

# Kevätlukukausi 2017

## Kieliopinnot

### **582505 Äidinkielen viestintä (3 op)**

Lea Kutvonen

Suoritetaan aina Kandidaatin tutkielman yhteydessä. Toinen kotimainen kieli ja vieras kieli suoritetaan kielikeskuksen järjestämällä kursseilla.

## Tieto- ja viestintätekniiikan opinnot

### **582506 Tutkimustiedonhaku (1 op)**

Lea Kutvonen

Suoritetaan Kandidaatin tutkielman yhteydessä.

## Muut opinnot

### **582516 Software Factory Work Experience (period III) (5 - 7 op)**

N.N.

Software Factory Work Experience is taken at the same time as the course 582659 Software Factory Project (6 cr). You do not need to sign up separately to this course. All those who participate in the Software Factory Project automatically participate in this course so that the total amount of credit points is always either 11 or 13 credits.

### **582516 Software Factory Work Experience (period IV) (5 - 7 op)**

N.N.

Software Factory Work Experience is taken at the same time as the course 582659 Software Factory Project (6 cr). You do not need to sign up separately to this course. All those who participate in the Software Factory Project automatically participate in this course so that the total amount of credit points is always either 11 or 13 credits.

### **582508 Ohjelmistotuotantoprojektiin liittyvä työelämään orientointi (1 op)**

Matti Luukkainen

Suoritetaan aina Ohjelmistotuotantoprojektin yhteydessä.

## Perusopinnot

### **582102 Johdatus tietojenkäsittelytieteeseen (itseopiskelu) (5 op)**

N.N.

Opintojaksolla tutustutaan tietojenkäsittelyn keskeisiin osa-alueisiin, menetelmiin ja ammattietiikkaan. Tavoitteena on antaa yleiskuva niistä tiedollisista ja taidollisista valmiuksista, jotka maisterintutkinto antaa, sekä perehdyttää opiskelijat alan keskeiseen suomenkieliseen käsitteistöön. Opintojakso suoritetaan tavallisesti osallistumalla syyslukukaudella pidettävälle kurssille. Kurssi voidaan poikkeustapauksissa suorittaa kirjoittamalla esseitä ja suorittamalla suullinen kuulustelu. Mahdollisuutta tähän suoritustapaan anotaan kurssin vastuuhenkilöltä.

### **581325 Ohjelmoinnin perusteet (luennoton) (5 op)**

Arto Vihavainen

Kurssilla perehdytään nykyaikaisen ohjelmoinnin perusideoihin sekä algoritmien laatimiseen. Kurssi toteutetaan monimuoto-opetuksena, jossa konkreettinen harjoittelu on tärkeässä roolissa: kurssilla on yksi viikoittainen luento, jonka lisäksi opiskelijat työskentelevät sekä yksin että pareittain ohjelmointitehtävien parissa. Kurssin jälkeen opiskelija ottaa tyypillisesti kurssit Ohjelmoinnin jatkokurssi sekä Ohjelmistotekniikan menetelmät. Huom! Kurssin harjoitukset ja luennot alkavat jo ensimmäisellä luentoviikolla.

### **582103 Ohjelmoinnin jatkokurssi (luennoton) (5 op)**

Arto Vihavainen

Kurssilla perehdytään olio-ohjelmoinnin perustekniikoihin. Painopiste on kielen perusvälineiden käytössä; esimerkkinä käytetään Java-kieltä. Esitiedot: Ohjelmoinnin perusteet. Kurssi perustuu verkkomateriaaliin. Huom.: Kurssin harjoitukset alkavat jo ensimmäisellä luentoviikolla.

### **581328 Tietokantojen perusteet (luennoton) (5 op)**

Arto Vihavainen

Kurssilla tutustutaan tiedon esitysmuotoihin ja tiedon hakuun suurista tietomääristä. Erityisenä painopisteenä ovat relaatiotietokannat, joiden kohdalla perehdytään toisaalta teoreettiseen perustaan ja toisaalta tietokannan käytännön käsittelyyn SQL-kielen avulla. Kurssilla opitaan myös perustiedot relaatiotietokantojen suunnittelusta.

