojenkäsittelytieteen laitos kuuluu valtakunnalliseen Kieliteknologian opetuksen (KIT) verkostoon. Verkosto mahdollistaa laajat ja monitieteiset kieliteknologiaopinnot useissa yliopistoissa. Helsingin yliopistosta mukana ovat meidän lisäksi yleisen kielitieteen laitos, kognitiotiede, puhetieteiden laitos ja käännöstieteen laitos. Tietojenkäsittelytieteen laitoksen opiskelijat voivat sisällyttää kieliteknologiaopintoja tutkintoonsa joko laajana sivuaineena (toisen sivuaineen kanssa) sovelletun tietojenkäsittelyn suuntautumisvaihtoehdossa tai tavallisena suppeana sivuaineena tietojenkäsittelyn suuntautumisvaihtoehdossa. Yksittäisiä kieliteknologiakursseja voi sijoittaa laudatur-oppimäärään sopimuksen mukaan.

Kieliteknologia-oppiaineen oppimäärät koostetaan Helsingin yliopiston yleisen kielitieteen laitoksella. Tutkintovaatimukset ja tietoa kurssitarjonnasta on saatavissa KIT-verkoston sivuilta: <http://www.ling.helsinki.fi/kit/>. Opintojen aloittamiseksi on suoritettava Yleisen kielitieteen peruskurssi (Cyk110/Ct1102) vähintään hyvin tiedoin, jonka jälkeen voi hakea verkoston opinto-oikeutta. Lisätietoja (mm. opinto-oikeudet, käytännön järjestelyt) saa tietojenkäsittelytieteen laitoksen vastuuhenkilöltä professori Helena Ahonen-Mykalta sekä sivulta <http://www.cs.Helsinki.FI/u/hahonen/ktekno/>.



## Sivuaineopinnot

### Matematiikka, tilastotiede, menetelmätieteiden sivuaine

Tutkintovaatimukset ovat sivuaineiden osalta muuttuneet: uutena sivuaineena on **menetelmätieteiden sivuaine**, joka voidaan koostaa tietyistä matematiikan ja tilastotieteen opinnoista (ks. sivuaineen esittely opinto-oppaan alkuosassa). Kummassakin aineessa voidaan edelleen suorittaa myös tavanomaiset sivuaineopinnot.

Matematiikka on tietojenkäsittelytieteen tärkein sivuaine (yksinään tai menetelmätieteen sivuainekokonaisuuden osana). Matematiikan muodolliset sivuainevaatimukset ovat suppeat, mutta **laitos suosittelee matematiikan cum laude approbaturin suorittamista.**

Matematiikan opinnot on syytä aloittaa heti opintojen alkaessa ja suorittaa pääosin kahden ensimmäisen opintovuoden aikana. Erityisesti kolmannelta opintovuodelta alkaen matematiikan taitoja tarvitaan monilla tietojenkäsittelytieteen kursseilla. Lisäksi tietojenkäsittelyalan tieteellisen kirjallisuuden seuraaminen esimerkiksi tutkielmatyössä vaatii riittäviä matemaattisia perustietoja.

Tutkintovaatimusten yhteydessä mainitut matematiikan kurssisuositukset kattavat varsin niukasti tärkeimmät tarpeet. Matemaattisen eksakti ajattelu ja päättely on tärkeää hyvinkin käytännöllisten ongelmien systemaattisessa ratkaisussa. Tältä kannalta tärkeimpiä ovat yleisluontoiset matematiikan kurssit kuten Lineaarialgebra I (tai Algebra I), Analyysin peruskurssi tai Differentiaali- ja integraalilaskenta I, jotka samalla antavat pohjaa muille matematiikan kursseille.

Diskreetti matematiikka I on opintojen alkuvaiheeseen tarkoitettu kurssi, jolla kiinnitetään erityistä huomiota matemaattisten peruskäsitteiden selventämiseen. Logiikka I tarjoaa formalismeja ohjelmointikielten ja muiden järjestelmien määrittelyyn sekä on välttämätöntä perustietoa tietokantoja ja tekoälyä tutkittaessa.

Todennäköisyyslaskentaa tarvitaan, kun tarkastellaan järjestelmien suorituskykyä esimerkiksi tietoliikenteessä ja hajautetuissa järjestelmissä. Todennäköisyyslaskenta on keskeistä perusteoriaa myös oppivissa ja älykkäissä järjestelmissä sekä algoritmien suunnittelussa ja analyysissä.

Eräillä linjoilla sopivana sivuaineena pidetään erityisesti tilastotiedettä (yksinään tai menetelmätieteiden sivuainekokonaisuuden osana); ks. linjojen kuvaukset.

### Ohjelmistoliiketoiminnan sivuaine

Vuodesta 2002 alkaen tietojenkäsittelytieteen laitos, Teknillinen korkeakoulu ja Helsingin kauppakorkeakoulu ovat tarjonneet pääaineopiskelijoilleen yhteisen *ohjelmistoliiketoiminnan opintokokonaisuuden*. Sivuaine koostuu ohjelmistoliiketoiminnan suunnitteluun ja johtamiseen, tietotekniikka-ohjelmistoon sekä liiketoiminnan tietotekniikkaan liittyvistä opintojaksoista. Sivuaineeseen valitaan kahdesti vuodessa rajoitettu määrä opiskelijoita. Hakuajat päättyvät perjantaina 29.10.2004. ja 29.4.2005. Tarkempia tietoja löytyy sivulta <http://www.cs.helsinki.fi/ohli/>.

### Muut sivuaineopinnot

Tietojenkäsittelyn suuntautumisvaihtoehdossa (menetelmätieteiden tai matematiikan lisäksi) toinen ja mahdolliset muut sivuaineet ovat opiskelijan vapaasti valittavissa. Muiden

suuntautumisvaihtoehtojen rajoitukset ja aineyhdistelmän sopimisen vaatimukset selviävät tutkintovaatimuksista. Kaikissa tapauksissa sivuaineiden valinnassa kannattaa pyrkiä siihen, että tutkinnosta muodostuu sisällöllisesti järkevä kokonaisuus.

Tietojenkäsittelytieteellä on liittymiä moniin aloihin. Sivuaineessa vaadittavan oppimäärän (vähintään approbatur) voi suorittaa monessa tiedekunnassa tai myös toisessa korkeakoulussa. On syytä huomata, että monen alla mainitun aineen sivuaineopiskelu oikeus vaatii erillistä hakemusta tai tasokoetta. Näistä on otettava omatoimisesti selvää; hakumahdollisuus tai tasokoe on usein vain kerran vuodessa.

Esimerkkejä Helsingin yliopistossa suoritettavista sivuaineista:

*matemaattis-luonnontieteellisessä tiedekunnassa* (matematiikan ja menetelmätieteiden sivuainekokonaisuuden lisäksi) fysiikka, teoreettinen fysiikka, maantiede;

*biotieteellisessä tiedekunnassa* biologia (useita ns. yhteisiä sivuaineoppimääriä), geneettinen bioinformatiikka, perinnöllisyystiede, yleinen mikrobiologia, biokemia;

*valtiotieteellisessä tiedekunnassa* (tilastotieteen lisäksi) kansantaloustiede, sosiaalipsykologia, käytännöllinen filosofia, viestintä, johtamisen sivuainekokonaisuus;

*humanistisessa tiedekunnassa* teoreettinen filosofia, yleinen kielitiede, kieliteknologia (ks. Kieliteknologiaverkoston kuvaus edellä);

*käyttäytymistieteellisessä tiedekunnassa* kognitiotiede, kasvatustiede, aikuiskasvatustiede, psykologia.

Muissa korkeakouluissa voi opiskella esimerkiksi ns. joustavan opiskeluoikeuden (JOO) nojalla. Suosituimpia sivuaineita ovat olleet tuotantotalous (TKK), kauppatieteelliset aineet (HKKK) sekä eräät taideaineet (TaiKK). Opintojen sisällöstä ja hakumenettelystä saa tietoja mainittujen korkeakoulujen opinto-oppaista ja opintojen hyväksilukemisesta tutkintoon sivulta <http://www.cs.helsinki.fi/opiskelu/ohjeet/hyvlukohje.html>.

## Muut opinnot

Muihin, oppimäärien ulkopuolisiin, opintoihin kuuluvat orientoivat opinnot, opintojakso Tietojenkäsittelytieteen esittely, osallistuminen opettajatuutorointiin, kieliopinnot ja muiden laitosten vapaasti valittavat opintojaksot.

Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta järjestää opintoihin orientoivan jakson; katso opintooppaan alkuosan luku ”Tiedekunnan kaikille opiskelijoille tarkoitetut opintojaksot”, jossa kuvataan myös pakolliset kieliopinnot. Kielikurssien alussa järjestetään tasokokeita, joissa hyvin menestynyt opiskelija vapautetaan kurssista. Tästä syystä opiskelijoita kehoitetaan osallistumaan tasokokeisiin heti ensimmäisenä vuonna.

Atk-alan kannalta hyödyllisiä vapaasti valittavia opintojaksoja löytyy esimerkiksi talous- ja hallintotieteiden, kasvatustieteiden ja käyttäytymistieteiden, fysikaalisten tieteiden sekä muiden luonnontieteiden aloilta (katso esim. edellä vaihtoehtoisen sivuaineen kohdalla mainitut aineet). Opiskelijan kannattaa valita myös muiden opintojen opintojaksot niin, että ne tukevat pää- ja sivuaineiden opiskelua ja muodostavat mielekkään kokonaisuuden.

## Opintojen ajoitusmalli

Seuraavassa esitetään malli filosofian maisterin tutkintoon tähtääväksi 4,5 vuoden opintosuunnitelmaksi (lähinnä tietojenkäsittelyn suuntautumisvaihtoehdon mukaan).

Suunnitelmassa keskimääräinen työmäärä opintojen alkupuolella on noin 20 opintoviikkoa lukukaudessa ja opintojen loppupuolella hieman vähemmän. Opintosuunnitelma on laadittu siten, että sen mukaisesti opiskelemalla luonnontieteiden kandidaatin välitutkinnon voi suorittaa kolmessa vuodessa. Joitain sivuaineopintoja ja tietojenkäsittelytieteen alkuvaiheen opintoja sekä harjoitustöitä voi suorittaa myös kesällä. Käyttämällä hyväksi näitä mahdollisuuksia voi kevät- ja syyslukukausien opintoviikkomäärä keventää tai toisaalta nopeuttaa opintoja.

### 1. syyslukukausi, 19 ov

Opintoihin orientoiva jakso, 1 ov

Vieras kieli, 1 ov

Tietokone työvälineenä, 2 ov

Tietojenkäsittelytieteen esittely, 1 ov

Ohjelmoinnin perusteet, 3 ov

Java-ohjelmointi, 2 ov

Johdatus sovellussuunnitteluun, 2 ov

Sivuaineopintoja, 2 ov

Matematiikan sivuaineopintoja (Lineaarialgebra, Analyysin peruskurssi tai Differentiaali- ja integraalilaskenta I.1), 5 ov

### 1. kevätlukukausi, 20-21 ov

Ohjelmoinnin harjoitustyö, 2 ov

Tietokantojen perusteet, 2 ov

Ohjelmoinnin ja laskennan perusmallit, 2 ov

Tietokantasovellusten harjoitustyö, 2 ov

Tietokoneen toiminta, 2 ov

Matematiikan sivuaineopintoja (Diskreetti matematiikka (5 ov) tai Differentiaali- ja integraalilaskenta I.2 (6 ov))

(jos ohjelma osoittautuu liian raskaaksi, voi Tietokantasovellusten harjoitustyön siirtää seuraavaksi syksyksi ja vastaavasti vähentää sieltä sivuaine- tai muita opintoja)

### 2. syyslukukausi, 20 ov

Tietorakenteet, 4 ov

Opettajatuutorointi alkaa

Käyttäjärjestelmät I, 2 ov

Rinnakkaisohjelmistot, 2 ov

Muita opintoja, 3 ov

Sivuaineopintoja, 9 ov

### 2. kevätlukukausi, 20 ov

Tietoliikenne I, 2 ov

Tietorakenteiden harjoitustyö, 2 ov

Tietokannan hallinta, 2 ov

Ohjelmistotuotanto, 3 ov  
Tkt:n valinnaisia cum laude approbatur -opintoja, 4 ov  
Sivuaineopintoja, 7 ov

### **3. syyslukukausi , 20 ov**

Ohjelmistotuotantoprojekti, 6 ov  
Laskennan teoria, 3 ov  
Tkt:n laudatur- (tai cum laude approbatur -) opintoja, 5 ov  
Toinen kotimainen kieli, 2 ov  
Sivuaineopintoja, 4 ov

### **3. kevätlukukausi, 21 ov**

Tieteellisen kirjoittamisen kurssi, 4 ov  
Pakollinen laudaturkurssi, 3 ov  
Opettajatuutorointi päättyy, 1 ov  
Tkt:n laudatur- (tai cum laude approbatur -) opintoja, 5 ov  
Sivuaineopintoja, 8 ov

Tässä vaiheessa opintoja on koossa LuK- tutkintoon tarvittava määrä.

