

**PreHOGESCHOOL ROTTERDAM – CMI
CREATIVE MEDIA AND GAME TECHNOLOGIES**

Smart Technologies

Machine Learning in Javascript

Cursushandleiding **CMTPRG02-8**

Opleiding

Creative Media and Game Technologies

Versie

Versie 22-01-2024

Modulecode:	CMTPRG02-8
Modulenaam:	Smart Technologies: Machine Learning in Javascript
Aantal studiepunten:	Dit studieonderdeel levert je 5 studiepunten op, hetgeen overeenkomt met een studielast van 140 uren:
Studiebelastinguren:	Werkcolleges 3 uur/week = 24 uur Inleveropdrachten en zelfstudie 12 uur / week = 96 uur Afronden eindopdracht = 20 uur Totaal 140 uur
Voorkennis:	Programmeren 1,3,4 en Programmeren 6
Werkvormen:	College, oefenopdrachten, praktijkopdrachten.
Toetsing:	Twee praktijkopdrachten
Leermiddelen:	Eigen laptop, Brightspace, Github, Code Editor, Microsoft Teams
Eindkwalificatie:	Ontwikkeld niveau 2
Deelkwalificaties:	<ul style="list-style-type: none"> • Technische kennis & analyse (2) • Ontwikkelen & prototypen (2) • Testen en opleveren (2) • Projectmatig werken en communiceren (2)
Leerdoelen:	1. Ik kan AI libraries en API's toepassen in een professioneel ingerichte javascript applicatie. 2. Ik kan werken met taalmodellen en de bijbehorende API's in javascript 3. Ik kan op conceptueel niveau toepassingen voor AI bedenken en toelichten. 4. Ik kan werken met zelfverzamelde data of data van een online bron. 5. Ik kan een model maken met data en daarmee een voorspelling doen. Ik kan toelichten hoe accuraat de voorspelling is. 6. Ik kan zelfstandig documentatie bestuderen, toepassen en toelichten.
Inhoud:	In deze cursus maak je kennis met de toepassing van kunstmatige intelligentie en machine learning bij het bouwen van web applicaties. Je leert waar machine learning voor gebruikt wordt, en je leert zelf een eenvoudige machine learning toepassing schrijven.
Auteur, cursushouder:	Erik Katerborg
Versiedatum:	22-01-2024

INHOUDSOPGAVE

1 ALGEMENE OMSCHRIJVING	4
1.1 INLEIDING	4
1.2 ONDERZOEK	4
1.3 RELATIE MET ANDERE ONDERWIJSEENHEDEN	4
1.4 LESSENSTRUCTUUR EN ONDERZOEK	4
1.5 LITERATUUR EN BRONNEN	4
2 MODULE & PLANNING	5
2.1 PROGRAMMA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
3 TOETSING & BEOORDELING	6
3.1 PROCEDURE	6
3.2 DE OPDRACHTEN	6
3.3 INLEVEREN EN VOORWAARDELIJKHEDEN	9
3.3.1 Gebruik AI tools	9
3.4 EINDCIJFER	9
3.5 INZAGE	10
3.6 HERKANSING	10
3.7 TOETSMATRIJS	11

1 ALGEMENE OMSCHRIJVING

1.1 Inleiding

AI is een onmiskenbaar onderdeel geworden van het huidige technologie landschap. Het is voor ontwikkelaars belangrijk om inzicht te krijgen in de mogelijke toepassingen van AI in het CMGT vakgebied. Welke problemen kan je oplossen met AI? Wat kan een computer leren en wat niet? Welke bestaande libraries en modellen kan je gebruiken? We gaan een chatbot bouwen met een taalmodel, en we gaan een neural network gebruiken om lichaamsposes te herkennen. We gaan hier een webproject mee opzetten.

1.2 Onderzoek

In deze cursus wordt veel verwezen naar online documentatie. Het is een leerdoel om hier zelfstandig mee te leren werken en onderzoek te kunnen doen.