## Aineopinnot (pakolliset opintojaksot)

### **582204 Kandidaatintutkielma (kevät 2017) (6 op)**

Lea Kutvonen

Kurssilla opitaan tieteellisen esityksen (tutkielman, raportin, julkaisun) laatimiseen tarvittavia taitoja: lähdemateriaalin hakua ja käyttöä, esityksen jäsentämistä sekä kirjallista ja suullista esitystaitoa. Opiskelijat suorittavat Kandidaatintutkielman yhteydessä myös äidinkielen viestinnän (3 op), tutkimustiedonhaun (1 op) sekä kypsyysnäytteen.

### **58131 Tietorakenteet ja algoritmit (8 - 10 op)**

Jyrki Kivinen

Perustietorakenteet kuten pinot, jonot, puut ja verkot sekä niiden käsittelyalgoritmit. Esitiedot: Ohjelmoinnin jatkokurssi (Java-ohjelmointi) ja Johdatus yliopistomatematiikkaan (Johdatus diskreettiin matematiikkaan). Huom: Kurssin harjoitukset alkavat jo ensimmäisellä luentoviikolla. Kurssikirja: T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein: Introduction to Algorithms, 3rd ed., MIT Press, 2009.

### **581305 Tietokoneen toiminta (itseopiskelu) (5 op)**

Teemu Kerola

Kurssilla perehdytään tietokoneohjelman suoritukseen, tietokonelaitteiston komponentteihin sekä laitteiston ja käyttöjärjestelmän luomaan ohjelman suoritussympäristöön. Esitiedot: Ohjelmoinnin perusteet. Syksyn monimuotokurssi sisältää verkkoluentoja, kertausluentoja, harjoitustehtäviä ja Tito-Trainer tehtävien tekemistä sekä Tito-pajassa että itsenäisesti. Kevään itseopiskelukurssi tapahtuu pääsääntöisesti itsenäisellä opiskelulla, vaikka kurssiin sisältyy aloitusluento ja viikottaiset harjoitustilaisuudet. Itsenäinen opiskelu tehdään oppikirjan, verkkoluentojen ja TitoTrainerin avulla. Kurssikirja: Stallings W.: Computer Organization and Architecture (9th ed.), Pearson, 2013.

### **581259 Ohjelmistotuotanto (5 - 6 op)**

Matti Luukkainen

Ohjelmistotuotanto-kurssilla opetetaan ohjelmistotuotantoprojektien hallinnan ja työvaiheiden perusteet. Tarkoitettu suoritettavaksi 2. opiskeluvuoden lopulla, kun vähintään 40 opintopistettä pakollisia opintoja on suoritettuna.

### **582219 Käyttöjärjestelmät (8 op)**

Teemu Kerola

Kurssin tavoitteena on ymmärtää käyttöjärjestelmän sovelluksille tarjoamat palvelut, samanaikaisuuden hallintamenetelmät, käyttöjärjestelmän perusrakenne ja sen toteutusperiaatteet sekä sovelluksen että toteuttajan näkökulmasta. Esitiedot: Tietokoneen toiminta. Kurssikirja: Stallings, Operating Systems - Internals and Design Principles, 7th ed, Pearson 2012.

### **581260 Ohjelmistotuotantoprojekti (kevät 2017) (9 op)**

Matti Luukkainen

Opiskelijat jaetaan ryhmiin, joiden tehtävänä on suorittaa joko 7 tai 14 viikon mittainen ohjelmistoprojekti. Projektissa käydään läpi ohjelmistoprosessin osavaiheet vaatimusmäärittelystä testaukseen, ja tuotetaan asiakkaan vaatimukset täyttävä ohjelmisto ja sitä tukeva dokumentaatio. Seitsemän viikon projektit ovat tiivisprojekteja, joissa opiskelijan päivittäinen läsnäolo on välttämätöntä. Pidempi 14 viikon projekti mahdollistaa myös muiden kurssien suorittamisen samaan aikaan. Huom! Tarkista ennen ilmoittautumista että opintosi täyttävät kurssin esitietovaatimukset. Opiskelijat suorittavat samalla opintojakson 582508 Ohjelmistotuotantoprojektiin liittyvä työelämään orientointi (1 op).

## **Aineopinnot (valinnaiset opintojaksot)**

### **582216 Johdatus tekoälyyn (5 op)**

Teemu Roos

Kurssilla käydään läpi tekoälyn ongelma-alueita ja niihin liittyviä ratkaisumenetelmiä koostuen luennoista, ohjelmointitehtävistä, harjoitustehtävistä, sekä kurssikokeesta.