### **4. syyslukukausi, 14 ov**

Pakollinen laudaturkurssi, 3 ov  
Seminaari, 2 ov  
Valinnaisia laudaturkurseja 6 ov  
Muita opintoja, 3 ov

### **4. kevätlukukausi, 10 ov**

Valinnaisia laudaturkurseja, 8 ov  
Seminaari, 2 ov  
Gradun aloitus

### **5. syyslukukausi, 16 ov**

Gradu valmistuu 16 ov

Yllä esitettyä ohjelmaa voi käyttää pohjana henkilökohtaisen opinto-ohjelman laatimisessa. Oma ohjelmaa laadittaessa on syytä ottaa huomioon kurssien väliset riippuvuudet ja se, miten kurssit sijoittuvat laitoksen opetukseen. Laboratoriokurssit ja Ohjelmistotuotantoprojekti voidaan suorittaa joka lukukausi, myös kesällä. Lähes kaikki luentokurssit voi suorittaa erilliskokeessa tenttimällä joka lukukausi. Useimmat ohjelman ensimmäiselle ja toiselle vuodelle sijoitetut tietojenkäsittelytieteen kurssit järjestetään joka lukukausi. Myöhemmin ohjelmassa esiintyvät kurssit luennoidaan yleensä vain kerran lukuvuodessa. Valinnaisten erikoiskurssien luennoitokerrat voivat olla vieläkin harvemmassa.

Tietotekniikan opettajaksi aikovat opiskelevat tietojenkäsittelytiedettä pääosin em. mallin mukaisesti sekä sivuaineopintoja. Opettajan pedagogiset opinnot voi aloittaa suuntautumisvaihtoehtoon hyväksymisen jälkeen. Praktikumeihin on kuitenkin erillinen ilmoittautuminen, ks. oppaan luku ”Aineenopettajankoulutus”.

### Kurssien välisiä riippuvuuksia

Kurssien välisiä riippuvuuksia on kahdenlaisia: suosituksia ja vaatimuksia. Suositukset määrittelevät esitietotason ko. kurssille ja niiden täyttäminen on opiskelijan omalla vastuulla. Vaatimuksien täyttymistä valvotaan ilmoittautumisen ja kurssin alkamisen yhteydessä.



Kuva: Cum laude approbaturin pakollisten kurssien riippuvuus. Paksu nuoli tarkoittaa pakollisuutta, ohut nuoli tarkoittaa, että edeltäjäkurssin asiat on hallittava, katkoviivanuoli on suositus. (Kurssi Tietokone työvälineenä ei ole kuvassa; se tulee suorittaa ennen muita opintoja syyskuun alun tiiviskurssilla.)

## Jatko-opinnot

Tietoteknisen murroksen vuoksi sekä yliopistoissa että teollisuudessa on pulaa tietojenkäsittelytieteessä jatkokoulutuksen saaneista henkilöistä. Tutkijapulan poistamiseksi on korkeakouluissa kehitetty useita erilaisia toimintamuotoja kuten tutkijakouluja, tutkimuslaitoksia ja tutkimuksen huippuyksiköitä. Lisäksi tietotekniikkateollisuus on panostanut voimakkaasti tutkimus- ja kehitystoimintaan mm. perustamalla omia erityisiä tutkimusyksiköitään. Tilanne onkin erityisen suotuisa tietojenkäsittelytieteen tutkimukselle ja siihen liittyville jatko-opinnoille.

Tietojenkäsittelytieteen jatko-opintojen tavoitteena on hankkia syvälinen perehtyneisyys johonkin tietojenkäsittelytieteen erikoisalaan ja saavuttaa siinä valmius luoda uutta tieteellistä tietoa. Jatko-opinnot aloitetaan normaalisti FM-tutkinnon pohjalta, usein samasta aihepiiristä, josta pro gradu -tutkielma on laadittu. Lupaavat jatko-opiskelijat pyritäänkin jo FM-tutkinnon loppuvaiheissa ohjaamaan sellaisiin aiheisiin, jotka toimivat pohjana jatko-opintojen aloittamiselle.

Jatko-opintoja suunnittelevan kannattaa viimeistään pro gradu -tutkielman aihetta valitessaan ottaa yhteyttä siihen laitoksen **tutkimusryhmään**, jonka tekemä tutkimus on lähinnä hänen omaa kiinnostustaan. Ryhmä tarjoaa tukea tieteellisen asiantuntemuksen, keskustelun ja ideoinnin sekä kansainvälisten kontaktien muodossa. Tutkimusryhmään kuulumisen helpottaa myös opintojen rahoituksen järjestämistä, monissa tapauksissa jo pro gradua tehtäessä. Laitoksen tutkimusaloja ja -ryhmiä esitellään laitoksen tutkimussivuilla <http://www.cs.helsinki.fi/research/>.

Jatko-opintojen tavoite voi olla joko ensin välivaiheena lisensiaatintutkinto tai suoraan tohtorintutkinto. Opintojen keskeinen osa on itsenäisen tieteellisen tutkielman, lisensiaatintutkimuksen tai väitöskirjan, laatiminen. Lisensiaatintutkimuksen tulee osoittaa opiskelijan perehtyneisyys valittuun aihepiiriin, kyky kirjoittaa tieteellistä tekstiä ja valmius itsenäiseen tutkimustyöhön. Tohtorintutkinnossa tutkielmalle asetetaan korkeammat tieteelliset vaatimukset: väitöskirjan tulee osoittaa tieteellistä kypsyttä ja sisältää kansainvälisellä tasolla mielenkiintoista uutta tietoa.

Yleensä on suositeltavaa asettaa jatko-opintojen tavoitteeksi suoraan tohtorintutkinto. Silloin lisensiaatintutkimukseksi voidaan hyväksyä väitöskirjan käsikirjoitus. Väitöskirja voidaan laatia myös kehittämällä erikseen laadittua lisensiaatintutkimusta edelleen. Yleensä on syytä pyrkiä kansainvälisesti julkaisukelpoisiin tuloksiin heti sen jälkeen, kun tietyt perusvalmiudet on saavutettu. Tieteellisiä tuloksia on tapana julkaista jo ennen varsinaista väitöskirjaa konferenssiesitelminä ja lehtiartikkeleina, ja itse väitöskirjakin on mahdollista koota ns. "nippuna" tällaisista erillisjulkaisuista. Toinen väitöskirjan pääasiallinen muoto on ns. monografia, joka sisältää koko työn yhtenä kokonaisuutena.

Muodollisesti jatko-opinnot aloitetaan sopimalla suuntautumisvaihtoehdon tai erikoistumislinjan vastuuprofessorin kanssa tutkielman aihepiiri (lopullinen aihe selviää työn edistyessä) sekä jatkotutkintoon sisältyvät pää- ja sivuaineopinnot, jotka kirjataan jatko-opintosuunnitelmaksi

erityiselle lomakkeelle. Jokaiselle opiskelijalle nimetään myös henkilökohtainen ohjaaja, joka huolehtii jatko-opintojen etenemisestä ja tutkimustyön tieteellisen tason varmistamisesta. Päätoimisesti opiskellen on mahdollista suorittaa lisensiaatintutkinto 2 - 3 vuodessa ja tohtorintutkinto noin neljässä vuodessa perustutkinnon suorittamisen jälkeen.

Jatkotutkintoon sisällytettävien opintojaksojen arvosanojen on oltava vähintään 2/3. Sivuaineopinnot on syytä suorittaa mahdollisimman varhaisessa vaiheessa.

Huomattava osa jatko-opiskelijoista kuuluu erityisiin ns. tutkijakouluihin. Koulut järjestävät jatkokoulutuskursseja, ja niiden kautta on mahdollista saada päätoiminen tutkijakoulutuspaikka. Laitos osallistuu kolmeen tutkijakouluun (ks. alla). Jatko-opintoja voi rahoittaa myös työskentelemällä jossakin laitoksen tutkimushankkeessa tai opetusvirassa. Jatko-opintoja voi suorittaa myös tietotekniikkayrityksessä tai tutkimuslaitoksessa tehtävän tutkimus- ja kehitystyön ohessa, joskin tällainen järjestely on osoittautunut käytännössä varsin raskaaksi.

## Helsingin tietojenkäsittelytieteen ja -tekniikan tutkijakoulu HeCSE

Helsingin tietojenkäsittelytieteen ja -tekniikan tutkijakoulu (HeCSE, Helsinki Graduate School in Computer Science and Engineering) on Helsingin yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitoksen ja Teknillisen korkeakoulun tietojenkäsittelyalan laboratorioden ja tutkimusyksiköiden yhteinen tutkijakoulu. Tutkijakoulun ohjelmaan sisältyvää opetusta annetaan sekä Helsingin yliopistossa että Teknillisessä korkeakoulussa Otaniemessä. Tarkempia tietoja tutkijakoulun toiminnasta, hakuajoista ja opintojen rahoituksesta Helsingin yliopistossa saa tutkijakoulun koordinaattorilta Tiina Niklanderilta, web-sivulta <http://www.cs.helsinki.fi/hecese/> tai sähköpostitse osoitteesta [hecse-admin@cs.helsinki.fi](mailto:hecse-admin@cs.helsinki.fi).

## Laskennallisen biologian, bioinformatiikan ja biometrian tutkijakoulu ComBi

Laskennallisen biologian, bioinformatiikan ja biometrian tutkijakoulu (ComBi, Graduate School in Computational Biology, Bioinformatics, and Biometry) on Helsingin, Tampereen ja Turun yliopistojen sekä Teknillisen korkeakoulun yhteisesti järjestämä jatkokoulutusohjelma. Koulu aloitti toimintansa vuoden 1998 alussa ja Helsingin yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitos toimii koulun vastuulaitoksena. Koulun tutkimuksellisenä tavoitteena on kehittää tietojenkäsittelytieteen, (sovelletun) matematiikan ja tilastotieteen alaan kuuluvia menetelmiä biologisia tieteitä varten. Väitöskirjatyöt tehdään yhteistyössä sovellusaloja (kuten biokemia, molekyylibiologia, perinnöllisyystiede ja biotekniikka, ekologia, evoluutiotutkimus ja systematiikka, maantiede sekä kansanterveystiede) edustavien tutkimusryhmien kanssa. Tarkempia tietoja tutkijakoulun toiminnasta, hakuajoista, opintojen rahoituksesta ym. saa tutkijakoulun johtajalta akatemiaprofessori Heikki Mannilalta ja pääsihteeriltä Heikki Lokilta (HY) sekä web-sivulta <http://www.cs.helsinki.fi/combi/> tai sähköpostitse osoitteesta [combi@cs.helsinki.fi](mailto:combi@cs.helsinki.fi).

## Kieliteknologian valtakunnallinen tutkijakoulu (KIT-tutkijakoulu)

KIT-tutkijakoulu on kieliteknologian monitieteinen, valtakunnallinen tutkijakoulu, joka toimii osana muotoutumassa olevaa pohjoismaista kieliteknologian tutkijakoulutusta. Koulu on aloittanut toimintansa vuoden 2002 alussa. Tarkempia tietoja toiminnasta ja hakuajoista saa prof. Helena Ahonen-Mykalta ja sivun <http://www.ling.helsinki.fi/kit/tutkijakoulu/> kautta.

## Tietotekniikan tutkimuslaitos HIIT

Helsingin tietotekniikan tutkimuslaitos HIIT on Helsingin yliopiston ja Teknillisen korkeakoulun yhteinen tietotekniikan tutkimuslaitos, jonka tavoitteena on tietojenkäsittelytieteen strategisen



utkimuksen merkittävä vahvistaminen sekä Helsingin yliopiston ja Teknillisen korkeakoulun yhteistyön parantaminen. HIIT koostuu kahdesta yksiköstä: soveltavaa teollisuusyhteistyötä tekevistä tavoitetutkimusyksiköstä (johtajana Martti Mäntylä), joka toimii lähinnä Teknillisen korkeakoulun tiloissa Ruoholahdessa, sekä perustutkimusyksiköstä (johtajana Heikki Mannila). Perustutkimusyksikkö sijoittuu pääosin tietojenkäsittelytieteen laitoksen tiloihin Kumpulassa; osa toimii TKK:n tiloissa Otaniemessä. Perustutkimusyksikkö tekee korkeatasoista tietojenkäsittelytieteen perustutkimusta tiiviissä yhteistyössä muita tieteitä ja teollisuutta edustavien soveltajatahojen kanssa. Yksikön keskeisiä tutkimusalueita ovat data-analyysi, adaptiivinen laskenta ja laskennallinen neurotiede. Lisätietoja saa web-osoitteista [http://www.cs.helsinki.fi/hiit\\_bru/](http://www.cs.helsinki.fi/hiit_bru/) ja <http://www.hiit.fi/> sekä sähköpostitse osoitteesta [Heikki.Mannila@cs.helsinki.fi](mailto:Heikki.Mannila@cs.helsinki.fi).

