



Studieplan för ämne på forskarnivå

Ämne	Fastställt	Diarienummer	Ks-kod
Datalogi	2016-12-13	V-2017-0037	3.2.3
	Utbildningsutskottet		



Studieplan för utbildning på forskarnivå i datalogi (eng.: Computer Science)

Skolan för datavetenskap och kommunikation, KTH

Reviderad version, 2017-02-01

Denna studieplan kompletterar de gemensamma föreskrifter som finns på KTH med anvisningar som är specifika för datalogiområdet. Först beskrivs ämnet datalogi, och de mål som satts för forskarutbildningen. Därefter beskrivs de fyra inriktningarna i mer detalj. Dokumentet avslutas med beskrivningar av behörighet, urval, samt regler för examination. Själva processen kring hur doktorsprogrammet i datalogi drivs beskrivs i ett separat dokument (programbeskrivning).

1 Ämnesbeskrivning samt mål för utbildningen

I detta avsnitt beskrivs först det vetenskapliga området datalogi samt mycket kort de fyra inriktningarna för forskarutbildningen i datalogi på KTH. Därefter beskrivs forskarutbildningsmålen med utgångspunkt i Högskoleförordningen, samt vad de innebär mer konkret för datalogiområdet och hur de avses uppfyllas.

1.1 Vetenskapligt område

Inom datalogin är frågeställningen vilka typer av beräkningar som är möjliga att införa i datorbaserade system. Frågeställningen kan angripas på en grundläggande nivå där man söker allmänna principer och fundamentala gränser för vad som är möjligt, men också med utgångspunkt i en viss familj av tänkta tillämpningsområden eller inspireras av hur levande organismer kan tänkas fungera. Ett av skälen att studera området är att klarlägga förutsättningarna för att skapa hållbara datatekniska infrastrukturer i samhället. De tillämpningsområden som har särskild aktualitet vid KTH är biologi, informationssystem, internetteknik, robotteknik, seendesystem och språkteknik.

Datalogin är metodvetenskapen för konstruktion av programvara och andra representationer av beräkningar. Ämnet har en praktisk och en teoretisk sida. Bland datalogins delområden kan nämnas:

- analys och utveckling av fundamentala datalogiska algoritmer
- analys och klassificering av beräkningsproblem m.a.p. kom-

- plexitet
- artificiell intelligens
- autonoma system
- bildbehandling och datorseende
- beräkningsbiologi och biomodel-
lering
- datasäkerhet och kryptografi
- didaktik
- grafisk databehandling och kom-
munikation människa-maskin
- högprestandaberäkningar
- internet- och gridteknik
- maskininlärning
- mjukvarukonstruktion
- modellering och analys av dator-
baserade system
- neuronätsmodellering, neurala
beräkningar
- parallellisering
- programvaruteknik, programse-
mantik och programspråk
- säkerhet och integritet
- tillämpningar inom databehand-
lingsområdet av matematik och
logik
- visualisering

1.2 Definition av inriktningar

Utbildningen på forskarnivå i datalogi har följande inriktningar:

1. Teoretisk datalogi (eng.: Theoretical Computer Science)
2. Robotik, perception och lärande (eng: Robotics, Perception, and Learning)
3. Beräkningsbiologi (eng.: Computational Biology)
4. Högpresterande datasystem och visualisering (eng.: High Performance Computing and Visualization)

Dessa beskrivs i mer detalj nedan.

1.3 Forskarutbildningsmål (enligt Högskoleförordningen)

Målet för utbildningen på forskarnivå är att ge den studerande goda kunskaper inom ämnesområdet och förmåga att bedriva självständigt forsknings-, utvecklings-, undervisnings- och utredningsarbete inom skilda områden i samhället. Därutöver är målet att ge den studerande förmåga att kritiskt och självständigt planera, initiera och leda sådant arbete.

Detta innebär att studenter som genomgått utbildningen ska kunna, efter doktorsexamen:

1. visa brett kunnande inom och en systematisk förståelse av forskningsområdet samt djup och aktuell specialistkunskap inom en avgränsad del av forskningsområdet,
2. visa förtrogenhet med vetenskaplig metodik i allmänhet och med det specifika forskningsområdets metoder i synnerhet,
3. visa förmåga till vetenskaplig analys och syntes samt till självständig kritisk granskning och bedömning av nya och komplexa företeelser, frågeställningar och situationer,