### **582303 Network Programming (5 op)**

Markku Kojo

The course gives practical and hands-on skills in designing and programming TCP/IP networking applications in a Unix environment. Prerequisites: Programming in C, Introduction to Data Communications, Operating Systems (or Concurrent Programming) and Data Structures Project, or corresponding knowledge. Recommended course book: Stevens W. R., Fenner B., Rudolf A.M.: UNIX Network Programming, Volume 1 (3rd ed.), Addison Wesley, 2004.

### **58127 Programming in C (self study) (5 op)**

Tiina Niklander

Kurssilla opitaan ohjelmoimaan standardin mukaisella C-kielillä. Esitietoina oletetaan Tietorakenteet ja algoritmit sekä Aineopintojen harjoitustyö: Ohjelmointi. Kurssin harjoitukset alkavat jo ensimmäisellä viikolla ja ne tehdään ohjelmointipajassa. Kurssiin ei enää liity harjoitustyötä, vaan pajatyöskentely sisältää sekä harjoitukset että harjoitustyön. Kurssilla oletetaan, että jokaisella on käytössä jokin C-oppikirja, esim. Müldner, T.: C for Java Programmers, Addison-Wesley, 2000, tai Kernighan B.W. & Ritchie D.M.: The C Programming Language (2nd ed.), Prentice Hall, 1988. (ANSI C edition).

### **582368 Web-palvelinohjelmointi Ruby on Rails (5 op)**

Matti Luukkainen

Kurssilla tutustutaan nykyaikaisten, skaalautuvien ja virheenkestävien web-sovellusten toteuttamiseen, testaamiseen ja julkaisemiseen. Kurssilla keskitytään palvelinpuolen toiminnallisuuden toteuttamiseen. Esitietovaatimuksena ohjelmoinnin harjoitustyö ja Tietokantojen perusteet. HTML on hyvä tuntee siinä laajuudessa kuin asiaa käsitellään kurssilla Tietokone työvälineenä. Kurssille osallistuminen edellyttää hyvää ohjelmointirutiinia sekä valmiutta omatoimiseen opiskeluun.

### **582364 Aineopintojen harjoitustyö: Tietoliikenne (4 op)**

Timo Karvi

Harjoitustyössä analysoidaan tietoliikenneverkoissa tapahtuvaa liikennettä. Työ koostuu useammasta osavaiheesta: työkalut, menetelmät, oman tutkimuskohteen määrittely, toteutus ja dokumentointi.

### **582221 Aineopintojen harjoitustyö: Ohjelmointi (periodi III) (5 op)**

Matti Luukkainen

Opintojaksossa opiskelijat harjoittelevat ohjelmointityöskentelyä suunnittelemalla, toteuttamalla, testaamalla ja dokumentoimalla oman suorituskelpoisen ohjelman. Opiskelijat myös esittelevät tekemiään ohjelmointiratkaisujaan toisilleen. Työn valmiiksi saaminen edellyttää, että opiskelijat täydentävät oma-aloitteisesti tietojaan ja taitojaan verkosta löytyvällä ohjelmointimateriaalilla. Esitiedot: Ohjelmoinnin jatkokurssi (Java-ohjelmointi) ja Ohjelmistotekniikan menetelmät (Ohjelmistojen mallintaminen).

### **582221 Aineopintojen harjoitustyö: Ohjelmointi (periodi IV) (5 op)**

Matti Luukkainen

Opintojaksossa opiskelijat harjoittelevat ohjelmointityöskentelyä suunnittelemalla, toteuttamalla, testaamalla ja dokumentoimalla oman suorituskelpoisen ohjelman. Opiskelijat myös esittelevät tekemiään ohjelmointiratkaisujaan toisilleen. Työn valmiiksi saaminen edellyttää, että

opiskelijat täydentävät oma-aloitteisesti tietojaan ja taitojaan verkosta löytyvällä ohjelmointimateriaalilla. Esitiedot: Ohjelmoinnin jatkokurssi (Java-ohjelmointi) ja Ohjelmistotekniikan menetelmät (Ohjelmistojen mallintaminen).