## Annettava opetus

Tarjolla oleva opetus ja kurssien ilmoittautumismenettely on syytä tarkistaa web-sivuilla ja 2. kerroksen ilmoitustaululla olevasta seuraavaa lukukautta koskevasta opetusohjelmasta. **Muutokset opinto-oppaan painamisen jälkeen ovat mahdollisia!**

Syyslukukauden opetusohjelma ilmestyy 10.8., kevätlukukauden opetusohjelma 30.11. ja kesän opetusohjelma 31.3. Lukukauden opetusohjelma sisältää myös harjoitus- ja harjoitustyöryhmien ajat ja salit. Kurssi- ja erilliskokeiden ajat kerrotaan web-sivulla <http://www.cs.helsinki.fi/kokeet/>. Kurssien sisältö kirjallisuusviitteineen ja kuulusteluja koskevat määräykset ilmenevät verkossa olevista kurssikuvauksista, katso myös kappaletta ”Luentokurssit ja erilliskokeet”.

Suurin osa cum laude approbaturin pakollisista kursseista järjestetään lukuvuoden kumpanakin lukukautena. Eräillä alkuvaiheen kursseilla toinen lukukausi on tarkoitettu erityisesti pääaine- ja toinen erityisesti sivuaineopiskelijoille. Opetusohjelmassa englanninkielisinä kuvatuilla kursseilla opetuskieli on englanti.

### Ilmoittautuminen

Luentokursseille ja erilliskokeisiin ilmoitaudutaan tietoverkossa toimivalla ilmoittautumisjärjestelmällä. Sitova ilmoittautuminen harjoitusryhmiin alkaa noin viikkoa ennen lukukauden opetuksen alkua; ks. kohta ”Tärkeitä päivämääriä”. Luentokursseille on ilmoitauduttava viimeistään ensimmäisen luentoviikon aikana ja erilliskokeisiin viimeistään edellisen viikon maanantaina. Kohdassa ”Luentokurssit ja erilliskokeet” selitetään tarkemmin mm. cum laude approbatur –kurssin aiemmin kahdesti keskeyttäneiden ilmoittautumisrajoituksia.

Kurssikokeet liittyvät luentokursseihin, eikä niihin tarvitse ilmoittautua erikseen. Huom. Harjoitusryhmät kokoontuvat yleensä vielä viimeistä luentoa seuraavalla viikolla.

Tieteellisen kirjoittamisen kurssille, Ohjelmistotuotantoprojektiin ja seminaareihin ilmoitaudutaan jo edellisen lukukauden loppupuolella, ks. kohta ”Tärkeitä päivämääriä”.

Myös laboratorioskurssien harjoitustyöryhmiin ilmoitaudutaan ilmoittautumisjärjestelmää käyttäen. Harjoitustyönsä aikaisemmin keskeyttänyt opiskelija saa ilmoittautua ainoastaan ko. laboratorioskurssin keskeyttäneiden listalle. Harjoitustyöryhmiin voi ilmoittautua aina aloitusluentoon (Tietorakenteiden harjoitustyössä ryhmän aloitustilaisuuteen) saakka. **Ilmoittautuneiden on oltava ehdottomasti läsnä aloitusluennolla (aloitustilaisuudessa), muuten he menettävät paikkansa ryhmässä.**

## Tietokoneiden käyttöluvut

Laitoksen tietokoneiden käyttö vaatii laitoksen henkilökohtaisen käyttäjätunnuksen (yliopiston mikroverkkotunnus tai Unix-tunnus ei riitä). Uusille pääaineopiskelijoille tehdään tunnus valmiiksi kirjoittautumistietojen perusteella, mutta se on käytävä lunastamassa annettujen ohjeiden mukaan. Muiden opiskelijoiden tulee hankkia käyttäjätunnus omatoimisesti ajoissa. Ohjeet sivulla <http://www.cs.Helsinki.FI/compfac/ohjeet/Luvat/>.

## Opetussalit

Opetus järjestetään pääsääntöisesti Exactumissa Kumpulan kampuksella. Auditoriot A111 ja B123 sijaitsevat talon 1. kerroksessa ja Auditorio CK112 pohjakerroksessa. Salilyhenteiden alkukirjain (A, B, C, D) ilmaisee talon osan ja ensimmäinen numero kerroksen (K1 = pohjakerros).

## Kurssikuvaukset

Alla on opintojaksoista lyhyet kuvaukset. Seikkaperäisemmät kuvaukset opintojaksojen sisällöistä, esitiedoista ja suoritustavoista löytyvät sivun <http://www.cs.helsinki.fi/kurssit/> kautta.

## SYYSLUKUKAUSI 2004

### Muut opinnot

#### **581256 Opettajatuutorointi (1 ov)**

FM Päivi Kuuppelomäki, aloitustilaisuus 13.09. ma 16-18 B123

Osallistuminen on pakollista syksyllä 2003 aloittaneille pääaineopiskelijoille. Ryhmät kokoontuvat maanantaisin klo 14-16.

#### **581355 Tietojenkäsittelytieteen esittely (1 ov)**

FL Tiina Niklander 13.09.-20.10. ma 12-14, ke 16-18 A111

Opintojakso tarjoaa katsauksen tietojenkäsittelytieteen osa-alueisiin, joita esittelevät useat eri alueiden asiantuntijaluennoijat. Esittelyt painottuvat niille alueille, joilla laitoksella on tutkimustoimintaa. Kurssiin liittyy kirjallinen harjoitus.

### Cum laude approbatur / pakolliset opintojaksot

#### **581324 Tietokone työvälineenä (2 ov)**

##### **(erityisesti pääaineopiskelijoille)**

FM Anni Rytönen 03.09. pe 12-14, 06.09.-09.09. ma-to 12-15 A111

Kurssilla harjoitellaan työvälineohjelmien käyttöä seuraavilta osa-alueilta: Tietojenkäsittelytieteen laitoksen (tktl) atk-järjestelmät ja käyttöjärjestelmät (Unix, Linux ja Windows), Internet (WWW, sähköposti, uutisryhmät), kotisivut ja HTML sekä toimisto-ohjelmat (tekstinkäsittely, esitysgrafiikka ja taulukkolaskenta). Kurssin suoritukseen kuuluu harjoitustyö. Harjoituksissa tarvitaan tktl:n atk-käyttäjätunnus. Katso ohjeet tunnuksen hakemisesta laitoksen web-sivuilta.

#### **581390 Tietokone työvälineenä (sivuaineopiskelijoille) (2 ov)**

Aman. Juhani Haavisto 17.09.-20.10. ke, pe 12-14 A111

Luennoilla käsitellään opetettavien ohjelmistojen (ks. pääaineopiskelijoiden kurssi) toimintaperiaatteita ja esitetään runsaasti demoja. Verkkomateriaalin itseopiskelulla voi korvata

osan luentoja ja harjoituksia. Kurssiin kuuluu harjoitustyö. Kurssi kannattaa suorittaa heti tietojenkäsittelytieteen opintojen alussa. Harjoituksissa tarvitaan alusta pitäen tietojenkäsittelytieteen laitoksen atk-käyttäjätunnus. Katso ohjeet tunnuksen hakemisesta laitoksen web-sivuilta.

### **581328 Tietokantojen perusteet (2 ov)**

Leht. Harri Laine 14.09.-19.10. ti 14-16 A111

Kurssilla opitaan perustiedot relaatiotietokannoista: mitä ne ovat ja miten niitä käytetään suoraan ja toisaalta ohjelmointikielen kautta. Kurssiin sisältyy johdatus relaatiotietokannan suunnitteluun. Kurssilla edellytetään ohjelmointitaitoa kurssin Ohjelmoinnin perusteet laajuudessa. Kurssi on osittain verkkokurssi; luennoilla käsitellään vain kurssin vaativimpia osia. Kurssikirja: Laine H.: Tietokantojen perusteet (opetusmoniste), HY/TKTL, 2001.

### **581327 Johdatus sovellussuunnitteluun (2 ov)**

**(erityisesti pääaineopiskelijoille)**

Ass. Antti Viljamaa 25.10.-29.11. ma 12-14 A111

Oliokeskeinen ohjelmiston kehittäminen ja siinä tarvittavat kuvaustekniikat ja menetelmät. Johdatus käyttöliittymiin ja niiden suunnitteluun. Kurssilla edellytetään oliokäsitteistön tuntemista ohjelmoinnin kannalta kurssin Ohjelmoinnin perusteet laajuudessa. Kurssin harjoitukset suoritetaan ryhmätöinä opintopiireissä. Suositeltava kurssikirja: Maciaszek L.A.: "Requirements Analysis and System Design - Developing Information Systems with UML". Addison-Wesley, 2001.

### **581325 Ohjelmoinnin perusteet (3 ov)**

**(erityisesti pääaineopiskelijoille)**

Leht. Arto Wikla 13.09.-28.10. ma, to 14-16 A111

Kurssilla perehdytään algoritmien laatimiseen ja ohjelmointiin. Ohjelmointikielenä on Java. Opiskelijalta ei edellytetä ennakkotietoja ohjelmoinnista. Kurssikirja: Wikla A.: Ohjelmoinnin perusteet Java-kielillä (4. painos), OtaDATA, 2003.

### **581326 Java-ohjelmointi (2 ov)**

**(erityisesti pääaineopiskelijoille)**

Leht. Arto Wikla 01.11.-09.12. ma, to 14-16 A111

Kurssilla perehdytään Java-ohjelmointikielen. Painopiste on kielen perusvälineiden käytössä. Ohjelmoinnin perusteet -kurssin sisällön hallinta on osallistumisen edellytys. Huom: Kurssin harjoitukset alkavat jo ensimmäisellä luentoviikolla. Kurssikirja: Wikla A.: Ohjelmoinnin perusteet Java-kielillä (4. painos), OtaDATA, 2003.

### **581305 Tietokoneen toiminta (2 ov)**

FM Päivi Kuuppelomäki 27.10.-03.12. ke, pe 12-14 A111

Kurssilla perehdytään tietokoneohjelman suoritukseen, tietokonelaitteiston komponentteihin sekä laitteiston ja käyttöjärjestelmän luomaan ohjelman suoritussympäristöön. Kurssikirja: Häkkinen A.: Tietokoneen toiminta (opetusmoniste D390), HY/TKTL, 1998. Erilliskokeessa kurssikirjana: Stallings W.: Computer Organization and Architecture (6th ed.), Prentice Hall, 2003.

### **581330 Ohjelmoinnin ja laskennan perusmallit (2 ov)**

Ass. Tuomo Malinen 14.09.-20.10. ti, to 12-14 B123

Kurssilla tutustutaan ohjelmoinnin ja laskennan formaaleihin perusmalleihin. Käsiteltäviä asioita ovat äärelliset automaattit ja formaalit kielet sekä kielioppien jäsentäminen.

### **581331 Käyttöjärjestelmät I (2 ov)**

FL Tiina Niklander 13.09.-20.10. ma 10-12, ke 14-16 A111

Kurssin tavoitteena on tuntee sovelluksen käytössä olevat käyttöjärjestelmäpalvelut ja ymmärtää käyttöjärjestelmän toiminnan keskeisimmät periaatteet. Kurssilla tarkastellaan asioita sovelluksen näkökulmasta. Suositeltava kurssikirja: Stallings W.: Operating Systems (4th ed.), Prentice Hall, 2000.

#### **581332 Rinnakkaisohjelmistot (2 ov)**

FM Liisa Marttinen 25.10.-01.12. ma 10-12, ke 14-16 A111

Kurssilla perehdytään rinnakkaisten ja hajautettujen järjestelmien ohjelmoinnin peruskäsitteisiin. Eriytynen paino on rinnakkaisten algoritmien suunnittelussa ja toteutuksessa. Kurssikirja: Andrews G. R.: Foundations of Multithreaded, Parallel, and Distributed Programming, Addison-Wesley, 2000.

#### **58131 Tietorakenteet (4 ov)**

FT Matti Luukkainen 14.09.-02.12. ti, to 10-12 A111

Kurssilla käsitellään perustietorakenteita kuten pinoja, jonoja, puita ja verkkoja sekä niiden käsittelyalgoritmeja. Kurssilla sovelletaan opiskelijälähtöisiä oppimismenetelmiä, kuten todellisten tietorakenne- ja algoritmiongelmien ratkomista ohjatuissa opiskelijaryhmissä. Kurssikirja: Cormen T.H., Leiserson C.E., Rivest R.L., Stein C.: Introduction to Algorithms, Second Edition, The MIT Press, 2001.

#### **581334 Tietokannan hallinta (2 ov)**

Leht. Harri Laine 27.10.-02.12. ke, to 10-12 B123

Tietokannanhallintajärjestelmän toiminnot: tietojen tallennus- ja hakumenetelmät, saannin valvonta, kyselyjen optimointi ja transaktioiden hallinnan perusteet. Kurssien Tietokantojen perusteet ja Tietorakenteet sisältö edellytetään tunnetuksi. Kurssikirja: Ramakrishnan R, and Gehrke J.: Database Management Systems (3rd ed.), McGraw-Hill, 2002.