4. visa förmåga att kritiskt, självständigt, kreativt och med vetenskaplig noggrannhet identifiera och formulera frågeställningar samt att planera och med adekvata metoder bedriva forskning och andra kvalificerade uppgifter inom givna tidsramar och att granska och värdera sådant arbete,
5. med en avhandling visa sin förmåga att genom egen forskning väsentligt bidra till kunskapsutvecklingen,
6. visa förmåga att i såväl nationella som internationella sammanhang muntligt och skriftligt med auktoritet presentera och diskutera forskning och forskningsresultat i dialog med vetenskapssamhället och samhället i övrigt,
7. visa förmåga att identifiera behov av ytterligare kunskap,
8. visa förutsättningar för att såväl inom forskning och utbildning som i andra kvalificerade professionella sammanhang bidra till samhällets utveckling och stödja andras lärande,
9. visa intellektuell självständighet och vetenskaplig redlighet samt förmåga att göra forskningsetiska bedömningar, och
10. visa fördjupad insikt om vetenskapens möjligheter och begränsningar, dess roll i samhället och människors ansvar för hur den används.

Målen för licentiatexamen täcks av ovanstående text.

1.4 Konkretisering och precisering av målen

I detta avsnitt beskrivs en konkretisering av målen ovan samt en precisering av hur målen uppnås inom datalogiutbildningen.

1. Detta mål uppnås t.ex. genom att doktoranden har tagit ett antal kurser i datalogi som ligger i och utanför specialiseringsområdet.
2. Detta mål uppnås genom den obligatoriska kursen i vetenskaplig metodik DD3001.
3. Detta mål uppnås genom deltagande i forskning samt granskning av andras forskning, t.ex. genom s.k. peer review granskning av resultat. Målet är att doktoranden själv genomfört minst 3 peer review granskningar (minst 1 för licentiat).
4. Detta mål uppnås genom att handledaren gradvis delegerar till doktoranden en växande del i rollen att föreslå frågeställningar och genomföra forskningsaktiviteter, och genom deltagande i peer review granskningar (se ovan).
5. Detta mål uppnås genom att doktoranden skriver en avhandling.
6. Detta mål uppnås t.ex. genom att doktoranden presenterar sin forskning vid ett antal internationella konferenser och lokala seminarier. Publiceringar i specialiserade samt populärvetenskapliga tidskrifter ska också uppmuntras, speciellt under senare delen av doktorsstudierna.
7. Detta mål uppnås genom att doktoranden självständigt läser in sig på den forskningslitteratur som behövs för lösa problem och relatera lösningar till tidigare forskning.

8. Detta mål uppnås genom att doktoranden deltar i någon form av undervisning, som t.ex. övningsassistent, laboratorieassistent eller exjobbshandledare. Om deltagande i GRU-aktiviteter omöjliggörs av finansieringsformen (t.ex. stipendier), ska gästföreläsningar och exjobbshandledning uppmuntras, samt deltagande i aktiviteter för att locka unga och minoriteter till tekniska utbildningar.
9. Detta mål uppnås genom den obligatoriska kursen i vetenskaplig metodik DD3001, samt genom deltagande i peer review granskningar (se ovan).
10. Detta mål uppnås genom den obligatoriska kursen i vetenskaplig metodik DD3001.

Utöver ovanstående punkter kommer många av målen att beröras av det dagliga forskningsarbetet och handledningsprocessen.

2 Ämnesinriktningar

Detta avsnitt inleds med beskrivningar av de olika inriktningarna som finns på CSC-skolan. Sedan följer mer praktisk information som redogör för utbildningens struktur och de olika delarna av utbildningen, såsom kurskrav och information om avhandlingen.

2.1 Beskrivning av inriktningar

2.1.1 Teoretisk datalogi

Teoretisk datalogi är området som berör de mer abstrakta och matematiska aspekterna av datalogi. Inom detta område fokuserar CSC-skolan främst på approximation, beviskomplexitet, SAT-lösning, kryptografi, språkteknologi, mjukvarusäkerhet, programlogik och semantik, programtestning och verifikation, med flera.

Medan hög vetenskaplig klass är ett av de primära målen för teorigruppen på CSC, och således också för dess doktorandstudenter, läggs också en påtaglig vikt vid relevans inom industrin, och flera i gruppen är involverade i samarbete med företag. Detta är fallet speciellt inom områdena mjukvaru- och plattformssäkerhet, och lärningsbaserad mjukvarutestning.

2.1.2 Robotik, perception och lärande

Inom inriktningen datorseende och robotik forskar vi på områden så som robotic grasping, maskininlärning, robotarmar, mobila robotar, människa-robot-interaktion, automatisk igenkänning av objekt och rörelser samt analys av data från sensorer i form av kameror, 3D-kameror (Kinect), laserskannrar och taktila sensorer (som registrerar beröring). Detta görs inom tillämpningsområden som självkörande bilar, räddningsrobotar, servicerobotar, automatisk analys av videosekvenser, industriell montering, undervattensrobotar, 3D-skanning och flygande robotar. Forskningen utförs ofta i nära samarbete med industri och internationella akademiska partners.