### **582203 Aineopintojen harjoitustyö: Tietokantasovellus (periodi III) (5 op)**

Arto Vihavainen

Kurssilla perehdytään tietokantaohjelmointiin ja yksinkertaisten web-sovellusten rakenteisiin sekä web-sovelluksen toteutukseen. Kurssilla harjoitellaan tietokantasuunnittelua sekä tietokannan pystytystä ja hyväksikäyttöä. Kurssin jälkeen opiskelija tuntee joitakin tietokanta- ja web-ohjelmoinnin tekniikkoja ja osaa laatia yksinkertaisia web-sovelluksia. Kurssin pääosan muodostaa harjoitustyö. Esitiedot: Tietokantojen perusteet ja Ohjelmistotekniikan menetelmät (Ohjelmistojen mallintaminen).

### **582203 Aineopintojen harjoitustyö: Tietokantasovellus (periodi IV) (5 op)**

Arto Vihavainen

Kurssilla perehdytään tietokantaohjelmointiin ja yksinkertaisten web-sovellusten rakenteisiin sekä web-sovelluksen toteutukseen. Kurssilla harjoitellaan tietokantasuunnittelua sekä tietokannan pystytystä ja hyväksikäyttöä. Kurssin jälkeen opiskelija tuntee joitakin tietokanta- ja web-ohjelmoinnin tekniikkoja ja osaa laatia yksinkertaisia web-sovelluksia. Kurssin pääosan muodostaa harjoitustyö. Esitiedot: Tietokantojen perusteet ja Ohjelmistotekniikan menetelmät (Ohjelmistojen mallintaminen).

### **58161 Aineopintojen harjoitustyö: Tietorakenteet ja algoritmit (periodi III) (3 - 5 op)**

N.N.

Opintojaksossa opiskelijat harjoittelevat vaikeahkojen tietorakenteiden ja algoritmien toteuttamista, sekä erilaisten ratkaisujen vertailemistä käytännössä. Työn arvioinnissa keskeistä on ohjelmakoodin oikeellisuus, selkeys ja tehokkuus, sekä vertailuissa saatujen tulosten esittäminen ja arviointi. Työn tekeminen edellyttää jossain määrin tieteellisen kirjallisuuteen perehtymistä. Esitiedot: Tietorakenteet ja algoritmit sekä Aineopintojen harjoitustyö: Ohjelmointi.

### **58161 Aineopintojen harjoitustyö: Tietorakenteet ja algoritmit (periodi IV) (3 - 5 op)**

N.N.

Opintojaksossa opiskelijat harjoittelevat vaikeahkojen tietorakenteiden ja algoritmien toteuttamista, sekä erilaisten ratkaisujen vertailemistä

käytännössä. Työn arvioinnissa keskeistä on ohjelmakoodin oikeellisuus, selkeys ja tehokkuus, sekä vertailuissa saatujen tulosten esittäminen ja arviointi. Työn tekeminen edellyttää jossain määrin tieteellisen kirjallisuuteen perehtymistä. Esitiedot: Tietorakenteet ja algoritmit sekä Aineopintojen harjoitustyö: Ohjelmointi.

### **582734 Game Project Course (5 op)**

Juha Vihavainen

Sample game engines, game design & implementation. A game/engine/3D simulation/visualization project. No course exam or separate exams.

Prerequisites: Introduction to Game Programming and/or Game Engine Architecture.

### **582379 Web-palvelinohjelmointi Ruby on Rails, harjoitustyö (1 - 5 op)**

Matti Luukkainen

Esitiedot: 582368 Web-palvelinohjelmointi Ruby on Rails.

## **Syventävät opinnot**

### **582456 Approximation Algorithms (5 op)**

Mikko Koivisto

Design techniques of approximation algorithms: greedy algorithms and local search, rounding data and dynamic programming, linear programming relaxations. Example problems: Vertex Cover, Set Cover, Metric Steiner Tree and TSP, Knapsack, Bin Packing. (A larger course with the same name was given in 2010.) Prerequisites: the course Design and Analysis of Algorithms or equivalent. Course book: D. P. Williamson, D. B. Shmoys: The design of Approximation Algorithms, Cambridge University Press, 2011.

### **582744 Advanced Course in Machine Learning (5 op)**

Arto Klami

More detailed coverage of machine learning methods and algorithms, presented from statistical and optimization perspective. The course goes beyond Introduction to Machine Learning in both scope and level of detail, introducing techniques such as latent variable models, nonlinear dimensionality reduction, approximative Bayesian inference, and deep learning. Prerequisites: Introduction to machine learning or similar knowledge. The course is also suitable for mathematics and statistics students interested in machine learning.