#### **58110 Tieteellisen kirjoittamisen kurssi (4 ov)**

(tarkoitettu vain pääaine- ja sivulaudatur-opiskelijoille)

FT Lea Kutvonen 13.09.-18.10. ma 12-14 CK112

Kurssilla opitaan tieteellisen esityksen (tutkielman, raportin, julkaisun) laatimiseen tarvittavia taitoja: lähdemateriaalin hakua ja käyttöä, esityksen jäsentämistä sekä kirjallista ja suullista esitystaitoa.

#### **581259 Ohjelmistotuotanto (3 ov)**

Yliopistonleht. Juha Taina 13.09.-03.11. ma, ke 14-16 CK112

Ohjelmistotuotanto-kurssilla tarkastellaan alan yleistä käsitteellistä, teoreettista ja käytännöllistä aineistoa. Kurssikirja: Ian Sommerville: Software Engineering (6th ed.), Addison-Wesley, 2001.

#### **581260 Ohjelmistotuotantoprojekti (6 ov)**

Yliopistonleht. Juha Taina

Kurssin opiskelijat jaetaan ryhmiin, joiden tehtävänä on vetää läpi lukukauden mittainen ohjelmistoprojekti. Opiskelijoiden tulee ryhmätyönä kartoittaa projektin asiakkaan vaatimukset ohjelmistolle ja toteuttaa ohjelmisto kurssin laatujärjestelmän mukaisesti.

#### **58160 Ohjelmoinnin harjoitustyö (1. periodilla) (2 ov)**

Yliopistonleht. Tomi Pasanen, aloitusluento 13.09. ma 18-20 CK112

#### **58160 Ohjelmoinnin harjoitustyö (2. periodilla) (2 ov)**

Yliopistonleht. Tomi Pasanen, aloitusluento 25.10. ma 18-20 CK112

**581329 Tietokantasovellusten harjoitustyö (1. periodilla) (2 ov)**

Yliopistonleht. Pirjo Moen, aloitusluento 13.09. ma 16-18 CK112

**581329 Tietokantasovellusten harjoitustyö (2. periodilla) (2 ov)**

Yliopistonleht. Pirjo Moen, aloitusluento 25.10. ma 16-18 CK112

**58161 Tietorakenteiden harjoitustyö (2 ov)**

Leht. Otto Nurmi

**Cum laude approbatur /valinnaiset opintojaksot**

**582321 Digitaalisen äänenkäsittelyn perusteet (3 ov)**

N.N. (Turun yliopisto), Kjell Lemström 11.11.-11.11. ma 11-11 Ö111

Kurssilla käsitellään sekä äänenkäsittelyn teoriaa, ohjelmointia että käytännön työkaluja. Esille tulevat mm. äänen voimakkuutta, taajuutta ja aaltomuotoa muokkaavat operaatiot. Ohjelmointiympäristönä tarkastellaan Javan tarjoamia äänenkäsittelyn luokkakirjastoja.

Äänityökaluna esitellään Sound Forge -ohjelmistoa, mutta harjoitustyön voi tehdä myös muilla välineillä. Kurssi toteutetaan valtakunnallisen virtuaaliyliopistohankkeen (OSCu) osana. Luennot välitetään videona; kurssiin kuuluu harjoitustyö (kuvaus v. 2003).

**582315 Johdatus funktionaaliseen ohjelmointiin (2 ov)**

Yliopistonleht. Matti Nykänen 26.10.-02.12. ti, to 10-12 CK112

Kurssi johdattaa ohjelmointitapaan, jossa ohjelma pyritään kirjoittamaan siten, että sen suorittamista voitaisiin ajatella jonkin matemaattisen funktion arvon laskemisena. Tällainen lähestymistapa ohjelmointiin on hyödyllinen esimerkiksi silloin, kun pyritään sellaisiin ohjelmiin, joiden oikea toiminta voitaisiin todistaa. Esimerkkinä funktionaalisesta ohjelmointikielestä kurssilla on Standard ML (SML'97).

**581251 Ohjelmointitekniikka (C++) (3 ov)**

Leht. Juha Vihavainen 15.09.-05.11. ke 16-18, pe 12-14 CK112

Harjoitustöiden avulla perehdytään abstraktien tietotyypien toteutukseen, olio-ohjelmointiin sekä C++-ohjelmointitekniikkaan. Esitietoina suositellaan Tietorakenteet ja C-ohjelmointi. Kurssi edellyttää hyvää ohjelmointitaitoa sekä valmiutta itsenäiseen työskentelyyn perehdyttäessä kurssiin liittyvään aineistoon.

**582322 Pelit ja virtuaaliympäristöt (3 ov)**

N.N. (Oulun yliopisto), yliopistonleht. Tomi Pasanen 11.9.-11.11. ma 11-11 Ö111

Perustiedot pelisuunnitteluun ja -tuotantoon liittyvistä menetelmistä ja työkaluista. Pelit ja verkotetut virtuaaliympäristöt sisältötuotannollisesta näkökulmasta. Aihealueita: Verkotettujen virtuaaliympäristöjen ja pelien lajityypit, peruseriaatteet ja toiminnot. Peli- ja virtuaaliympäristösuunnittelun peruseriaatteet. Sisältötuotantoprosessin vaiheet. Verkkopelien mahdollisuudet ja haasteet. Peliympäristöjen hyödyntäminen muilla sovellusalueilla. Kurssi toteutetaan valtakunnallisen virtuaaliyliopistohankkeen (OSCu) osana. Luennot välitetään videona; kurssiin kuuluu harjoitustyö (kuvaus v. 2003).

**582320 Programming Graphical User Interfaces (2 ov)**

MSc Jarkko Leponiemi (University of Tampere), Lecturer Harri Laine 07.09.-10.12. Tue, Fri 10-12 D122

Basic and some advanced information on programming graphical user interfaces. After attending the course the student is able to implement applications including a graphical user interface with medium level of complexity. The topics include graphics programming, event handling, user interface components, selected user interface desing patterns, and advanced programming environments. The programming languages and environments used include Java2 and Microsoft Visual C++. The course is carried out in a national video-based virtual university project (OSCu).

**58127 Programming in C (2 ov)**

Teacher Krishnan Narayanan 14.09.-21.10. Tue, Thu 12-14 CK112

We learn how to program in ANSI C. Recommended course book: Kernighan B.W. & Ritchie D.M.: The C Programming Language, 2nd ed., Prentice Hall 1988. (ANSI C edition)

**582316 X/Open-sovellusohjelmointi (3 ov)**

Ass. Jan Lindström, FT Jukka Manner 16.09.-09.12. to 16-19 D122

Kurssin tavoitteena on sovelluskehitystyöhön riittävä X/Open-järjestelmän tuntemus. Tutustutaan mm. tiedostojärjestelmään, prosessien hallintaan ja prosessien väliseen kommunikointiin. Kurssin osallistujamäärä on rajoitettu. Kurssilla ei ole perinteisiä laskuharjoituksia vaan 3 pientä harjoitustyötä. Esitiedot: C-ohjelmointi sekä Rinnakkaisohjelmistot.

**582313 Bioinformatiikan perusteet (3 ov)**

Yliopistonleht. Tomi Pasanen 15.09.-18.11. ke, to 12-14 D122

Kurssilla tarkastellaan molekyylibiologiaan liittyviä laskennallisia ongelmia tutustuen samalla bioinformatiikan maailmanlaajuiseen infrastruktuuriin.

**582319 Molecular Genetics and gene mapping for methodological sciences (2 ov)**

PhD Päivi Onkamo 13.09.-17.09. Mon-Fri 10-17 CK107

This is an introductory laboratory course on genetics. It is especially suited for methodological researchers who are involved in genetical projects, or MSc/PhD students interested in bioinformatics. The course can be selected as an optional course to the cum laude level studies in the Department of the Computer Science. Required background knowledge: probability calculation, statistical tests, likelihood.

**582310 Aineenopettajan tietotekniikka (3 ov)**

FM Anni Rytönen 7.10.-25.11. to 14-18 DK117

Kurssi on tarkoitettu tuleville tietotekniikan aineenopettajille. Suositeltavaa on, että opetusharjoittelu on tehty tai meneillään ja tietojenkäsittelyn aineopinnot cum laude approbaturin loppuvaiheessa. Kurssilla käsitellään tietotekniikan opettajan työhön liittyviä asioita, kuten yläasteella ja lukiossa pidettävien kurssien sisältöjä sekä koneiden ja verkon ylläpitoa. Kurssi suoritetaan lähitapaamisiin osallistumalla ja projektityöllä.

Laudatur

**582456 Approximation Algorithms (4 ov)**

PhD Aristides Gionis 27.09.-08.12. Mon, Wed 12-14 B222

The course will cover approximation algorithms for NP-hard optimization problems. Problems to be studied include: metric TSP, set cover, vertex cover, bin packing, MAX SAT, MAX CUT, facility location, and k-median.

### **582457 Classification (2 ov)**

Research Coordinator Patrik Floréen 13.09.-29.11. Mon 10-12 B222

The topic of this course is classification methods and algorithms. The course has the form of a study group, where the students will together solve exercises from a suitable textbook. Each student will on his/her turn choose exercises to be solved for the next session. Due to the study group nature of the course, the participation in the course will be limited. There are no lectures in the course.

### **582401 Geometriset menetelmät (4 ov)**

Leht. Otto Nurmi 14.09.-03.12. ti 14-16, pe 12-14 B222

Paikan ja muodon sisältävän tiedon käsittelymenetelmiä: leikkaukset, jakaminen ja peittäminen; navigointi ja hakeminen; sommitelmat; geometriset tietorakenteet. Geometrian esitietoja ei vaadita.

### **582458 Kernel Methods for Pattern Analysis (2 ov)**

Prof. John Shawe-Taylor (Univ. of Southampton) 18.10.-22.10. Mon-Fri 9-15 CK107

The course gives a comprehensive introduction to the problems of pattern analysis and the kernel methods approach to their solution. Kernel methods rely on the implementation of linear pattern functions in high dimensional feature spaces defined implicitly via a kernel function. The course will cover the statistical implications, algorithmic solutions and kernel design strategies that make this approach a modular and flexible way to tackle real-world tasks.

### **581336 Laskennan teoria (3 ov)**

Prof. Jyrki Kivinen 13.10.-03.12. ke 12-14, pe 10-12 CK112

Kurssi laajentaa ja syventää Ohjelmoinnin ja laskennan perusmallit -kurssin antamaa tietojenkäsittelytieteen teoreettisten perusteiden tuntemusta. Erityisesti tarkastellaan Turingin koneita, laskennallisten ongelmien ratkeavuutta sekä laskennan vaativuusteoriaa. Suositeltava kurssikirja: Hopcroft J. E., Motwani R., Ullman J. D., Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation (2nd ed.), Addison-Wesley, 2001.

### **581381 Käyttöliittymät II (3 ov)**

Yliopistonleht. Sari A. Laakso 22.09.-01.12. ke 10-12 CK112

Syventävä opintojakso tavoitepohjaisesta käyttöliittymäsuunnittelusta ja käyttöliittymien suunnittelumalleista (design patterns). Tavoitepohjaisten käyttötapauksien selvittäminen kenttätutkimuksilla. Käyttöliittymien arviointimenetelmät. Suunnittelu- ja arviointimenetelmien sijoittaminen ohjelmistoprosessiin. Esitiedot: Käyttöliittymät-kurssi. Jos tulijoita on enemmän kuin kurssille mahtuu, etusijalla ovat Käyttöliittymät-kurssin hyvällä arvosanalla suorittaneet.

### **581361 Ohjelmistojen testaus (3 ov)**

Yliopistonleht. Juha Taina 26.10.-09.12. ti, to 10-12 B222

Kurssilla käsitellään ohjelmistotestauksen yleisiä käsitteitä, periaatteita ja tekniikoita. Kurssiin kuuluu noin 1ov laajuinen harjoitustyö. Esitietovaatimukset: Ohjelmistotuotanto, Ohjelmistotuotantoprojekti.

### **581359 Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen laatu (3 ov)**

Prof. Inkeri Verkamo 15.09.-05.11. ke 16-18, pe 8-10 D122

Kurssilla käsitellään ohjelmiston laadun komponentteja ja niiden mittaamista sekä eräitä keskeisiä ohjelmistoprosessimalleja. Kurssikirjat: Fenton N. E., Pfleeger S. L.: Software Metrics: A Rigorous

and Practical Approach (2nd ed.), International Thomson Computer Press, 1997 ja Verkamo I.: Ohjelmistotuotannon prosessimalleja (opetusmoniste), HY/TKTL, 2003.

### **582461 Foundations for Future Mobile Computing (4 ov)**

Prof. Kimmo Raatikainen 13.09.-29.11. Mon 16-18 D122

The course examines fundamentals of computing and communications in future mobile systems. The key issues (and their underlying theoretical and practical foundations) examined include architectures, reconfiguration, modeling, programming, and software development.  
(<http://www.cs.helsinki.fi/Kimmo.Raatikainen/Courses/f4fmc2004a.html>)

### **582449 Peer-to-Peer Computing (3 ov)**

PhD Stefano Campadello, PhD Heikki Helin 14.09.-07.12. Tue 16-18 D122

The course covers general introduction to peer-to-peer computing, including models, techniques, and algorithms for peer-to-peer architectures. Additionally, several case studies of peer-to-peer architectures will be presented. The course will include a project work.