2.1.3 Beräkningsbiologi

Inom området beräkningsbiologi arbetar vi med att utveckla matematiska modeller för att analysera och förstå biologiska system. Speciellt bedriver vi på CSC-skolan forskning om beräkningsmässig bearbetning av gendata och förståelse av evolution, beräkningsinriktad modellering av den biologiska hjärnans funktion, och utveckling av teorier, algoritmer och mjukvara för att bygga datorsystem som utför hjärnliknande funktioner.

Fokusområden inom vår forskning om biologiska hjärnfunktioner omfattar sensorisk perception (seende, hörsel, lukt och smärta), kognition (beslutsprocesser, minne och inläring) samt motoriska funktioner på olika nivåer av biologisk detaljmodellering (molekylär, cellular, nätverk) respektive matematisk/funktionell beskrivning. Fokusområden för vår forskning om hjärnliknande funktioner omfattar metoder för analysera sensoriska signaler och hjärnaktivitetsdata (e.g. fMRI, PET och EEG), inläring för autonoma agenter och utveckling av beräkningsarkitekturer (mjukvara och hårdvara) för hjärnliknande neuronnät.

Vi är involverade i samarbetsprojekt med biologer för att validera och förfina våra beräkningsmodeller och ge mekanistiska förklaringar till biologiska fenomen. Doktorer som examinerats hos oss går såväl till akademien som industrin och arbetar typiskt med analys och avancerade beräkningar.

2.1.4 Högpresterande datasystem och visualisering

Inriktningen fokuserar på att möta dagens och morgondagens utmaningar vad gäller effektivt användande av storskaliga beräkningsresurser, effektiv och varierande analys av massiva datamängder, samt metod- och modellutveckling som utnyttjar de nya möjligheterna som ges av modern beräkningsinfrastruktur och tillgång till stora datamängder. Området har ett antal utmaningar som kräver multidisciplinära angreppssätt med expertis inom parallellberäkningar, beräkningsmodellering, datorsimulering, visualisering, dataanalys och optimering.

2.2 Aktuell forskning

Forskningsverksamheten i datalogi vid KTH är i stort organiserad i verksamhetsgrupper där de delar av ämnet som anges ovan bearbetas. Betydande samverkan kan finnas mellan verksamhetsgrupperna och även med externa intressenter. En detaljerad beskrivning av forskningen i datalogi finns i gällande utvecklingsplan och de senaste årsrapporterna för forskningen vid skolan för datavetenskap och kommunikation. Omfattningen av verksamheten varierar mellan områdena och också över tiden.

2.3 Utbildningens upplägg

Utbildningen på forskarnivå kan avslutas med licentiatexamen eller doktorsexamen. Utbildningen, totalt 120 högskolepoäng för licentiatexamen och 240 poäng

för doktorsexamen, består av en kursdel och en avhandlingsdel. Kursdelen omfattar minst 60 högskolepoäng för doktorsexamen och minst 30 högskolepoäng för licentiatexamen. Avhandlingsdelen motsvarar således minst 120 högskolepoäng för doktorsexamen och minst 60 poäng för licentiatexamen.

Vid antagning får doktoranden en huvudhandledare och en biträdande handledare. Biträdande handledare ska vara disputerad och huvudhandledare docent. De ska ha anknytning till KTH, huvudhandledaren ska ha en anställning om minst 20% på KTH. Minst en av handledarna ska ha genomgått handledarutbildning. En individuell studieplan ska upprättas och uppdateras, i minst en gång per år, i samråd mellan doktorand och handledare. Den upprättade eller reviderade planen fastställs av den ansvarige för utbildning på forskarnivå (FA) vid KTH CSC. Studieplanen ska övertygande visa hur målen för doktorandens forskarutbildning (se ovan) kan uppnås inom tillgänglig tid.

Undervisning i kurser på forskarnivå kan ges i form av föreläsningar, seminarier, litteraturkurser samt projektuppgifter. Kurserna för varje enskild doktorand fastställs individuellt i samråd med handledare och införs i studieplanen.

Doktorander ska under sin utbildningstid ta del i och bidra till den vetenskapliga aktivitet som bedrivs vid skolan/KTH genom att bevista seminarier och ge normalt ett seminarium per år om sitt avhandlingsarbete. Doktorander rekommenderas att ägna viss tid (maximalt 20% av heltid) åt grundutbildning. Sådana insatser finansieras av grundutbildningen och ska medtas i den individuella studieplanen.

