



# ID2204 Villkorsprogrammering

## 7,5 hp

### Constraint Programming

När kurs inte längre ges har student möjlighet att examineras under ytterligare två läsår.

### Fastställande

Kursplan för ID2204 gäller från och med VT19

### Betygsskala

A, B, C, D, E, FX, F

### Utbildningsnivå

Avancerad nivå

### Huvudområden

Datalogi och datateknik, Informationsteknik

### Särskild behörighet

Kurser i grundläggande datalogi, diskret matematik, algoritmer och datastrukturer. Grundläggande färdigheter i objektorienterad programmering (till exempel: i Java eller C++).

### Undervisningsspråk

Undervisningsspråk anges i kurstillfällesinformationen i kurs- och programkatalogen.

# Lärandemål

Kursens tema är att modellera och lösa kombinatoriska (optimerings) problem med hjälp av villkorsprogrammering ("constraintprogramming"). Villkorsprogrammering har pekats ut som ett strategiskt område inom datalogi av ACM. Kombinatoriska problem finns överallt, exempelvis att tilldela och schemalägga resurser, designa instruktioner för processorer, samt optimera instruktionsschemaläggning vid kompilering. Den här kursen behandlar de grundläggande koncepten inom villkorsprogrammering, tillämpningar, utökningar, samt dess relation till andra tekniker för kombinatorisk optimering.

Kursens övergripande mål är att skapa en förståelse för de grundläggande koncepten bakom villkorsprogrammering;

öva upp färdighet i att modellera och lösa kombinatoriska problem;  
öva upp färdighet i att kunna utnyttja starka algoritmiska tekniker;  
skapa en förståelse för för tjänster och begränsningar hos villkorsprogrammering.

Efter kursen skall studenten kunna:

- förklara och använda grundläggande modelleringstekniker för villkorsproblem vilket inkluderar val av variabler, villkor, och optimeringskriterier.
- beskriva och använda djupet-först sökning samt "branch-and-bound" sökning för att lösa kombinatoriska problem.
- beskriva och förklara villkorspropagering samt förgrening och utforskning inom sökning. Bevisa korrekthet, överensstämmelse ("consistency"), och fullständighet för propagerare som implementerar villkor. Definiera och bevisa korrekthet för förgreningsstrategier. Beskriva optimeringar av villkorspropagering baserat på fixpunktsresonemang.
- beskriva avancerade modelleringstekniker, analysera om dessa tekniker är applicerbara på givna kombinatoriska problem. Exempel på tekniker är: generella symmetrier, värde- och variabel-symmetrier, symmetrieliminering med villkor, symmetrieliminering under sökning, domineringsvillkor, redundanta villkor, redundant modellering och kanalisering, att använda starka algoritmiska tekniker och förgreningsheuristiker.
- beskriva och använda Régins algoritmen för distinkt villkoret som ett exempel på stark villkorspropagering. Förklara algoritmer för element villkoret, linjära villkor, och villkor för disjunkt schemaläggning. Implementera en enkel propageringsalgoritm.
- förklara de huvudsakliga förtjänsterna och begränsningarna med villkorsprogrammering samt hur villkorsprogrammering relaterar till andra metoder (lokalsökning och heltalsprogrammering).

# Kursinnehåll

Att modellera med villkorsprogrammering:

grundläggande lösningsmetoder (propagering och sökning), tekniker för modellering (implikerade villkor, symmetrireduktion), förfining av modeller, heuristiska sökmetoder, tillämpning på problem av industristorlek.

Grundläggande principer för villkorsprogrammering:

modeller för propagering och sökning samt deras väsentliga egenskaper, olika nivåer av överrensstämmelse (consistency), olika villkorsdomäner. Starka algoritmiska metoder: Régin's algoritm för distinct, edge-finding, integrering (nödvändiga egenskaper för propagering). Förhållande till andra tekniker för att lösa kombinatoriska problem (heltalsprogrammering, lokalsökning), diskussion om förtjänster och begränsningar, hybrid-varianter (t.ex. column generation).

## Kurslitteratur

Hand outs, vetenskapliga artiklar och kurskompendium.

## Examination

- LAB1 - Laborationer, 3,0 hp, betygsskala: P, F
- TEN1 - Tentamen, 4,5 hp, betygsskala: A, B, C, D, E, FX, F

Examinator beslutar, baserat på rekommendation från KTH:s handläggare av stöd till studenter med funktionsnedsättning, om eventuell anpassad examination för studenter med dokumenterad, varaktig funktionsnedsättning.

Examinator får medge annan examinationsform vid omexamination av enstaka studenter.

## Övriga krav för slutbetyg

Godkänd skriftlig tentamina (TEN1; 4.5hp) samt godkänd inlämningsuppgifter (LAB1; 3hp).

Inlämningsuppgifterna betygsätts med P/F (godkänd eller underkänd).

Kursen omfattar fyra inlämningsuppgifter som måste lösas och lämnas in i tid (du har en veckas tid att lösa varje inlämningsuppgift). Varje inlämningsuppgift kommer att ha 5 poäng fördelat på deluppgifter. För att bli godkänd på inlämningsuppgiftsdelen av kursen måste du få minst 10 poäng totalt på de tre inlämningsuppgifterna. Om du lämnar in en uppgift i tid så kan poängen, totalt 20 poäng, även användas som bonuspoäng till tentan. Notera: bonuspoängen är endast giltiga för innevarande läsår.

Poängsumman på tentan är 200 poäng. Betyget för kursen bestäms av det totala antalet poäng, d.v.s. summan av tentapoäng och bonuspoäng från inlämningsuppgifterna. Du behöver minst 100 poäng totalt för att bli godkänd på tentan. Tentan betygsätts med betygen A-F.

Betyget för den totala poängsumman  $n$  är som följer:

$n \geq 180$ : A  
 $180 > n \geq 160$ : B  
 $160 > n \geq 140$ : C  
 $140 > n \geq 120$ : D  
 $120 > n \geq 100$ : E  
 $100 > n \geq 80$ : Fx  
 $80 > n$  : F

I händelse av betyg Fx så är kompletterande examination möjlig inom en månad efter den ursprungliga tentan. I det fallet så kommer kursansvarige att på begäran tillhandahålla en extrainlämningsuppgift att lösas inom en veckas tid.

## Etiskt förhållningssätt

- Vid grupparbete har alla i gruppen ansvar för gruppens arbete.
- Vid examination ska varje student ärligt redovisa hjälp som erhållits och källor som använts.
- Vid muntlig examination ska varje student kunna redogöra för hela uppgiften och hela lösningen.