### **581365 Tietokoneen rakenne (2 ov)**

FM Auvo Häkkinen 13.09.-20.10. ma, ti 12-14 D122

Kurssilla perehdytään tietokonelaitteiston alemman tason peruspiirteisiin, kuten esim. konekielen rakenteeseen, liukuhinnan toimintaan sekä prosessorin ja muistihierarkian toteutukseen. Osallistujilta edellytetään kurssin Tietokoneen toiminta suoritus tai vastaavat tiedot. Kurssikirja: Stallings W.: Computer Organization and Architecture (6th ed.), Prentice Hall, 2003.

### **581363 Tietoliikenne II (2 ov)**

FM Liisa Marttinen 13.09.-20.10. ma, ke 14-16 D122

Kurssin tavoitteena on tutustua joihinkin tietoliikennejärjestelmiin, ymmärtää linkki-, verkko- ja kuljetustason protokollien toimintatavat ja niiden käyttämät ongelmien ratkaisuperiaatteet. Esimerkkeinä käsitellään erityisesti IPv4-, IPv6- ja TCP-protokollia. Kurssikirja: Kurose J. F., Ross K. W.: Computer Networking, A Top-Down Approach Featuring the Internet, Addison-Wesley, 2001.

### **582462 Tietoturvan jatkokurssi (3 ov)**

FT Timo Karvi 13.09.-29.11. ma 10-12 D122

Kurssilla keskitytään tietoturvan teoreettisiin malleihin, niiden formalisointiin ja periaatteellisiin rajoituksiin. Lisäksi käsitellään politiikkakieliä. Erityisesti käydään läpi pääsymatriisimalli ja sen periaatteelliset rajoitukset, luottamuksellisuusmallit, eheysmallit, hybridimallit, luottamuksen käsite ja sen sovellutuksia, politiikkakielet ja politiikkojen yhdistäminen.

### **582475 Information Visualization (2 ov)**

Dr.rer.nat. Alexander Hinneburg 14.09.-21.10. Tue, Thu 16-18 C222

The course gives an introductory overview about visualization techniques for abstract data. It will have three parts: (1) the general visualization process and basics about human visual recognition, (2) basic visualization techniques and (3) advanced information visualization. Instead of a text book a collection of articles will be provided. The course will include exercises to demonstrate the methods presented and some project work.

### **582466 Puukieliopit (3 ov)**

FM Miro Lehtonen, FM Mika Raento 27.10.-03.12. ke 14-16, pe 12-14 C222

Puukieliopit laajentavat merkkijonokielioppien maailmaa. Sovellusalueita ovat mm. luonnollisten kielten mallinnus ja rakenteiset dokumentit. Seminaarimuotoisella kurssilla tutustutaan



puukielioppien perusluokkiin (puupaikallisiin ja puusäännöllisiin) sekä niiden sovelluksiin jäsennyksessä, validoinnissa ja transformaatioissa. Kurssiin sisältyy pakollinen harjoitustyö sekä harjoitustyön tuloksiin perustuva esitelmä.

#### **582440 Sanojen merkitykset (2 ov)**

Yliopistonleht. Jussi Piitulainen 13.09.-20.10. ma, ke 10-12 C222

Sanojen merkitysten ja merkityssuhteiden esittäminen toisaalta Wordnetin ja sanakirjojen tapaisissa tietovarastoissa, toisaalta aineistopohjaisesti. Sopivien merkitysten valinta tekstiyhteydessä.

#### **582444 Special Course on Data Mining (3 ov)**

PhD Marko Salmenkivi 14.09.-21.10. Tue, Thu 10-12 B222

The course focuses on the discovery of frequent patterns. Association rules. Apriori algorithm. Episodes. Levelwise search. Complexity of finding frequent patterns. Closed sets and generators. The course will include a project work.

#### **581353 Tietokannan mallinnus (2 ov)**

FM Satu Eloranta 23.09.-25.11. to 12-14 B222

Tietokannan suunnittelun teoriaa: funktionaaliset ja sisältyvyysriippuvuudet, tietokantakaavion normaalistaminen. Tietokannan käsittelyn mallinnusta: relaatiokalkyyli, oliokalkyyli.

#### **582403 Tietovarastot (2 ov)**

Prof. Seppo Sippu 14.09.-21.10. ti, to 14-16 D122

Tietovaraston (data warehouse) mallinnus, tosiaikainen tiedonjalostus (OLAP), materiaalistettujen näkymien valinta ja ylläpito, tietovaraston hakemistorakenteet, tietovaraston lataus.

#### **582468 Computational Neuroscience (3 ov)**

D. Sc. (Tech.) Patrik Hoyer, D. Sc. (Tech.) Jarmo Hurri 14.09.-22.10. Tue 14-16, Fri 10-12 C222

The topic of this course is mathematical modeling of information processing taking place in the brain. Contents: 1. Introduction to brain physiology 2. Modeling response properties of individual neurons 3. Example: early visual system. 4. Network models. 5. Plasticity and learning. Course requirements: examination and project work. Prerequisites and course material: see <http://www.cs.helsinki.fi/jarmo.hurri/teaching/cns/>

#### **58066 Tekoäly (4 ov)**

Prof. Eero Hyvönen 14.09.-02.12. ti, to 14-16 CK112

Tekoälyn keskeiset ongelmat ja ratkaisumenetelmät perinteisen tekoälyn näkökulmasta, jossa korostetaan symbolista tiedon esitystä ja käsittelyä. Etsintäalgoritmit peleissä ja muussa ongelmanratkaisussa, loogispohjainen tiedon esittäminen ja päättely sekä suunnitelmien laatiminen. Esitietoina edellytetään kurssi Tietorakenteet. Hyötyä on myös kurssin Symbolinen ohjelmointi tai sen edeltäjän Tekoälykielet sekä logiikan tiedoista. Kurssikirja: Russell S. J. ja Norvig, P.: Artificial Intelligence: A Modern Approach (2nd ed.). Prentice Hall, 2002.

#### **582467 Data Analysis for Gene Expression (3-5 ov)**

Prof. Samuel Kaski, Doc. Petri Auvinen, Dr. Madhuchhanda Bhattacharjee 11.10.-15.10. Mon-Fri 9-14 CK107, 15.11.-16.11. Mon, Tue 9-14 CK107

Computational and statistical methods for analyzing modern high-throughput biological data. Microarray techniques for measuring gene expression. Data analysis from preprocessing to clustering and basics of inferring gene regulation. Necessary biological background is reviewed. An optional larger project work and a seminar bring two additional credits. The course is organized together with the Department of Mathematics and Statistics and Institute of Biotechnology.

## Seminaarit

**58304307 Geneerinen metaohjelmointi (2 ov)**

Leht. Juha Vihavainen 16.09.-09.12. to 14-16 B222

**58304319 GRID-laskenta ja Linux-klusterointi (2 ov)**

Prof. Kimmo Raatikainen 13.09.-29.11. ma 14-16 B222

**58304312 Hajautetut järjestelmät mobiileissa ad hoc -verkoissa (2 ov)**

Prof. Timo Alanko 15.09.-08.12. ke 16-18 B222

**58304315 Hypermediajärjestelmät (2 ov)**

Dos. Hannu Erkiö 17.09.-10.12. pe 10-12 B222

**58304314 Modernit tiedonhakumenetelmät (2 ov)**

Dos. Juha Puustjärvi 20.09.-13.12. ma 8-12 DK116

**58304306 Ohjelmistotekniikan laatumallit (2 ov)**

Prof. Jukka Paakki 15.09.-08.12. ke 14-16 DK116

**58304303 Pattern Analysis in Sequences (2 ov)**

Prof. Esko Ukkonen, PhD Veli Mäkinen 15.09.-08.12. Wed 14-16 B222

**58304318 Research Seminar on Computational Data Analysis (2 ov)**

PhD Aristides Gionis, Prof. Samuel Kaski 16.09.-09.12. Thu 14-16 C222

**58304302 Research Seminar on Sum-Product Algorithms (2 ov)**

PhD Mikko Koivisto 14.09.-07.12. Tue 10-12 C222

**58304311 Selected Topics on Transport Protocols for Wireless Internet (2 ov)**

Leht. Markku Kojo 16.09.-09.12. Thu 12-14 C222

**58304317 Tiedon louhinta webissä (2 ov)**

Yliopistonleht. Pirjo Moen 14.09.-07.12. ti 12-14 B222

**58304305 Takaisinmallinnus ja käänteistekniikat ohjelmistotuotannossa (2 ov)**

Ass. Jukka Viljamaa 15.09.-01.12. ke 10-12 B222

**58304308 Tekoälyalgoritmit tietokonepeleissä (2-3 ov)**

Yliopistonleht. Tomi Pasanen 15.09.-08.12. ke 14-16 DK117

**58304316 Tekstianalyysimenetelmät (2 ov)**

Prof. Helena Ahonen-Myka 14.09.-07.12. ti 10-12 DK116

**58304301 Vaihtoehtoiset laskentaparadigmat (2 ov)**

Prof. Jyrki Kivinen, yliopistonleht. Tomi Pasanen 16.09.-09.12. to 14-16 DK116

**58303313 Verkko-oppimisyhteisöt (2 ov)**

Yliopistonleht. Jaakko Kurhila 20.09. ma 16-18 B222

**58304310 Virtuaaliorganisaatiot (2 ov)**

FT Lea Kutvonen 17.9.-10.12. pe 10-12 DK116

**58304304 Älykkäiden järjestelmien tutkimusseminaari (2 ov)**

Prof. Petri Myllymäki 16.09.-09.12. to 16-18 B222

**KEVÄTLUKUKAUSI 2005**

Opintojaksojen puuttuvat sisältökuvaukset ja kurssikirjat: ks. syyslukukausi.

**Cum laude approbatur / pakolliset opintojaksot**

**581390 Tietokone työvälineenä (sivuaineopiskelijoille) (2 ov)**

Aman. Juhani Haavisto 17.01.-16.02. ma, ke 10-12 CK112

**581328 Introduction to Databases (2 ov)**

Lecturer Harri Laine 18.01.-22.02. Tue 10-12 D122

The course will explain the basic concepts of databases: what databases are, and how they are used interactively or via a programming language. A short introduction to the design of relational databases is included. Basic programming skills (e.g. Introduction to Programming) are assumed. The course is mainly based on e-learning material. There are only a couple of lectures, covering only the most demanding topics. (The course is an English alternative to Tietokantojen perusteet.)

**581328 Tietokantojen perusteet (2 ov)**

**(erityisesti pääaineopiskelijoille)**

FM Teija Kujala 17.01.-21.02. ma 12-14 A111

Kurssilla opitaan perustiedot relaatiotietokannoista: mitä ne ovat ja miten niitä käytetään suoraan ja toisaalta ohjelmointikielen kautta. Kurssiin sisältyy johdatus relaatiotietokannan suunnitteluun. Kurssilla edellytetään ohjelmointitaitoa kurssin Ohjelmoinnin perusteet laajuudessa. Kurssi on osittain verkkokurssi; luennoilla käsitellään vain kurssin vaativimpia osia. Kurssikirja: Laine H.: Tietokantojen perusteet (opetusmoniste), HY/TKTL, 2001.

**581327 Johdatus sovellussuunnitteluun (2 ov)**

FM Juha Gustafsson 15.03.-29.04. ti, pe 10-12 B123

**581325 Ohjelmoinnin perusteet (3 ov)**

Yliopistonleht. Tomi Pasanen 18.01.-09.03. ti 14-16, ke 12-14 B123

**581326 Java-ohjelmointi (2 ov)**

Yliopistonleht. Tomi Pasanen 15.03.-27.04. ti 14-16, ke 12-14 B123

**581305 Tietokoneen toiminta (2 ov)**

FM Päivi Kuuppelomäki 14.03.-27.04. ma 12-14, ke 10-12 A111

**581330 Ohjelmoinnin ja laskennan perusmallit (2 ov)**

FT Matti Luukkainen 18.01.-24.02. ti, to 10-12 A111

**581333 Tietoliikenne I (2 ov)**

FM Auvo Häkkinen 17.01.-23.02. ma 10-12, ke 12-14 A111

Kurssi perehdyttää tietoliikenneverkkojen peruskäsitteistöön ja peruspalveluihin. Tutustutaan tietoliikenteen perusongelmiin ja niiden ratkaisuperiaatteisiin. Kurssikirja: Kurose J. F., Ross K. W.: Computer Networking, A Top-Down Approach Featuring the Internet, Addison-Wesley, 2001.

