



LUNDS UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

Kursplan för

Kvantberäkningar Quantum Computing

FMAN05, 6 högskolepoäng, A (Avancerad nivå)

Gäller för: Lsåret 2012/13

Beslutad av: Utbildningsnämnd 1

Beslutsdatum: 2011-03-23

Allmänna uppgifter

Undervisningsspråk: Kursen ges på begäran på engelska

Syfte

Kursens främsta syfte är att ge kännedom om och förtrogenhet med användning av begrepp och metoder från kvantberäkningar d v s beräkningar med algoritmer som baseras på kvantmekanikens och informationsteorins matematiska principer, matristeori och linjär algebra, viktiga för tillämpningar inom ett stort antal tekniska och naturvetenskapliga ämnen. Därutöver ska kursen allmänt utveckla studentens förmåga att tillägna sig och kommunicera matematisk teori, och använda det i samspel med andra ämnen, som till exempel fysik, informationsteknik och datavetenskap, för att bygga en ny generation av effektiva algoritmer och att lösa problem både teoretisk och på dator. Dessutom ska kursen stärka studenternas kunskaper om matematikprogrammering och beräkningsteknik.

Mål

Kunskap och förståelse

För godkänd kurs skall studenten

självständigt kunna karaktärisera och använda olika typer av kvantgrindar. Deras insignal-utsignal system presentation och matrispresentation. Utbyggnad och presentation av kvantkretsar och kvantalgoritmer på matris- och systemform.

kunna förstå och självständigt förklara huvudexempel och grunder för teorin för kvantoperationer samt användningen av linjär algebra, geometrin för linjära transformationer och matrisfaktoriseringar som huvudverktygen för beräkning av mer komplicerade kvantoperationer utifrån de enkla.

kunna redogöra för användning av matris- och vektornormer för uppskattning av beräkningsfel i kvantkretsar samt redogöra för grund idéer, teorin och exempel av felrättande koder.

kunna förstå och redogöra för skillnader i komplexitet mellan kvantalgoritmer och klassiska algoritmer, samt redogöra för de mest kända kvantalgoritmena, som är väsentligt bättre än de hittills kända vanliga algoritmena.

kunna förklara inledande grundidéer såväl som logiska och matematiska principer bakom kvantkrypteringsalgoritmer samt redogöra för de viktigaste exemplen på användning av kvantkryptering

Färdighet och förmåga

För godkänd kurs skall studenten

med tillgång till litteratur kunna integrera metoder och synsätt från de olika delarna i kursen för att lösa problem och besvara frågeställningar inom kursens ram.

med tillgång till litteratur kunna använda Matlab eller Maple för att lösa matematiska problem inom kursens ram.

i tal och i skrift logiskt sammanhängande och med adekvat terminologi kunna redogöra för lösningen till matematiska problem inom kursens ram.

med tillgång till biblioteksresurser självständigt kunna tillgodogöra sig och sammanfatta innehållet i teknisk text i vilken kvantalgoritmer används.

Kursinnehåll

Qubits och kvantgrindar som insignal-utsignal system, som vektorer och matriser och som geometriska objekt och transformationer i 2-dimensionellt och flerdimensionellt rum. Kvantoperationer som linjära transformationer av densitetsmatriser, som matriser verkande på vektorer i Hilbertrum och som matematisk beskrivning av kvantsystem. Elementära kvantgrindar som kvantoperationer. Deras matrispresentationer och geometriska tolkning.

Kvantkretsar: konstruktion från elementära kvantgrindar som insignal-utsignal system med regleringar och som matrisfaktoriseringar. Kronecker's tensorprodukt av matriser och vektorer, och dess användning i konstruktionen av kvantkretsar.

Matrisnormer. Feluppskattningar och felminimering vid konstruktion av kvantkretsar.

Universella och felrättande koder på matris- och kretsform.

De mest berömda kvantalgoritmena och deras matematiska innebörd: Shor's faktoreringsalgoritm, kvantfouriertransformen och dess beräkning med klassiska och kvantalgoritmer, periodsökningsalgoritmen för funktioner, delgruppssökningsproblem och algoritmer, Grovers sökalgoritm.

Det matematiska komplexitetsbegreppet. Jämförelse av klassiska och kvantalgoritmer vad avser komplexitet.

Simulering av kvantkretsar och kvantalgoritmer. De matematiska och

informationsteoretiska principerna för kvantkryptering och kvantkrypteringsalgoritmer.

Kursens examination

Betygsskala: TH

Prestationsbedömning: Skriftlig eller muntlig tentamen enligt beslut av examinator. Ett miniprojekt skall vara fullgjort innan tentamen.

Antagningsuppgifter

Förutsatta förkunskaper: FMAF05 System och transformer eller FMAF10.

Begränsat antal platser: Nej

Kursen kan ställas in: Om färre än 10 anmälda.

Kurslitteratur

- Nielsen, M.A. and Isaac L.Chuang, I.L.: Quantum Computation and Quantum Information. Cambridge University Press, 2007, ISBN: 978-0521635035.
- Kitaev, A.Yu., Shen, A.H., Vyalyi, M.N.: Classical and Quantum Computation. American Mathematical Society, 2002, ISBN: 9780821832295.
- McMahan, D.: Quantum Computing Explained. John Wiley & Sons, 2008, ISBN: 9780470096994.

Kontaktinfo och övrigt

Kursansvarig: Anders Holst, Studierektor@math.lth.se

Lärare: Victor Ufnarovski, Victor.Ufnarovski@math.lth.se

Hemsida: <http://www.maths.lth.se/matematiklth/personal/ufn/Quant/>