### **582634 Data Mining (guided self study) (5 op)**

Hannu Toivonen

This course focuses on concepts and methods for frequent pattern discovery, also known as association analysis. This edition of the course is a structured and guided self-study course with weekly tasks and supervision, with mandatory attendance. Prerequisites: BSc degree and the course Introduction to Machine Learning or equivalent. Course book: Tan P., Steinbach M. & Kumar V.: Introduction to Data Mining, Chapters 6 and 7. Addison Wesley, 2006.

### **582635 Data Mining Project (guided self study) (2 op)**

Hannu Toivonen

Application of data mining to a data analysis problem. The project covers the whole data mining process, and includes either implementing a data mining algorithm or using a wider range of available implementations. The project is completed by a research report describing and justifying the steps taken and decisions made, and discussing the results obtained. Prerequisites: The course Data Mining. The project can only be taken during the specified period. There are no final exams.

### **582636 Probabilistic Models (5 op)**

Ralf Eggeling

This course provides an introduction to probabilistic modeling from a computer scientist's perspective. Many of the research issues in Artificial Intelligence, Computational Intelligence and Machine Learning/Data Mining can be viewed as topics in the "science of uncertainty," which addresses the problem of optimal processing of incomplete information, i.e., plausible inference, and this course shows how the probabilistic modeling framework forms a theoretically elegant and practically useful solution to this problem. The course focuses on the "degree-of-belief" interpretation of probability and illustrates the use of Bayes' Theorem as a general rule of belief-updating. As a concrete example of methodological tools based on this approach, we will study probabilistic graphical models focusing in particular on (discrete) Bayesian networks, and on their applications in different probabilistic modeling tasks.

### **582739 Project in Practical Machine Learning (2 - 6 op)**

Johannes Verwijnen

A project in implementing an online machine learning system. Each student (or pair) will create a ML system deployed on a webserver, periodically importing data over the internet and publishing its results. The system needs to be implemented using a webserver-friendly programming language and framework (ie. no R/MATLAB/Octave). The amount of credit points varies per group depending on group size and amount of work. Grading is based on a project report and possible presentation. Prerequisites:



Introduction to Machine Learning and Scientific Writing (or similar knowledge). Students should be very fluent in the programming language/framework of their choice.

### **582637 Project in Probabilistic Models (2 - 3 op)**

Petri Myllymäki

The task in this course is to implement and empirically validate probabilistic modeling techniques on a real-world data analysis problem. The progress of each participant will be monitored weekly, and at the end the participants are also expected to summarize their results by submitting a project report and giving a short talk. Prerequisites: 582636 Probabilistic Models.

### **582668 Project in String Processing Algorithms (2 op)**

Juha Kärkkäinen

Implementation and experimental comparison of string processing algorithms, and presentation of the results.

### **582740 Big Data Frameworks (5 op)**

Sasu Tarkoma

### **582622 CINCO Laboratory (self study) (1 - 4 op)**

Lea Kutvonen

The laboratory course purpose is to create hands-on experience on i) implementing ecosystem infrastructure services, ii) modeling and/or implementing reusable services for the selected open service ecosystem that is shared with other students, creating a game-like experience in utilising the self-created services, iii) modeling business network models for defining the "game" in which the just mentioned services act as components, iv) implementing/tailoring MDE tools or viewpoint modeling tools for specific ecosystem types, v) trying out service-oriented engineering methods and tools, and vi) simulating the behaviour of selected ecosystems or business network models.

### **582666 Designing Interactive Systems (6 op)**

Salvatore Andolina

Requirements: Programming course. Synopsis: Interactive systems pervade our life in mobile, desktop and embedded applications. The course will give an overview of interaction paradigms: from desktop, to mobile, and to ubiquitous computing. Interaction techniques will be introduced for multi-modal, adaptive, social, and affective computing. Established development approaches and tools will be presented including user modeling, interaction design, and interaction prototyping platforms. The course will give

opportunity to students to develop a state-of-the-art interactive system on one of the topics of the course. Course book: J. A. Jacko, A. Sears: The Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies and Emerging Applications (Human Factors and Ergonomics), 2nd ed., Lawrence Erlbaum Associates, 2008.

