



# EL2810 Maskininlärningsteori

## 7,5 hp

Machine Learning Theory

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

### Fastställande

Skolchef vid EECS-skolan har 2020-10-13 beslutat att fastställa denna kursplan att gälla från och med VT 2021, diarienummer: J-2020-1817.

### Betygsskala

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

### Utbildningsnivå

Avancerad nivå

### Huvudområden

Datalogi och datateknik, Elektroteknik

### Särskild behörighet

### Undervisningsspråk

Undervisningsspråk anges i kurstillfällesinformationen i kurs- och programkatalogen.

### Lärandemål

Efter godkänd kurs ska studenten kunna

- härleda och applicera de grundläggande teoretiska verktygen som används vid modern maskininlärning
- beskriva kända prestationsgarantier för viktiga maskininlärningsalgoritmer.

## Kursinnehåll

### Ämne 1. Introduktion

Huvudtyper av lärande: väglett lärande, icke-väglett lärande och förstärkningslärande, och deras matematiska formalisering (inmatnings- och etikettutrymmen, hypotesklasser, förlustfunktion).

### Ämne 2. PAC ram och empirisk riskminimering

Konceptet förmodligen ungefär korrekt (Probably Approximately Correct, PAC) lärlärdhet. Orakeljämlighet och avvägning mellan bias-varians. Empirisk riskminimeringsprincip. Överanpassning och No-Free-Lunch-satsen. Enhetlig konvergens.

### Ämne 3. Koncentrationsskillnader

Markov-, Chebyshev- och Chernoff-gränser. Sub-gaussiskt slumpmässiga variabler. Hoeffdings lemma och ojämlikhet. Gränsskillnad (McDiarmid) ojämlikhet.

### Ämne 4. Vapnik-Chervonenkis (VC) Teori

PAC-inlärlärdhet för ändliga hypotesklasser. Splittring och VC-dimension. Sauer-Shelahs lemma. Rademachers komplexitet. Grundläggande teorem om PAC-lärlärdhet.

### Ämne 5. Linjär klassificering och regression

Linjära prediktorer. Linjär klassificering. Perceptronalgoritmer. Tillämpning av VC-teori på flerlagriga neurala nätverk. Logistisk och linjär regression.

### Ämne 6. Regularisering, stabilitet och optimering

Regulariserad riskminimering. Algoritmisk stabilitet och dess tillämpning på generaliseringsgränser för regulariserad riskminimering. Algoritmer för konvex inlärlärdhet: gradientnedstigning, nedgradering och stokastisk nedstigning.

### Ämne 7. Stödvektormaskiner och kärnmetoder

Introduktion till SVM med hårda och mjuka marginaler. Prestationsgränser för SVM med hård och mjuk marginal. Inlärlärdhetsalgoritmer för SVM. Kärnmetoder; linjär separering med hjälp av inbäddningar. Kärntrick och representantens teorem; tillåtna kärnor.

### Ämne 8. Djupa neurala nätverk

Neurala nätverk och representationssatser. Träning av neurala nät med backpropagation. Bortfall som en regulariseringsmetod. Nya resultat om förlustytan och lokala minima för neurala nätverk. Ny teoretisk utveckling som motiverar djupt lärlärdhet.

### Ämne 9. Kluster. Klustervalidering och -algoritmer

Prestandamåttvärden för kluster. Moderna klusteralgoritmer. Klustervärdering. K-medel och dess prestandagarantier. EM-algoritmen och dess prestanda för Gaussiska blandningar. Spektralkluster, slumpmässig matristeori och koncentration.

### Ämne 10. Aktiv inlärlärdhet, onlineoptimering och sekventiellt beslutsfattande

Introduktion till banditproblem och förstärkningslärlärdhet. Avvägning mellan prospektering och exploatering. Grundläggande gränser via argumenten för måttändring. Exempel på algoritmer och deras garantier. Bästa policyidentifiering mot ångerminimering.

## Examination

- HEM1 - Hemuppgift, 1,0 hp, betygsskala: P, F

- HEM2 - Hemuppgift, 1,0 hp, betygsskala: P, F
- LAB1 - Laboration, 1,0 hp, betygsskala: P, F
- LAB2 - Laboration, 1,0 hp, betygsskala: P, F
- TEN1 - Skriftlig tentamen, 3,5 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.

## 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.