

Geavanceerd machinaal leren (E061335)

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

Studiepunten 6.0

Studietijd 180 u

Aanbodsessies in academiejaar 2026-2027

A (semester 2)	Engels	Gent
B (semester 2)	Nederlands	Gent

Lesgevers in academiejaar 2026-2027

Dhaene, Tom	TW05	Verantwoordelijk lesgever
Dhoedt, Bart	TW05	Medelesgever

Aangeboden in onderstaande opleidingen in 2026-2027

	stptn	aanbodsessie
Brugprogramma Master of Science in Bioinformatics (afstudeerrichting Engineering)	6	A
Brugprogramma Master of Science in Computer Science Engineering	6	A
Master of Science in Bioinformatics (afstudeerrichting Engineering)	6	A
Master of Science in Operations Research Engineering (afstudeerrichting Manufacturing and Supply Chain Engineering)	6	A
Master of Science in Operations Research Engineering (afstudeerrichting Transport and Mobility Engineering)	6	A
Master of Science in Computer Science Engineering	6	A
Master of Science in de informatica	6	A
Master of Science in de ingenieurswetenschappen: computerwetenschappen	6	B
Master of Science in de ingenieurswetenschappen: operationeel onderzoek	6	A
Uitwisselingsprogramma Bioinformatics (niveau master)	6	A
Uitwisselingsprogramma informatica (niveau master)	6	A

Onderwijstalen

Engels, Nederlands

Trefwoorden

Machinaal leren, neurale netwerken, diepe netwerken, kernmethoden, ensemble-leren, probabilistische modellering, Bayesiaans leren, Gaussiaanse processen, actief leren, generatieve modellen

Situering

Deze gevorderde ML-cursus bouwt voort op de basis gelegd in Artificial Intelligence (E016350) en Machinaal leren: leren uit data (E061331).

De cursus biedt een geïntegreerde en diepgaande behandeling van moderne ML-methoden, waarbij rigoureuze theorie wordt gecombineerd met praktische implementatie. Er wordt sterk de nadruk gelegd op wiskundige grondslagen en praktische oefeningen in Python, ter voorbereiding op toepassingen in onderzoek en engineering.

Inhoud

Deel I – Advanced Machine Learning

- Herhaling van de basisprincipes en wiskundige fundamenteën van machinaal leren
- Geavanceerd gesuperviseerd leren: regressie en classificatie
 - Kernmethoden
 - Ensemble learning
- Geavanceerd niet-gesuperviseerd leren: clustering en dimensiereductie

- EM-algoritme, latente-variabelemodellen
- Probabilistisch en Bayesiaans leren
 - Variationele leer- en bemonsteringsmethoden
 - Gaussiaanse processen
 - Actief leren en Bayesiaanse optimalisatie

Deel II – Deep Generative Models

- Overzicht van generatieve modellering en probabilistische grondslagen
- Generatieve autoregressieve modellen
 - Herhaling: LSTM, GRU
 - Transformers
- Variational Autoencoders (VAE)
- Inverteerbare modellen
 - Normalising Flows (NF)
 - Diffusie-modellen
- Energie-gebaseerde modellen
- Generative Adversarial Networks (GANs)
- Toepassingen

Begincompetenties

Sterke wiskundige achtergrond: analyse, lineaire algebra, kansrekening en statistiek

Goede programmeervaardigheden in Python

Basiskennis van fundamentele ML technieken (bv. Artificial Intelligence (E016350), *Machinaal leren: leren uit data* (E061331) of gelijkwaardig)

Eindcompetenties

- 1 De wiskundige achtergrond van geavanceerde ML modellen begrijpen, hen kritisch kunnen analyseren, en hen kunnen toepassen op complexe problemen.
- 2 Vergelijk en rechtvaardig ML-modelkeuzes door aannames, data/rekenvereisten, generalisatie, kwantificering en kalibratie van onzekerheid en robuustheid tegen elkaar af te wegen; selecteer de meest geschikte ML-methode voor een bepaalde toepassing.
- 3 Wetenschappelijke literatuur in *advanced machine learning* en *generative modelling* kritisch lezen, synthetiseren en communiceren.

Creditcontractvoorwaarde

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

Examencontractvoorwaarde

Dit opleidingsonderdeel kan niet via examencontract gevolgd worden

Didactische werkvormen

Werkcollege, Hoorcollege, Zelfstandig werk

Toelichtingen bij de didactische werkvormen

De cursus combineert theoretische hoorcolleges met programmeeropdrachten. Begeleiding en feedback worden voorzien tijdens de contacturen en op afspraak.

Studiemateriaal

Type: Handboek

Naam: Probabilistic Machine Learning: Advanced Topics

Richtprijs: Gratis of betaald door opleiding

Optioneel: nee

Bijkomende info: Murphy, (2023). Probabilistic Machine Learning: Advanced Topics. MIT Press - free PDF

Type: Slides

Naam: Slides en Jupyter notebooks

Richtprijs: Gratis of betaald door opleiding

Optioneel: nee

Bijkomende info: beschikbaar via Ufora

Type: Software

Naam: Python, PyTorch, Scikit-Learn, and Jupyter notebook

Richtprijs: Gratis of betaald door opleiding

Optioneel: nee

Referenties

- Murphy, (2023). Probabilistic Machine Learning: An Introduction. MIT Press.
- Murphy, (2023). Probabilistic Machine Learning: Advanced Topics. MIT Press.
- <https://probml.github.io/pml-book/book2.html> - free PDF
- Deisenroth, Faisal, & Soon Ong, (2020). Mathematics for Machine Learning. Cambridge Univ. Press.
- Goodfellow, Bengio, & Courville (2016). Deep Learning. MIT Press.
- Barber (2012). Bayesian Reasoning and Machine Learning. Cambridge Univ. Press.

Extra referenties (naar recente en online beschikbare bronnen) worden tijdens de colleges gegeven en via Ufora beschikbaar gesteld, indien nodig.

Vakinhoudelijke studiebegeleiding

Ondersteuning en feedback door assistenten en docenten, voor of na de lessen, op afspraak of online (MS Teams / Ufora).

Evaluatiemomenten

periodegebonden en niet-periodegebonden evaluatie

Evaluatievormen bij periodegebonden evaluatie in de eerste examenperiode

Mondelinge evaluatie, Schriftelijke evaluatie

Evaluatievormen bij periodegebonden evaluatie in de tweede examenperiode

Mondelinge evaluatie, Schriftelijke evaluatie

Evaluatievormen bij niet-periodegebonden evaluatie

Werkstuk

Tweede examenkans in geval van niet-periodegebonden evaluatie

Examen in de tweede examenperiode is enkel mogelijk in gewijzigde vorm

Toelichtingen bij de evaluatievormen

Schriftelijk gesloten-boekexamen aangevuld met mondelinge verdediging: toetsing van zowel conceptueel begrip als wiskundig inzicht
Tijdens het semester: beoordeelde opdrachten

Eindscoreberekening

$\text{Eindcijfer} = 0,8 \times \text{Examen} + 0,2 \times \text{Opdrachten}$

Om te slagen moeten studenten minstens 9/20 behalen op beide onderdelen.

Niet-deelname aan de praktijkopdrachten leidt automatisch tot een onvoldoende.