### **582665 Distributed Systems Project (5 op)**

Jussi Kangasharju

Practical exercises on distributed systems in form of a programming project. Project topics revolve around the concepts of the distributed systems course and show how they can be implemented in practice. Pre-requisites: Distributed Systems course.

### **582704 Mobile Systems Security (with Aalto) (5 op)**

N. Asokan

Students taking this course will get a broad understanding of platform security techniques used in mobile devices today and will be exposed to open problems and research issues in this area. The course consists of six sessions plus an optional lecture. The first lecture will cover the fundamentals and background needed to understand platform security in general. Subsequent lectures will cover hardware and software platform security techniques and usability aspects of mobile platform security in particular and mobile security in general. Students will have weekly written homework exercises. In addition a student can either choose to do programming assignments or write a survey paper on an assigned topic. Evaluation will be based on homework exercises and the programming assignments or survey. Pre-requisite: Cryptography in networking (582749) or equivalent undergraduate course in security and/or cryptography. There will be no exam.

### **582701 Nodes Research Methodologies (self study) (1 - 2 op)**

Lea Kutvonen

### **582615 Overlay and P2P Networks (5 op)**

Sasu Tarkoma

Overlay networks and peer-to-peer technologies have become key components for building large scale distributed systems. This course will introduce overlay networks and peer-to-peer systems, discuss their general properties, and applications. The course will cover the following topics: Overlay and p2p algorithms and systems, currently deployed systems, resource location, data delivery, reliability and performance issues, and legal and privacy issues.

**582708 Software Security (with Aalto) (4 op)**

Antti Vähä-Sipilä

Introduction to security in software engineering and software projects: Why do security vulnerabilities appear in software? How can a software development project perform security assurance? Architectural security risk analysis and security-enhancing design patterns. Software security in the infrastructure of the society. The course takes a pragmatic view of security with a real-life software industry background. Weekly exercises include technical testing and design exercises as well as writing essays.

Recommended (not compulsory) course book: M. G. Graff & K. R. van Wyk: Secure Coding: Principles and Practices, O'Reilly Media, 2003. Further reading recommendation: G. McGraw: Software Security: Building security in, Addison-Wesley, 2006. This course cannot be taken as a separate exam. (Grading based on weekly tasks.)

**582662 Game Engine Architecture (4 op)**

Juha Vihavainen

Game technology, engine architecture & implementation. C++ programming techniques in a games context. Prerequisites: Introduction to Game Programming, C/C++. Course book: J.Gregory: Game Engine Architecture (2nd ed., 2014).

**582663 Ohjelmistoarkkitehtuurien harjoitustyö (3 op)**

Antti-Pekka Tuovinen

Ohjelmistoarkkitehtuurien harjoitustyö on Ohjelmistoarkkitehtuurit -kurssia täydentävä opintojakso. Harjoitustyössä kuvataan tai suunnitellaan ja analysoidaan arkkitehtuurityylejä, ohjelmistoarkkitehtuureja ja arkkitehtuurin kuvauksia.

**581359 Ohjelmistoprosessit ja ohjelmistojen laatu (5 op)**

Antti-Pekka Tuovinen

Kurssilla käsitellään ohjelmiston laadun komponentteja ja niiden mittaamista sekä eräitä keskeisiä ohjelmistoprosessimalleja.

**581362 Ohjelmointikielten periaatteet (5 op)**

Arto Wikla

Kurssilla perehdytään ohjelmointikielten periaatteisiin ja rakenteisiin, kielten kehitykseen ja ohjelmointiparadigmoihin. Kurssikirja: Gabrielli, Martini: Programming Languages: Principles and Paradigms, Springer 2010. Kurssikirjan e-versio: <http://link.springer.com/book/10.1007%2F978-1-84882-914-5>

**582642 Service-Oriented Software Engineering with MDE (self study) (1 - 5 op)**

Lea Kutvonen

Service-oriented software engineering (SOSE) is a software engineering approach which utilises constructs and concepts conforming with the service-oriented computing paradigm for designing, modelling and developing service based systems. The course introduces principles behind service-oriented software engineering, and approaches and methods for efficient service production in service ecosystems. The emphasis of the course is on service design, composition and modelling principles instead of specific implementation technologies.

**582659 Software Factory Project (period III) (6 op)**

N.N.