1.3 Relatie met andere onderwijseenheden

Het integreren van AI is een belangrijke skill die je vaker zal gaan inzetten tijdens je developer carrière. In dit vak maak je gebruik van je programmeerkennis uit de vakken PRG1, 3 en 4, en je gaat een server opzetten met je kennis uit het vak PRG6.

1.4 Lessenstructuur

De lessen bestaan uit een theorie college waarin je uitleg en voorbeelden krijgt van AI technologie. Hierop volgt een praktijksessie waarin je onder begeleiding van de docenten aan de slag gaat met een oefenopdracht, en waarin je ook al kan werken aan een van de twee inleveropdrachten. Het programma en de les oefeningen zijn te vinden op:

<https://github.com/HR-CMGT/PRG08-2023-2024/> .

1.5 Literatuur en bronnen

- Presentaties uit de colleges. Deze verschijnen in MS Teams.
- In de [github repository](#) vind je les oefeningen, voorbeeldcode en links naar gebruikte libraries en documentatie.

2 Programma

DEEL 1: CHATBOTS WILL RULE THE WORLD

Week

1	Theorie	Introductie AI met gastspreker
	Praktijk	Uitleg cursushandleiding
2	Theorie	Wat is een LLM? Models en APIs. Werkomgeving met Azure OpenAI Langchain. Werken met client/server en .env file. Verschil LLM en ChatLLM.
	Praktijk	Chatbot bouwen
3	Theorie	Prompt engineering. Prompt templates. Streaming result. Fake LLM. Chat historie bijhouden. Langchain buffer. API's linken. Andere LLM's en API's.
	Praktijk	Werken aan inleveropdracht
4	Theorie	PDF lezen met Langchain. Embedding maken en opslaan. Vragen stellen over de PDF.
	Praktijk	Werken aan inleveropdracht

DEADLINE INLEVEROPDRACHT 1

DEEL 2: EVERYTHING CAN BE SMART

Week

5	Theorie	Van generative AI naar predictive AI. Introductie MediaPipe.
	Praktijk	Opdracht met MediaPipe posedetection.
6	Theorie	Data>algoritme>model. KNN gebruiken om mediapipe pose te herkennen.
	Praktijk	Model opslaan en inladen.
7	Theorie	ML5 Neural Network, wat is het verschil met KNN. Opnieuw mediapipe trainen. Model opslaan en laden.
	Praktijk	Werken aan eindopdracht..
8	Theorie	Data opschonen, visualiseren. Train/testdata. Berekenen accuracy. Andere data ook mogelijk? Confusion Matrix.
	Praktijk	Werken aan inleveropdracht

DEADLINE INLEVEROPDRACHT 2

3 TOETSING & BEOORDELING

3.1 Procedure

De module wordt getoetst aan de hand van twee [praktijkopdrachten](#). De colleges en praktijkoefeningen bevatten code en documentatie die je nodig hebt voor deze praktijkopdrachten. De praktijkopdracht vind je op [Github](#). Jouw oplevering is individueel. Code 1-op-1 gebruiken van je klasgenoten en/of Chat-GPT (of andere AI tools) is verboden en zal beoordeeld worden als fraude.

3.2 De opdrachten

Week 4 : Je gaat een applicatie bedenken en bouwen waarin een taalmodel is verwerkt.

Week 8: Je gaat een applicatie bedenken en bouwen waarin webcam posedata is verwerkt.

Week 4 : Opdracht Taalmodel

Je gaat zelf een originele toepassing bedenken en bouwen waarin een taalmodel is geïntegreerd. Het taalmodel biedt hierbij een toegevoegde waarde aan de gebruiker. De toepassing is geschreven in javascript met de Azure OpenAI API. De toepassing bestaat uit een client en server deel, waarbij het server deel contact maakt met het taalmodel. Het client deel bevat de user interface voor de eindgebruiker. Inleveren op Brightspace volgens de voorwaarden in hoofdstuk 3.3

Concept inleveren

Vanaf week 1 kan je jouw concept inleveren in een klassikaal beschikbaar document in Brightspace. Dit concept kan niet hetzelfde zijn als de concepten van andere studenten die al in dit document staan. In de github repository vind je een aantal voorbeelden ter inspiratie: [opdracht 1](#).