**58131 Tietorakenteet (4 ov)**

Yliopistonleht. Matti Nykänen 17.01.-13.04. ma, ke 14-16 B123

**581334 Tietokannan hallinta (2 ov)**

Leht. Harri Laine 14.03.-27.04. ma 10-12, ke 12-14 A111

**58110 Tieteellisen kirjoittamisen kurssi (kevät 2005) (4 ov)**

(tarkoitettu vain pääaine- ja sivulaudatur-opiskelijoille)

Yliopistonleht. Jaakko Kurhila 17.01.-28.02. ma 12-14 CK112

**581259 Ohjelmistotuotanto (3 ov)**

Yliopistonleht. Juha Taina 18.01.-11.03. ti, pe 10-12 B123

**581260 Ohjelmistotuotantoprojekti (6 ov)**

Yliopistonleht. Juha Taina

**58160 Ohjelmoinnin harjoitustyö (1. periodilla) (2 ov)**

Yliopistonleht. Tomi Pasanen, aloitusluento 17.01. ma 18-20 CK112

**58160 Ohjelmoinnin harjoitustyö (2. periodilla) (2 ov)**

Yliopistonleht. Tomi Pasanen, aloitusluento 14.03. ma 18-20 CK112

**581329 Tietokantasovellusten harjoitustyö (1. periodilla) (2 ov)**

Yliopistonleht. Pirjo Moen, aloitusluento 17.01. ma 16-18 CK112

**581329 Tietokantasovellusten harjoitustyö (2. periodilla) (2 ov)**

Yliopistonleht. Pirjo Moen, aloitusluento 14.03. ma 16-18 CK112

**58161 Tietorakenteiden harjoitustyö (2 ov)**

Leht. Otto Nurmi

Cum laude approbatur /valinnaiset opintojaksot

**58127 C-ohjelmointi (2 ov)**

FM Liisa Marttinen, FL Tiina Niklander 11.1.-11.1. ma 11-11 Ö111

Kurssilla opitaan ohjelmoimaan ANSI-standardin mukaisella C-kielellä. Suositeltava kurssikirja: Kernighan B.W. & Ritchie D.M.: The C Programming Language, 2nd ed., Prentice Hall 1988. (ANSI C edition).

**581391 Käyttöliittymät (4 ov)**

Yliopistonleht. Sari A. Laakso 25.01.-15.03. ti 12-14, to 10-12 B123

Konkreettinen peruskurssi graafisten käyttöliittymien ja web-käyttöliittymien suunnittelusta käyttäjien tavoitteiden pohjalta (Goal-Derived Design). Käyttöliittymäsuunnittelun lisäksi kurssilla harjoitellaan prototyyppien laatimista, demotekniikkaa ja käytettävyydestä sekä tutustutaan joihinkin kognitiivisen psykologian peruskäsitteisiin käyttöliittymäsuunnittelun näkökulmasta.

**582309 Ohjelmointitekniikka (Java) (3 ov)**

Leht. Arto Wikla 18.01.-11.03. ti, pe 12-14 CK112

Java-kielen edistyneet piirteet: säikeet, kokoelmat, käyttöliittymät ja ohjelmistokomponentit, Javan luokkakirjastojen ominaisuudet ja käyttö. Esitiedot: Java-ohjelmointi, Tietorakenteet, Rinnakkaisohjelmistot. Kurssilla kokeillaan nykyaikaisia oppimismenetelmiä. Kurssiin liittyy pakollisia harjoitustöitä. Osallistujamäärää voidaan joutua rajoittamaan. Kurssikirja: C.S.Horstmann, G.Cornell, Core Java 2, Volume II - Advanced Features. Prentice-Hall, 2003.

**582317 Linux-ylläpito (2 ov)**

FT Jukka Manner 20.01.-28.04. to 16-18 D122

Kurssilla perehdytään Linux-pohjaisten työasemien ja palvelimien hallintaan. Aihepiirejä ovat käyttöjärjestelmän asentaminen ja konfigurointi sekä erilaisten palvelimien pystytys ja hallinta.

**582303 Verkkosovellusten toteuttaminen (4 ov)**

Leht. Markku Kojo 18.01.-31.03. ti, to 12-14 D122

Käytännölliset valmiudet tietoliikenneyhteyksiä käyttävien sovellusten suunnitteluun ja toteuttamiseen sekä sovelluskehitystyöhön Unix-ympäristössä. Esitiedot: C-ohjelmointi, Rinnakkaisohjelmistot, Käyttöjärjestelmät I, Tietoliikenne I ja II sekä Tietorakenteiden harjoitustyö. Kurssiin kuuluu harjoitustyö. Ennakoilmoittautuminen jo marraskuussa 2004. Suositeltava kurssikirja: Stevens W. R.: UNIX Network Programming, Volume 1 (2nd ed.), Prentice-Hall, 1998.

**582302 Digitaalisen median tekniikat (2 ov)**

Leht. Harri Laine 17.01.-24.02. ma, to 12-14 B123

Kurssilla käsitellään web-sivustojen toteuttamisen perustekniikoita, erityisesti dynaamisuuden ja interaktiivisuuden hallintaa sekä ulkoasun määrittelyä tyylipohjien avulla. Kurssilla toteutetaan harjoitustyönä näyttekansio web-tekniikoilla. Tutkintoon ei voi sisällyttää sekä kurssia Digitaalisen median tekniikat että (vanhaa) kurssia Uusmediasovellusten tekniikat.

**582318 Proaktiivisen tietotekniikan kollokvio: tietääkö kone, mitä haluat seuraavaksi? (1 ov)**

Tutkimuskoordinaattori Greger Lindén 19.1.-4.5. ke 18-20 Pieni juhlasali (Yliopiston päärakennus, Fabianinkatu 33)

Proaktiivisessa tietotekniikassa järjestelmä sopeutuu ja mukautuu käyttäjän liikkeisiin ja toimiin ilman, että tietokonelaitteistoa tarvitsee käyttäjän toimesta jatkuvasti ohjata. Tämä vierailuluento esittelee Suomen Akatemian yhdessä Tekesin ja Ranskan tutkimusministeriön rahoittaman Proaktiivinen tietotekniikka -tutkimusohjelman 14 projektia (PROACT 2002-2005, [www.aka.fi/proact](http://www.aka.fi/proact)). Puhujina ohjelman projektien tutkijat.

**582304 XML-metakieli (2 ov)**

Ass. Oskari Heinonen 07.03.-02.05. ma 12-14 B123

XML:n perusteet. DTD ja dokumentin rakenteen mallintaminen. Nimiavaruudet. XML:n prosessointi DOMin ja SAXin avulla. HTML:n generointi XSLT:llä. XSL FO ja dokumenttien muotoilu XSLT:n avulla. Lähistandardit. Esitiedot: Digitaalisen median tekniikat (tai HTML+CSS),

Ohjelmoinnin harjoitustyö (tai hyvä ohjelmointitaito), Tietorakenteet. Suositeltava kurssikirja: Neil Bradley: The XML Companion (3rd ed.) Addison-Wesley, 2002.

## Laudatur

### **58053 Algoritmien suunnittelu ja analyysi (5 ov)**

Leht. Otto Nurmi 18.01.-10.05. ti 14-16, to 12-14 CK112

Algoritmien yleisiä suunnittelu- ja analyysiperiaatteita. Kokoelma keskeisiä ongelmia ja edustavia ratkaisualgoritmeja.

### **58093 Merkkijonomenetelmät (4 ov)**

Tohtoriass. Juha Kärkkäinen 31.01.-13.04. ma, ke 12-14 C222

Merkkijonohahmon tarkkojen ja likimääräisten esiintymien etsiminen. Tekstin indeksointi. Tiedon tiivistys.

### **582470 Empiirinen ohjelmistotutkimus (2 ov)**

Yliopistonleht. Juha Taina 15.03.-29.04. ti, pe 10-12 B222

Empiirinen ohjelmistotutkimus -kurssilla käsitellään ohjelmistotuotannon havaittuja lainalaisuuksia ja teorioita sekä niiden selvityksessä käytettäviä menetelmiä. Kurssikirja: Albert Endres, Dieter Rombach, A Handbook of Software and Systems Engineering: Empirical Observations, Laws and Theories. Addison-Wesley, 2003.

### **582429 Laudatur-projektityö (4 ov)**

Yliopistonleht. Juha Taina (aikataulu ilmoitetaan myöhemmin)

Laudatur- projektityössä harjoitellaan käytännössä systemaattista mitattua ja seurattua prosessia käyttävää projektityöskentelyä määrittelemällä, suunnittelemalla ja toteuttamalla ohjelmisto ryhmäohjelmistoprosessin periaatteita noudattaen. Kurssille osallistujilta vaaditaan kurssin Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen laatu suoritus.

### **581358 Ohjelmistoarkkitehtuurit (3 ov)**

Ass. Antti Viljamaa 15.03.-10.05. ti 12-14, to 10-12 CK112

Ohjelmistoarkkitehtuurilla tarkoitetaan moduulijakoa korkeamman tason abstraktiota ohjelmiston osista ja näiden välisestä kommunikaatiosta. Kurssin aihepiiriin kuuluvat arkkitehtuurimallit, arkkitehtuurin kuvaaminen, analysointi ja suunnittelu. Osanottajien edellytetään suorittaneen Ohjelmistotuotannon kurssin.

### **58153003 Ohjelmistojen suorituskyvyn suunnittelu (3 ov)**

Prof. Inkeri Verkamo 19.01.-04.03. ke 16-18, pe 8-10 D122

Kurssilla perehdytään ohjelmiston suorituskyvyn suunnitteluun, joka perustuu systemaattiseen metodologiaan ja suoritussmalleihin. Suositeltava kurssikirja: Smith, C. U., Williams L. G., Performance Solutions - A Practical Guide to Creating Responsive, Scalable Software, Addison-Wesley 2002.

### **582460 Ohjelmistojen vaatimusmäärittely (3 ov)**

Prof. Inkeri Verkamo 09.03.-06.05. ke 16-18, pe 8-10 D122

Kurssilla käsitellään ohjelmistojen vaatimusten määrittelyn vaiheita ja niissä käytettäviä menetelmiä.

**58144 Ohjelmointikielten kääntäjät (6 ov)**

Leht. Juha Vihavainen 26.01.-08.04. ke, pe 12-14 D122

Kääntäjän rakenneosat: selaus, jäsenyys, semanttinen analyysi ja koodinluonti; kääntäjätyökalujen käyttö. Kurssin kuuluu harjoitustöinä kääntäjien toteutusta. Esimerkki suositeltavasta lähdemateriaalista: M.L.Scott: Programming Language Pragmatics. Morgan Kaufmann, USA, 2000.

**582464 Autonomisten järjestelmien yhteistyö (3 ov)**

FT Lea Kutvonen 15.03.-29.04. ti, pe 10-12 DK116

Kurssin tavoitteena on tutustua yhteistyöhaasteisiin ja ongelmiin avoimessa verkkoympäristössä. Ratkaisumenetelminä tarkastellaan mm. ajanmukaisia väliohjelmistopalveluja, yhteistyöverkoston hallintaa (business process management) ja virtuaaliorganisaatiomalleja.

**582417 Hajautetut järjestelmät (3 ov)**

Prof. Timo Alanko 20.01.-18.03. to, pe 10-12 D122

Hajautuksen problematiikka ja käsitteenmuodostus, keskeiset ratkaisuperiaatteet hajautetun päätöksenteon toteutuksissa, esimerkit käyttöjärjestelmätoiminnoista. Kurssikirja: Tanenbaum A.S., van Steen M.: Distributed Systems, Principles and Paradigms, Prentice-Hall 2002.

**582465 Handheld Systems (2 ov)**

Prof. Kimmo Raatikainen 17.01.-09.05. Mon 16-18 D122

The course examines hardware implications of mobile handheld devices. The focus is on operating systems and middleware for such devices: Small footprint operating systems, J2ME and Nokia S60. (<http://www.cs.helsinki.fi/Kimmo.Raatikainen/Courses/hhsys2005s.html>)

**582405 Käyttöjärjestelmät II (2 ov)**

Leht. Teemu Kerola 14.03.-27.04. ma, ke 12-14 DK116

Kurssin tavoitteena on ymmärtää käyttöjärjestelmän perusrakenne ja sen toteutusperiaatteet. Kurssilla tarkastellaan asioita käyttöjärjestelmän toteuttajan näkökulmasta. Osallistujilta edellytetään kurssien Käyttöjärjestelmät I ja Rinnakkaisohjelmistot suoritus. Kurssikirja: Stallings W.: Operating Systems, 4th ed. Prentice Hall, 2001.

**582452 Mobiilijärjestelmien ohjelmointi (3 ov)**

FM Jaakko Kangasharju, FM Sasu Tarkoma 18.01.-21.04. ti 14-16, to 10-12 DK116

Kurssin tavoitteena on opettaa osallistujille mobiilijärjestelmien ohjelmoinnin perusajatukset sekä problematiikka yleisellä tasolla.

**581366 Spesifioinnin ja verifiointin perusteet (2 ov)**

FT Matti Luukkainen 17.01.-23.02. ma, ke 10-12 D122

Tavoitteena on oppia mallintamaan prosesseja siirtymäsystemeihin perustuvilla formalismeilla yksinkertaisissa tapauksissa, ymmärtää ilman logiikkaa tapahtuvan automaattisen verifiointin periaatteet ja osata itse verifioida yksinkertaisia protokollia joidenkin ohjelmistojen avulla.