Software Factory Project is an intensive software development course. Participants are directly involved in all aspects of the project, from design and programming to project management and quality assurance. The course is typically done in cooperation with an external partner. The course also includes participation as a research subject. Participants are automatically enrolled to the course 582516 Software Factory Work Experience (5-7 cr) and get a total of 11-13 cr. The primary teaching language is English. The number of participants is limited. Candidates are invited to an online interview after registering.

**582659 Software Factory Project (period IV) (6 op)**

N.N.

Software Factory Project is an intensive software development course. Participants are directly involved in all aspects of the project, from design and programming to project management and quality assurance. The course is typically done in cooperation with an external partner. The course also includes participation as a research subject. Participants are automatically enrolled to the course 582516 Software Factory Work Experience (5-7 cr) and get a total of 11-13 cr. The primary teaching language is English. The number of participants is limited. Candidates are invited to an online interview after registering.

**58074 Tietokonegrafikka (5 op)**

Otto Nurmi

Yleiskuva kuvien tuottamisesta tietokoneella: 2- ja 3-ulotteiset esitysmuodot ja muunnokset, rasterointi, ikkunointi ja rajaus, piilopinnat, värimallit, valaistus, pintakuviointi, varjot, mallinnusmenetelmät, animointi, tosiaikaisuus.

**582403 Tietovarastot (5 op)**

Otto Nurmi

Tietovaraston (data warehouse) mallinnus. Tietovaraston hakemistorakenteet. Tosiainainen tiedonjalostus (OLAP). Materiaalistettujen näkymien valinta ja ylläpito. Materiaalistettuja näkymiä hyödyntävä kyselynkäsittely. Tietovaraston lataus. Esitiedot: Tietokannan suunnittelu.

**582715 Algorithms in Molecular Biology (5 op)**

Veli Mäkinen

The course covers selected algorithm design areas that have grown around molecular biology problems, including perfect phylogenies, genome rearrangements, and motif discovery, and some selected molecular biology problems in transcriptomics and genomics, that exploit reductions to graph problems. Prerequisites: basics of bioinformatics and algorithms. No course exam. Assessment will be by exercises. Alternatively one can take a separate exam. Course follows partly a textbook: Mäkinen, Belazzougui, Cunial, Tomescu. Genome-Scale Algorithm Design. Cambridge University Press, 2015.

**582716 Project in Algorithms in Molecular Biology (2 op)**

Leena Salmela

Selected algorithm in molecular biology is implemented and experimented on real or/and simulated data. Validation measures and methods to compare the results to other tools are studied.

## Seminaarit

**58317101 Seminar on Data Compression (3 op)**

Juha Kärkkäinen, Simon Puglisi

The seminar covers selected topics in data compression. No prior knowledge on data compression is required but students are expected to have basic knowledge on algorithms, data structures, and algorithm analysis.

**58315108 Seminar on Educational Data Mining and Learning Analytics (3 op)**

Arto Vihavainen

Educational Data Mining (EDM) and Learning Analytics (LA) are research fields that focus on developing methodologies and tools to explore and analyze data gathered from educational settings. The roots of EDM are in constructing, studying and improving intelligent tutoring systems that guide and teach students, while LA has roots in the analysis of data originating

from different types of learning management systems with the goal of improving offered education. Methods and practices in both fields are very similar, and various forms of machine learning and data mining practices are in the very core of both fields.

**58317102 Seminar on Reinforcement Learning and Information Retrieval (3 op)**

Dorota Glowacka

**58317103 Seminar: Trends in Enterprise Interoperability - BPM vs ACM (4 op)**

Lea Kutvonen

**58317104 Seminar: Novel Software Architecture Design (3 op)**

Tomi Männistö

**58316103 Seminar on Big Data Management (3 op)**

Jiaheng Lu

Big data is a broad term for data sets so large or complex that traditional data processing applications are inadequate. The seminar will cover selected topics about challenges of big data management, including big data platform, querying, exploration, analysis, sampling, and cloud data management, as well as big data applications. This course will mainly use papers from recent database conferences, like SIGMOD and PVLDB.

## **Jatko-opinnot**

**582710 PhD Student Seminar (1 op)**

N.N.

A total of 6 credits (i.e., six semesters) from PhD Student Seminars are compulsory for a PhD degree. All 6 credits are given at the end of the PhD studies of a student. See the seminar web page for more details.