2.4 Obligatoriska och rekommenderade kurser

För antagna fr.o.m. 2014-01-01 gäller enligt KTH:s gemensamma föreskrifter att en doktorsexamen (licentiatexamen) ska omfatta kurser om minst 60 (30) högskolepoäng. Och för dessa gäller att:

- minst 45 (15) högskolepoäng ska vara på forskarnivå, och
- högst 10 (10) högskolepoäng får vara på grundnivå.

Utöver det generella kurskravet kan som högst ytterligare 60 (30) högskolepoäng för kurser, på valfri nivå, inrymmas i studieplanen för ämnet.

För antagna t.o.m. 2013-12-31 gäller också kravet att en doktorsexamen (licentiatexamen) ska omfatta kurser om minst 60 (30) högskolepoäng enligt KTH:s gemensamma föreskrifter. Däremot är nivåkraven annorlunda. Här gäller det istället att i en doktorsexamen (licentiatexamen) ska minst 60 (50)% av den totala kursdelen vara på forskarnivå.

Sedan finns det kurskrav som bara berör doktorander på CSC-skolan, oavsett antagningsdatum. En väsentlig del av kurserna (minst ca 30 högskolepoäng för doktorsexamen) ska vara på forskarnivå i datalogi och datorsystem eller motsvara datatekniska kurser för civilingenjörsutbildningen i datateknik. De sistnämnda ska vara på minst avancerad nivå. Minst 15 av dessa poäng ska ligga utanför avhandlingsämnet.

Övriga kurser kan vara på forskarnivå eller avancerad nivå vid andra program än de som angetts i avsnitt 3.1, punkterna 1 och 2, och i andra ämnen än datalogi. Syftet med dessa kan vara att ge en fördjupad kunskap inom tillämpade datalogiämnen, och ämnen som berör avhandlingsämnet, breddning till något tillämpningsområde eller andra färdigheter, t ex språk. Språkkurser ska vara på högskolenivå (grundnivå eller avancerad nivå) och bör inte överstiga 6 högskolepoäng. Studenter antagna enligt punkt 4 i avsnitt 3.1 nedan bör här välja överbyggande kurser i datalogi.

Inom de olika inriktningarna klassificeras doktorandkurser som *kärn-* respektive *skalkurser*. Kärnkurser ges regelbundet (åtminstone var tredje år), och skalkurser kan ges lite mer sporadiskt och deras innehåll förändras beroende på (typiskt i enlighet med) aktuellt forskningsklimat.

I kursdelen måste ingå moment i vetenskapsteori och forskningsmetodik motsvarande kursen *DD3001 Forskning: teori, metod, praktik*. Dessutom ställer de olika inriktningarna ytterligare kurskrav enligt nedan.

2.4.1 Teoretisk datalogi

Inriktningen är uppdelat i två spår: *Spår A: Algoritmer och komplexitet*, och *Spår B: Säkerhet, logik och semantik*. Obligatorisk för hela inriktningen är kursen:

- Storverk i teoretisk datavetenskap (7.5 hp)

Rekommenderade kurser Spår A:

- Komplexitetsteori (7.5 hp)
- Seminariekurs i teoretisk datalogi (7.5 hp)

Rekommenderade kurser Spår B:

- Distribuerade algoritmer (6 hp)
- Programsemantik och programanalys (6 hp)

2.4.2 Robotik, perception och lärande

Rekommenderade kurser:

- Systemintegration i robotik (7,5 hp)
- Maskininläring, läsecirkel (6 hp)
- Datorseende, läsecirkel (6 hp)
- Robotik, läsecirkel (6 hp)
- Ämnen i datorseende I (3 hp)
- Ämnen i datorseende II (6 hp)
- Ämnen i datorseende III (9 hp)
- Ämnen i robotik I (3 hp)
- Ämnen i robotik II (6 hp)
- Ämnen i robotik III (9 hp)

Minst 15 hp måste ingå från kurser på forskarnivå givna av avdelningen.