**582463 Spesifioinnin ja verifiointin jatkokurssi (3 ov)**

FT Timo Karvi 02.03.-29.04. ke, pe 12-14 B222

Kurssilla keskitytään prosessialgebriin ja ekvivalensseihin perustuvaan verifiointiin. Erityisesti käsitellään siirtymäsystemit ja niiden laajenukset reaaliaikasovelluksiin, ekvivalensseja, prosessialgebriin aksiomatisointia, pi-kalkyyli ja tietoturvaprotokollien verifiointi.

**582471 Algorithms for segmentation problems (2 ov)**

Academy Professor Heikki Mannila 21.01.-25.02. Fri 10-12 B222

The segmentation of sequences or time series into homogenous pieces has many applications. The course covers some algorithmic and probabilistic techniques for segmentation methods and related applications.

### **582474 Information networks (3-4 ov)**

PhD Panayiotis Tsaparas 11.1.-11.1. Mon 11-11 Ö111

The course covers recent research on algorithms for analyzing information networks such as WWW. Topics include methods for link analysis, search algorithms, probabilistic models for networks, and connections with social networks and citation analysis. Some mathematical background is needed in algorithms, graphs, probability, and linear algebra.

Formatted: English (U.S.)

### **582410 Laajojen dokumenttiaineistojen käsittely (2 ov)**

Prof. Helena Ahonen-Myka 15.03.-28.04. ti 12-14, to 10-12 B222

Probabilistiset tiedonhakumenetelmät. Automaattinen dokumenttien aiheuokittelu. Lyhennelmien tuottaminen. Tiedon eristäminen tekstistä. Kysymysvastausjärjestelmät. Esitiedot: Tiedonhakumenetelmät-kurssi

### **582473 Linear Algebra Methods for Data Mining (2 ov)**

D. Sc. (Tech.) Saara Hyvönen 25.01.-03.03. Tue 12-14, Thu 10-12 B222

The course will cover linear algebra techniques useful in data exploration. Topics include matrix decompositions (SVD,QR) and related methods (principal component analysis, latent semantic indexing) and their application to data mining problems, e.g. information retrieval. Both theoretical and implementational aspects are considered. Required background: basic linear algebra skills (e.g. course "Lineaarialgebra I").

### **582472 Paikkatiedon hallinta ja analyysi (3 ov)**

FT Marko Salmenkivi, FM Antti Leino 15.03.-29.04. ti, pe 10-12 C222

Kurssilla perehdytään tiedon hallinnan ja data-analyysin erityiskysymyksiin, kun analysoitava aineisto sisältää spatiaalista eli paikkaan liittyvää informaatiota. Kurssilla tutustutaan käytännössä ArcGIS-paikkatietojärjestelmään. Kurssiin kuuluu harjoitustyö.

### **582448 Tiedon louhinnan menetelmät (3 ov)**

Yliopistonleht. Pirjo Moen 17.01.-04.04. ma 10-12 B222

Kurssilla tutustutaan tiedon louhinnan keskeisiin käsitteisiin ja menetelmiin sekä tiedon louhintaprosessiin. Kurssi sisältää sekä teoreettista että käytännöllistä materiaalia. Kurssilla sovelletaan ns. tutkivaa oppimista, jossa pääosa työskentelystä tapahtuu ryhmissä omatoimisesti ongelmaa ratkomalla. Kurssikirja: Han, J., Kamber, M.: Data mining: concepts and techniques. Morgan Kaufmann, 2001.

### **581257 Tiedonhakumenetelmät (3 ov)**

Yliopistonleht. Jussi Piitulainen 17.01.-23.02. ma, ke 10-12 C222

Tiedonhaun peruskäsitteet. Tiedon tallennus- ja hakuprosessi. Tiedonhakumallit. Täsmäytysmenetelmät. Luonnollisen kielen käsittely hakua varten. Kyselystrategiat ja käyttöliittymät. Kurssiin liittyy harjoitustyö.

### **581354 Tietokantarakenteet ja -algoritmit (4 ov)**

Prof. Seppo Sippu 25.01.-21.04. ti, to 14-16 D122



Tietokanta ja transaktiot. Häiriöistä elvytys. Samanaikaisuuden hallinta. Fyysisten tietokantarakenteiden elvytys ja samanaikaisuuden hallinta. Kyselyiden käsittely. Hajautetun tietokannan hallinta. Sivupalvelinjärjestelmän hallinta. Rinnakkaistietokannat.

#### **581286 Kolme käsitettä: informaatio (4 ov)**

Prof. Petri Myllymäki 20.01.-10.03. to 16-19 B222

Kurssi on johdatus informaatioteoriaan erityisesti tietojenkäsittelytieteellisten sovellusten kannalta. Kurssilla ei ole tavanomaisia laskuharjoituksia ja se suoritetaan toteuttamalla ohjelmointiprojekteja sekä kirjoittamalla aihepiiriin liittyvä tieteellinen kirjoitelma. Esitietoina Tieteellisen kirjoittamisen kurssi ja sujuva ohjelmointitaito.

#### **58147 Koneoppiminen (4 ov)**

Prof. Jyrki Kivinen 25.01.-13.04. ti 16-18, ke 14-16 D122

Kurssilla tutustutaan viimeaikaiseen koneoppimisen tutkimukseen. Tarkasteltuja aiheita ovat mm. oppimisen kiihdyttäminen (boosting) ja tukivektorikoneet sekä niiden analysoiminen. Kurssi edellyttää riittäviä matemaattisia valmiuksia.

#### **582450 Modeling of Perception (3 ov)**

Doc. Aapo Hyvärinen 27.01.-03.03. Thu 14-16 B222 (continues at HUT by six more lectures by Prof. Jouko Lampinen, the schedule will be confirmed later)

The course will be arranged in cooperation with the Helsinki University of Technology (HUT). The topics are mechanisms and modelling of human perception. The emphasis is on modelling of visual feature extraction, and modelling of object and scene recognition. The course is most suitable to students specializing in bioinformatics or intelligent systems. Prerequisites: basic courses in differential calculus, probability and linear algebra.

#### **582459 Semanttinen web (2 ov)**

Prof. Eero Hyvönen 17.03.-05.05. to 14-17 B222

Semanttinen web (Semantic Web) on webin seuraava sukupolvi, jossa sisältöjä esitetään koneiden ymmärtämässä muodossa. Tämä mahdollistaa mm. tietojärjestelmien aiempaa paremman yhteentoimivuuden sekä älykkäiden web-järjestelmien kehittämisen. Kurssilla esitellään semanttisen webin perustechnologioita (kuten RDF, RDF Schema ja OWL), sovelluksia ja työkaluja sekä tutustutaan aihepiiriin käytännössä harjoitustöiden avulla. Esitietovaatimukset: XML-metakieli, Teköäly.

Formatted: English (U.S.)

#### **582469 Computational Systems Biology (3 ov)**

Prof. Esko Ukkonen, Prof. Liisa Holm 18.01.-10.03. Tue 12-14, Thu 14-16 DK116

The course discusses functioning of cells from the systems perspective: metabolic networks and gene regulation. Guest lecturers introduce the biological background, after which analysis and modeling methods are discussed. The course is organized as collaboration of the departments of computer science and biosciences.

#### **58037 Tietokoneavusteiset oppimisympäristöt (4 ov)**

Yliopistonleht. Jaakko Kurhila 27.01. to 10-12 C222

Kurssi toteutetaan verkkokurssina. Ensimmäinen tapaaminen to 27.1. klo 10-12 on pakollinen kaikille osallistujille. Verkko-opiskelun suunnittelu, toteutus ja evaluointi. Verkkopedagogiikka, ryhmätyöohjelmistot ja verkko-opiskelualustat. Adaptiivisuuden toteutuminen verkko-oppimisympäristöissä. Esimerkkejä käytössä ja kehitteillä olevista verkko-oppimisympäristöistä.

## Seminaarit

**58304309 Käyttöliittymäsuunnittelun vaikutukset vaatimusmäärittelyyn (2 ov)**

Yliopistonleht. Sari A. Laakso 19.01.-04.05. ke 10-12 B222

**58305110 Luonnollisen kielen jäsentäminen (2 ov)**

Yliopistonleht. Jussi Piitulainen 17.02.-24.02. to 10-12 C222, 16.03.-04.05. ke 10-12 C222

**58305107 Mobile Web Services (2 ov)**

Project Manager Suresh Chande 11.1.-11.1. Mon 11-11 Ö111

**58302102 Ohjelmistoagenttitekniologia (2 ov)**

FL Heimo Laamanen 24.01.-02.05. ma 14-16 B222

**58305102 Ohjelmistojen ylläpito (2 ov)**

Prof. Jukka Paakki 19.01.-04.05. ke 14-16 B222

**58305104 Ohjelmistotekniikan pro gradu -seminaari (2 ov)**

Prof. Inkeri Verkamo 20.01.-07.05. to 8-10 B222

**58305103 Ohjelmistotuotanto ja tietokonepelit (2 ov)**

Leht. Juha Vihavainen 20.01.-28.04. to 14-16 C222

**58305112 Research Seminar on Data Analysis for Bioinformatics (2 ov)**

Prof. Samuel Kaski 20.01.-28.04. Thu 14-16 CK107

**58305109 Samanaikaisuudenhallinta (2 ov)**

Ass. Jan Lindström 17.01.-02.05. ma 16-18 B222

**58305111 Seminar on Property Testing (2 ov)**

MSc Taneli Mielikäinen 20.01.-28.04. Thu 12-14 C222

**58301104 Tietojenkäsittelytieteen historia (2 ov)**

Leht. Teemu Kerola 20.01.-28.04. to 12-14 B222

**58304313 Tietojenkäsittelytieteen tohtoriseminaari (2 ov)**

Prof. Hannu Toivonen 07.03.-09.05. ma 10-13 CK107

**58305101 Tietokonegrafiikan seminaari (2 ov)**

Leht. Otto Nurmi 17.01.-02.05. ma 12-14 B222

**58305105 Tietoturva: luottamus ja varmuus (2 ov)**

FT Timo Karvi 19.01.-04.05. ke 16-18 C222

**58305108 Verkko-opetusteknologiat (2 ov)**

Dos. Juha Puustjärvi 24.01.-09.05. ma 8-12 DK116

**58304304 Älykkäiden järjestelmien tutkimusseminaari (2 ov)**

Prof. Eero Hyvönen 18.01.-19.04. ti 14-16 B222

## KESÄOPETUS 2005

Kesällä voi suorittaa Ohjelmoinnin harjoitustyön, Tietokantasovellusten harjoitustyön ja Tietorakenteiden harjoitustyön 16.5.-23.6. tai 25.7.-2.9. Lisäksi kesällä järjestetään Ohjelmistotuotantoprojektin työryhmiä, jotka kokoontuvat välillä 16.5.-2.9. Ilmoittautuminen Ohjelmistotuotantoprojektin työryhmiin tapahtuu 4.-22.4. ja muihin työryhmiin 18.4. alkaen.

Yhteistyössä Avoimen yliopiston kanssa järjestetään (sivuaine)approbaturin opintojaksoja (jotka hyväksytään myös pääaineopiskelijalle cum laude approbatur –oppimäärään). Tarkemmat tiedot järjestettävästä opetuksesta saa Avoimen yliopiston opetusohjelmasta, joka ilmestyy keväällä 2005.

## Computer Science Courses in English

Most courses are offered in Finnish. Some courses are offered in English both at the basic/intermediate level (Cum Laude Approbatur, years 1 to 3) and at the advanced or post-graduate level (Laudatur). Some courses will be taught by foreign visitors at the department, some by native Finns.

Most examinations, at all levels, can be taken in English if so requested. The examination material will be available in English in such cases. Please contact the responsible teacher two weeks in advance.

**All the information here is preliminary.** For detailed, up-to-date information please refer to the departmental bulletin boards at the beginning of each semester, the web page <http://www.cs.helsinki.fi/instr.engl/fsa/> or contact the Departmental Student Counselling Office, room A232 (2nd floor), Department of Computer Science, Teollisuuskatu 23, tel. 191 xxxxx.

At least the following courses are **offered in English (lectures, exercise groups etc.)** this academic year:

### AUTUMN 2004

#### **Intermediate level (Cum Laude Approbatur)**

##### **582320 Programming Graphical User Interfaces (2 cu)**

MSc Jarkko Leponiemi (Tampereen yliopisto), Lecturer Harri Laine 07.09.-10.12. Tue, Fri 10-12 D122

Basic and some advanced information on programming graphical user interfaces. After attending the course the student is able to implement applications including a graphical user interface with medium level of complexity. The topics include graphics programming, event handling, user interface components, selected user interface design patterns, and advanced programming environments. The programming languages and environments used include Java2 and Microsoft Visual C++. The course is carried out in a national video-based virtual university project (OSCu).

