

## Diepe generatieve modellen (E061350)

**Cursusomvang** *(nominale waarden; effectieve waarden kunnen verschillen per opleiding)*

**Studiepunten 4.0** **Studietijd 120 u**

**Aanbodsessies en werkvormen in academiejaar 2024-2025**

A (semester 2)	Engels	Gent	werkcollege hoorcollege
----------------	--------	------	----------------------------

**Lesgevers in academiejaar 2024-2025**

Dhoedt, Bart	TW05	Verantwoordelijk lesgever
--------------	------	---------------------------

**Aangeboden in onderstaande opleidingen in 2024-2025**

	stptn	aanbodsessie
<a href="#">Master of Science in Computer Science Engineering</a>	4	A
<a href="#">Master of Science in de informatica</a>	4	A
<a href="#">Master of Science in de ingenieurswetenschappen: computerwetenschappen</a>	4	A
<a href="#">Uitwisselingsprogramma informatica (niveau master)</a>	4	A

**Onderwijstalen**

Engels

**Trefwoorden**

Machinaal leren, deep learning, neurale netwerken, recurrente neurale netwerken, autoencoders, variational inference, autoregressieve modellen, generative adversarial networks, flow-modellen, active inference

**Situering**

Dit keuzevak situeert zich in de major Artificiële Intelligentie van de opleiding Master of Science in Computer Science Engineering, en bouwt verder op de kennis verworven in het plichtvak Machinaal Leren. Verder sluit de cursus nauw aan bij de keuzevakken Deep Learning, Robotica, Artificiële Intelligentie en Natuurlijke Taalverwerking Gebaseerd of Machinaal Leren. In deze cursus gaan we specifiek inzoomen op een welbepaalde klasse van modellen binnen machinaal leren, namelijk generatieve modellen. In het vak Machinaal Leren werd reeds ingegaan op Naive Bayes, (Hidden) Markov Models en Bayesian Networks, en in dit vak breiden we de familie van generatieve modellen uit met krachtige en recente technieken uit het veld van de deep learning.

**Inhoud**

- Introductie en herhaling: wat zijn generatieve modellen, kadering binnen het veld van machinaal leren, grafische modellen, kansverdelingen.
- Deep learning: multilayer perceptrons (MLP), convolutionele neurale netwerken (CNN), objectieffuncties, backpropagation, stochastic gradient descent.
- Autoregressieve modellen: recurrente neurale netwerken (RNN), LSTM en GRU, temporele convoluties, gedilateerde convoluties, transformer networks.
- Variationale autoencoders: het leren van laag-dimensionale voorstellingen van data, compressie van data, variationale benadering, reparameterization trick, ELBO, discrete latente variabelen, priors.
- Adversarial models: generative adversarial networks (GAN) en varianten, stabilisatie van trainingsalgoritmes, evaluatie van generatieve modellen, bloemlezing uit de literatuur.
- Flow-modellen: stelling van de verandering van variabelen, inverteerbare transformaties, normalizing flows, coupling-lagen, autoregressieve flows.
- Diffusiemodelle: voorwaartse en achterwaarts proces, variationale ondergrens (ELBO), modelparameterisering, voorbeelden

- Active inference: state belief modellen, reinforcement learning, wereldmodellen, preferred state als alternatief voor reward, vrije energie.
- Toepassingen worden verwerkt doorheen alle voorgaande onderwerpen, en bevatten o.m. voorbeelden uit robotica, beeldverwerking, anomaliedetectie, natuurlijke taal, audio, etc.

### **Begincompetenties**

Een stevige basiskennis machinaal leren; programmeervaardigheid in Python; elementaire waarschijnlijkheidsrekening, lineaire algebra en informatietheorie.

### **Eindcompetenties**

- 1 De interne werking en deelaspecten van de behandelde generatieve modellen kunnen begrijpen en helder uitleggen.
- 2 De voordelen, nadelen en andere eigenschappen van verschillende generatieve modellen tegen elkaar kunnen afwegen en het meest geschikte model kunnen selecteren voor een gegeven toepassing.
- 3 Een standaard variationale autoencoder, generative adversarial network, flow model en recurrent neuraal netwerk kunnen implementeren in een deep learning framework, trainen, evalueren en gebruiken om (nieuwe) data te genereren.
- 4 Een recente wetenschappelijke publicatie binnen het onderzoeksveld kunnen begrijpen en de hoofdideeën helder kunnen verwoorden

### **Creditcontractvoorwaarde**

Toelating tot dit opleidingsonderdeel via creditcontract is mogelijk mits gunstige beoordeling van de competenties

### **Examencontractvoorwaarde**

Dit opleidingsonderdeel kan niet via examencontract gevolgd worden

### **Didactische werkvormen**

Werkcollege, Hoorcollege

### **Toelichtingen bij de didactische werkvormen**

Elk onderwerp van de cursus wordt ingeleid in een hoorcollege waarbij we werken met zowel een theoretische onderbouw, praktische toepassingen als recente voorbeelden uit de academische literatuur. Bij elk onderwerp hoort vervolgens een hands-on oefening aan de PC waarbij we de geziene modellen zullen implementeren, trainen op een standaard dataset, en evalueren. Daarnaast wordt verwacht om op zelfstandige basis één wetenschappelijk artikel te lezen en begrijpelijk samen te vatten.

### **Studiemateriaal**

Type: Slides

Naam: slides horend bij de cursus  
 Richtprijs: Gratis of betaald door opleiding  
 Optioneel: nee  
 Taal : Engels  
 Beschikbaar op Ufora : Ja  
 Online beschikbaar : Ja

Type: Software

Naam: Jupyter Notebook omgeving + Python + PyTorch  
 Richtprijs: Gratis of betaald door opleiding  
 Optioneel: nee  
 Online beschikbaar : Ja

### **Referenties**

- Deisenroth, Faisal en Soom Ong (2020). Mathematics for Machine Learning. Cambridge University Press.
- Goodfellow, Bengio en Courville (2016). Deep Learning. MIT Press.
- Barber (2012). Bayesian Reasoning and Machine Learning. Cambridge University Press.

### **Vakinhoudelijke studiebegeleiding**

### **Evaluatiemomenten**

periodegebonden evaluatie

**Evaluatievormen bij periodegebonden evaluatie in de eerste examenperiode**

Mondelinge evaluatie

**Evaluatievormen bij periodegebonden evaluatie in de tweede examenperiode**

Mondelinge evaluatie

**Evaluatievormen bij niet-periodegebonden evaluatie**

**Tweede examenkans in geval van niet-periodegebonden evaluatie**

Niet van toepassing

**Toelichtingen bij de evaluatievormen**

Mondeling examen over theorie, werkcolleges

**Eindscoreberekening**

Examen: 100%