2.4.3 Beräkningsbiologi

Rekommenderade kurser:

- Beräkningsbaserad modellering inom aktuell neurovetenskap (3 hp)
- Systemnivåteorier för hjärnfunktion (3 hp)
- Artificiella neuronät och andra lärande system (6 hp)
- Neuronäts- och biomodellering (9 hp)
- Reinforcement Learning (4.5 hp)
- Maskininläring (7.5 hp)

2.4.4 Högpresterande datorsystem och visualisering

Rekommenderade kurser:

- Parallella beräkningar: teori - maskinvara - programvara, med särskilt fokus på flerkärnig programmering (7.5 hp)
- Simulation Programs (7.5 hp)
- Introduktion till programmering med GPGPU och användning för vetenskapliga beräkningar (7.5 hp)
- Scientific Software Development Toolbox (7.5 hp)
- Introduktion till högprestandaberäkningar (7.5 hp)
- Software Development Tools for Scientific Computing (3 hp)
- Senaste framstegen inom distribuerad och parallell beräkning (5 hp)
- Visualization (7.5 hp)
- Interaktiv underhållningsteknik (6 hp)
- Information Visualization (6 hp)
- Code-Optimisation for Numerical Simulation Programs (7.5 hp)
- The finite element method

2.5 Avhandling och licentiatuppsats

Arbetet med avhandlingen eller licentiatuppsatsen bör påbörjas snarast efter det att utbildningen på forskarnivå startats. Ämnet för avhandlingen eller licentiatuppsatsen ska väljas i samråd med forskarutbildningsansvarig och huvudhandledare, och bör ansluta till den forskning som finns vid avdelningen.

För en doktorsexamen är avhandlingen en obligatorisk del av utbildningen på forskarnivå, medan licentiatuppsatsen är obligatorisk för licentiatexamen. Utbildningen syftar i denna del till att den studerande ska utveckla en förmåga att ge självständiga bidrag till forskningen samt också en förmåga till vetenskapligt samarbete, inom och utom det egna ämnet. Avhandlingen respektive licentiatuppsatsen ska innehålla nya forskningsresultat som den studerande har utvecklat, själv eller i samarbete med andra. De vetenskapliga huvudresultaten ska uppfylla kvalitetskraven för publicering i internationellt erkända referentgranskade tidskrifter.

Studera ndens bidrag till i avhandlingen ingående texter som har flera författare ska kunna särskiljas.

Avhandlingen respektive licentiatuppsatsen ska normalt skrivas på engelska. Den kan antingen utformas som en sammanläggning av vetenskapliga artiklar eller som en monografiavhandling. I det förra fallet ska det finnas en särskilt författad sammanfattning. Oavsett om avhandlingen avses bli monografi eller sammanläggningsavhandling ska internationell publicering av uppnådda resultat eftersträvas under doktorandperioden.

3 Behörighet och urval

För behörighet att antas till utbildning på forskarnivå krävs att den sökande uppfyller dels villkor för grundläggande behörighet, dels villkor för särskild behörighet och har sådan förmåga i övrigt som behövs för att genomgå utbildningen.

3.1 Grundläggande och särskild behörighet samt förkunskaper

Grundläggande behörighet att antas till utbildning på forskarnivå har den som avlagt en examen på avancerad nivå eller fullgjort kursfordringar om minst 240 högskolepoäng varav minst 60 högskolepoäng på avancerad nivå. Detta krav anses vara uppfyllt även av den som i annan ordning inom eller utom landet har förvärvat motsvarande kunskaper och förmågor. Om särskilda skäl föreligger får FA för en enskild sökande medge undantag från villkor för grundläggande behörighet. Särskild behörighet till utbildning på forskarnivå i datalogi ges av något av nedanstående:

1. Civilingenjörsexamen i datateknik, elektroteknik eller teknisk fysik med för de planerade forskarstudierna lämplig kompetensinriktning
2. Magisterexamen eller masterexamen med datalogi som huvudämne
3. Kunskaper och färdigheter motsvarande något av ovanstående alternativ förvärvade inom eller utom landet. Detta innebär normalt minst fyra års universitetsstudier med minst 60 högskolepoäng i datalogi, samt 60 högskolepoäng i matematiska ämnen
4. En akademisk bakgrund av annat slag som väl svarar mot det forskningsområde inom vilket avhandlingsarbetet förväntas äga rum

3.2 Regler för urval

Urvalet görs bland de sökande som uppfyller behörighetskraven. Vid urvalet utgör graden av sökandens mognad, förmåga till självständigt omdöme och kritisk analys viktiga aspekter. Särskild vikt läggs vid studieresultaten i kurser av fördjupningskaraktär eller i form av självständiga arbeten som t ex examensarbetet.

4 Examina och prov i utbildningen

4.1 Licentiat- och doktorsexamen

Licentiat- och doktorsexamen avlägges i enlighet med KTH:s generella regler. Dessa innebär bland annat att avhandlingen respektive uppsatsen examineras vid en disputation (doktorsexamen) eller ett licentiatseminarium (licentiatexamen).

4.2 Prov som ingår i utbildningen

Inga övriga obligatoriska prov ingår i utbildningen.