##### **58127 Programming in C (2 cu)**

Teacher Krishnan Narayanan 14.09.-20.10. Tue, Thu 10-12 Auditorium CK122

We learn how to program in ANSI C. Recommended course book: Kernighan B.W. & Ritchie D.M.: The C Programming Language, 2nd ed., Prentice Hall 1988. (ANSI C edition) .

**582319 Molecular Genetics and gene mapping for methodological sciences (2 cu)**

PhD Päivi Onkamo 13.09.-17.09. Mon-Fri 10-17 CK107

This is an introductory laboratory course on genetics. It is especially suited for methodological researchers who are involved in genetical projects, or MSc/PhD students interested in bioinformatics. The course can be selected as an optional course to the cum laude level studies in the Department of the Computer Science. Required background knowledge: probability calculation, statistical tests, likelihood.

**Advanced level (Laudatur)**

**582456 Approximation Algorithms (4 cu)**

PhD Aristides Gionis 27.09.-08.12. Mon, Wed 12-14 B222

The course will cover approximation algorithms for NP-hard optimization problems. Problems to be studied include: metric TSP, set cover, vertex cover, bin packing, Mon X SAT, Mon X CUT, facility location, and k-median.

**582457 Classification (2 cu)**

Research Coordinator Patrik Floréen 13.09.-29.11. Mon 10-12 B222

The topic of this course is classification methods and algorithms. The course has the form of a study group, where the students will together solve exercises from a suitable textbook. Each student will on his/her turn choose exercises to be solved for the next session. Due to the study group nature of the course, the participation in the course will be limited. There are no lectures in the course.

**582458 Kernel Methods for Pattern Analysis (2 cu)**

Prof. John Shawe-Taylor (Univ. of Southampton) 18.10.-22.10. Mon-Fri 9-15 CK107

The course gives a comprehensive introduction to the problems of pattern analysis and the kernel methods approach to their solution. Kernel methods rely on the implementation of linear pattern functions in high dimensional feature spaces defined implicitly via a kernel function. The course will cover the statistical implications, algorithmic solutions and kernel design strategies that make this approach a modular and flexible way to tackle real-world tasks.

**582461 Foundations for Future Mobile Computing (4 cu)**

Prof. Kimmo Raatikainen 13.09.-29.11. Mon 16-18 D122

The course examines fundamentals of computing and communications in future mobile systems. The key issues (and their underlying theoretical and practical foundations) examined include architectures, reconfiguration, modeling, programming, and software development. (<http://www.cs.helsinki.fi/Kimmo.Raatikainen/Courses/f4fmc2004a.html>)

**582449 Peer-to-Peer Computing (3 cu)**

PhD Stefano Campadello, PhD Heikki Helin 14.09.-07.12. Tue 16-18 D122

The course covers general introduction to peer-to-peer computing, including models, techniques, and algorithms for peer-to-peer architectures. Additionally, several case studies of peer-to-peer architectures will be presented. The course will include a project work.

**582475 Information Visualization (2 ov)**

Dr.rer.nat. Alexander Hinneburg 14.09.-21.10. Tue, Thu 16-18 C222

The course gives an introductory overview about visualization techniques for abstract data. It will have three parts: (1) the general visualization process and basics about human visual recognition, (2) basic visualization techniques and (3) advanced information visualization. Instead of a text book a collection of articles will be provided. The course will include exercises to demonstrate the methods presented and some project work.

**582444 Special Course on Data Mining (3 cu)**

PhD Marko Salmenkivi 14.09.-21.10. Tue, Thu 10-12 B222

The course focuses on the discovery of frequent patterns. Association rules. Apriori algorithm. Episodes. Levelwise search. Complexity of finding frequent patterns. Closed sets and generators. The course will include a project work.

**582468 Computational Neuroscience (3 cu)**

D. Sc. (Tech.) Patrik Hoyer, D. Sc. (Tech.) Jarmo Hurri 14.09.-22.10. Tue 14-16, Fri 10-12 C222

The topic of this course is mathematical modeling of information processing taking place in the brain. Contents: 1. Introduction to brain physiology 2. Modeling response properties of individual neurons 3. Example: early visual system. 4. Network models. 5. Plasticity and learning. Course requirements: examination and project work. Prerequisites and course material: see <http://www.cs.helsinki.fi/jarmo.hurri/teaching/cns/>

**582467 Data Analysis for Gene Expression (3-5 cu)**

Prof. Samuel Kaski, Doc. Petri Auvinen, Dr. Madhuchhanda Bhattacharjee 11.10.-15.10. Mon-Fri 9-14 CK107, 15.11.-16.11. Mon, Tue 9-14 CK107

Computational and statistical methods for analyzing modern high-throughput biological data. Microarray techniques for measuring gene expression. Data analysis from preprocessing to clustering and basics of inferring gene regulation. Necessary biological background is reviewed. An optional larger project work and a seminar bring two additional credits. The course is organized together with the Department of Mathematics and Statistics and Institute of Biotechnology.

**Seminars (advanced level)**

**58304303 Pattern Analysis in Sequences (2 cu)**

Prof. Esko Ukkonen, PhD Veli Mäkinen 15.09.-08.12. Wed 14-16 B222

**58304318 Research Seminar on Computational Data Analysis (2 cu)**

PhD Aristides Gionis, Prof. Samuel Kaski 16.09.-09.12. Thu 14-16 C222

**58304302 Research Seminar on Sum-Product Algorithms (2 cu)**

PhD Mikko Koivisto 14.09.-07.12. Tue 10-12 C222

**58304311 Selected Topics on Transport Protocols for Wireless Internet (2 cu)**

Lecturer Markku Kojo 16.09.-09.12. Thu 12-14 C222

**SPRING 2005**

**Intermediate level (Cum Laude Approbatur)**

**581328 Introduction to Databases (2 cu)**

Lecturer Harri Laine 18.01.-22.02. Tue 10-12 D122

The course will explain the basic concepts of databases: what databases are, and how they are used interactively or via a programming language. A short introduction to the design of relational databases is included. Basic programming skills (e.g. Introduction to Programming) are assumed. The course is mainly based on e-learning material. There are only a couple of lectures, covering only the most demanding topics.

#### **Advanced level (Laudatur)**

#### **582465 Handheld Systems (2 cu)**

Prof. Kimmo Raatikainen 17.01.-09.05. Mon 16-18 D122

The course examines hardware implications of mobile handheld devices. The focus is on operating systems and middleware for such devices: Small footprint operating systems, J2ME and Nokia S60. (<http://www.cs.helsinki.fi/Kimmo.Raatikainen/Courses/hhsys2005s.html>)

#### **582471 Algorithms for segmentation problems (2 cu)**

Academy Professor Heikki Mannila 21.01.-25.02. Fri 10-12 B222

The segmentation of sequences or time series into homogenous pieces has many applications. The course covers some algorithmic and probabilistic techniques for segmentation methods and related applications.

#### **582474 Information networks (2 cu)**

PhD Panayiotis Tsaparas 11.1.-11.1. Mon 11-11 Ö111

The course covers recent research on algorithms for analyzing information networks such as WWW. Topics include methods for link analysis, search algorithms, probabilistic models for networks, and connections with social networks and citation analysis. Some mathematical background is needed in algorithms, graphs, probability, and linear algebra.

#### **582473 Linear Algebra Methods for Data Mining (2 cu)**

D. Sc. (Tech.) Saara Hyvönen 25.01.-03.03. Tue 12-14, Thu 10-12 B222

The course will cover linear algebra techniques useful in data exploration. Topics include matrix decompositions (SVD,QR) and related methods (principal component analysis, latent semantic indexing) and their application to data mining problems, e.g. information retrieval. Both theoretical and implementational aspects are considered. Required background: basic linear algebra skills (e.g. course "Lineaarialgebra I").

#### **582450 Modeling of Perception (3 cu)**

Doc. Aapo Hyvärinen 27.01.-03.03. Thu 14-16 B222 (continues at HUT by six more lectures by Prof. Jouko Lampinen, the schedule will be confirmed later)

The course will be arranged in cooperation with the Helsinki University of Technology. The topics are mechanisms and modelling of human perception. The emphasis is on modelling of visual feature extraction, and modelling of object and scene recognition. The course is most suitable to students specializing in bioinformatics or intelligent systems. Prerequisites: basic courses in differential calculus, probability and linear algebra.

#### **582469 Computational Systems Biology (3 cu)**

Prof. Esko Ukkonen, Prof. Liisa Holm 18.01.-10.03. Tue 12-14, Thu 14-16 DK116

The course discusses functioning of cells from the systems perspective: metabolic networks and gene regulation. Guest lecturers introduce the biological background, after which analysis and modeling methods are discussed. The course is organized as collaboration of the departments of computer science and biosciences.

### **Seminars (advanced level)**

#### **58305107 Mobile Web Services (2 cu)**

Project Manager Suresh Chande 11.1.-11.1. Mon 11-11 Ö111

#### **58305112 Research Seminar on Data Analysis for Bioinformatics (2 cu)**

Prof. Samuel Kaski 20.01.-28.04. Thu 14-16 CK107

#### **58305111 Seminar on Property Testing (2 cu)**

MSc Taneli Mielikäinen 20.01.-28.04. Thu 12-14 C222

The following courses will be **lectured in Finnish** but we have prepared to offer **an exercise group in English** during the term indicated below:

#### AUTUMN 2004

- 581390 Introduction to the Use of Computers
- 581325 Introduction to Programming
- 581326 Programming in Java
- 581327 Introduction to Application Design
- 58131 Data Structures
- 581331 Operating Systems I
- 581332 Concurrent Systems
- 

#### SPRING 2005

- 581390 Introduction to the Use of Computers
- 58160 Programming Project
- 581329 Database Application Project
- 581330 Models of Programming and Computing
- 581305 Computer Organization I
- 58110 Scientific Writing
- 581333 Data Communications I
- 58161 Data Structures Project
- 581334 Database Management
- 58172 Software Engineering

Descriptions of these courses (including the schedule) will be available on their web pages. For other courses, an exercise group in English or some other advice might be available according to demand.

#### **Foreign Student Advisor:**

Dept of Computer Science

P.O. Box 68 (Gustaf Hällströmin katu 2B)

FIN-00014 University of Helsinki  
Finland  
fax. +358 9 191 xxxxx  
E-mail: fsa@cs.Helsinki.fi  
<http://www.cs.Helsinki.fi/instr.engl/>

## Den svenskspråkiga undervisningen i datavetenskap

På hösten ordnas vid behov svenskspråkig handledning i anslutning till kursen Introduktion till datorn som arbetsredskap (Tietokone työväliseenä) som föreläses på finska. På våren ordnas vid behov även svenskspråkig handledning i kursen Att skriva vetenskaplig text (Tieteellinen kirjoittaminen). Kursen föreläses på finska. Se även <http://www.cs.helsinki.fi/svenska/>.

Observera att på finskspråkiga kurser kan tentamensuppgifterna erhållas även på svenska, om studeranden ber om detta av föreläsaren i tillräckligt god tid före tentamensdagen. Alla tentamina får besvaras på svenska.

### HÖSTTERMINEN

#### **581324 Introduktion till datorn som arbetsredskap (2 sv)**

Föreläsningar: Lekt. Anni Rytönen 3.9. fre 12-14 A111, 6.-9.9. mån-tor 12-15 A111

**Kursen föreläses på finska men en svenskspråkig övningsgrupp arrangeras vid behov.** Kursen ger viktiga grundkunskaper för övriga kurser i datavetenskap, bl.a. på följande områden: Grunderna i Unix, Linux och Windows, WWW, elektronisk post, nyhetsgrupper, text- och bildbehandling samt kalkylberäkning. Föreläsningarna behandlar principerna för dessa program och består till stor del av demonstrationer.

#### **581256 Lärartutorering**

Kontaktperson: Päivi Kuuppelomäki

### VÅRTERMINEN

#### **58110 Att skriva vetenskaplig text (4 sv)**

Föreläsningar: Universitetslektor Jaakko Kurhila 17.1.-28.2. mån 12-14 CK112

Arbetsgrupper: 17.1.-6.5. (Anmälning 1.-19.11.2004)

**Kursen föreläses på finska, men svenskspråkig handledning arrangeras vid behov.** På kursen lär vi oss skriva vetenskapliga texter (avhandlingar, rapporter, övriga publikationer), söka efter källmaterial, strukturering av det vi skriver samt muntlig framställning. Kursen är avsedd endast för huvudämnesstuderande. Har du avlagt studentexamen på svenska ska även Att skriva vetenskapligt text avläggas på svenska.



## Opettajat

Yhteydenotot laitoksen opettajiin on hoidettava vastaanottoaikoina. Vastaanotot ovat tietojenkäsittelytieteen laitoksella (Exactum, Kumpulan kampus). Vastaanottoajat ilmoitetaan lukukausien alussa web-sivulla <http://www.cs.helsinki.fi/i ihmiset/vastaanottoajat.html> sekä kunkin opettajan ovella olevassa ilmoituksessa.

**päivittämättä, liitetään mukaan ...**