Beoordeling week 4

Leerdoelen	Beginner (5 punten)	Op Niveau (15 punten)	Expert (25 punten)
<i>Ik kan AI libraries en API's toepassen in een professioneel ingerichte javascript applicatie.</i>	Je project heeft een client en server onderdeel. Je project staat op github met een readme file. De readme file bevat installatie instructies en eventuele issues. Je API keys zijn afgeschermd in een .env file. De server communiceert met OpenAI.	De client toont resultaten van de OpenAI calls in een gebruiksvriendelijke en duidelijke interface. De gebruikersinvoer uit het tekstveld wordt gebruikt voor de OpenAI prompt. Je kan geen calls doen voordat de vorige call resultaat heeft gegeven.	Je project staat live online op een node hosting provider zoals de Hogeschool Student server, Vercel, Netlify, Codesandbox, Github codespaces, etc.
<i>Ik kan werken met taalmodellen en de bijbehorende API's in javascript</i>	Je server kan een call doen naar de Azure OpenAI api. Ik kan uitleggen wat er in de code precies gebeurt. Ik kan uitleggen wat een ChatLLM is.	Je kan uitleggen wat prompt engineering is en hoe je dit hebt toegepast om betere antwoorden van het taalmodel te krijgen. Je houdt een chat history bij. Je gebruikt chat roles.	Je hebt embeddings gemaakt zodat je taalmodel vragen over een tekstdocument kan beantwoorden. De embeddings sla je op in een vector database zodat je app dit meteen kan inladen.
<i>Ik kan op conceptueel niveau toepassingen voor AI bedenken en toelichten.</i>	Je legt in je video uit waarom het taalmodel toegevoegde waarde biedt in jouw applicatie.	Je kan het taalmodel linken aan een externe service of externe databronnen, waarvoor je een aparte API call doet. Het LLM verwerkt het resultaat van deze externe API.	Je gebruikt je LLM om code functionaliteit in je eigen applicatie aan te roepen, bv. met behulp van een agent.
<i>Ik kan zelfstandig documentatie bestuderen, toepassen en toelichten.</i>	Je kan aantonen dat je technieken uit de langchain en node express documentatie hebt gebruikt.	Je hebt onderzoek gedaan naar andere LLM API's naast OpenAI. Je hebt één alternatief uitgetoetst in code in langchain. In je video leg je uit wat je bevindingen zijn.	Je kan aantonen dat je twee of meer van onderstaande technieken uit de documentatie hebt toegepast: <i>Langchain documentatie:</i> error handling, streaming, tokens bijhouden, cancelling OpenAI api call. <i>MDN documentatie:</i> spraak, spraakherkenning.
	Een hoger niveau is alleen te behalen als aan alle voorgaande voorwaarden is voldaan. Punten worden alleen toegekend als elk criterium in de video wordt uitgelegd.		
	Nakijken kan alleen gebeuren als is voldaan aan de voorwaardelijkheden beschreven in hoofdstuk 3.3		

Week 8 : Opdracht Werken met Posedata

Je hebt zelf een creatieve applicatie bedacht waarbij een algoritme kan leren van posedata. Je kan toelichten wat hiervan de toegevoegde waarde is voor de eindgebruiker. Je kan toelichten wat de mogelijkheden en beperkingen zijn van het algoritme en jouw getrainde model. De eindgebruiker kan in de frontend applicatie gebruikmaken van de AI voorspelling, in een gebruiksvriendelijke UI. Inleveren op Brightspace volgens de voorwaarden in hoofdstuk 3.3

Concept inleveren

Vanaf week 5 kan je jouw concept inleveren in een klassikaal beschikbaar document in Brightspace. Dit concept kan niet hetzelfde zijn als de concepten van andere studenten die al in dit document staan. In de github repository vind je een aantal voorbeelden ter inspiratie: [opdracht 2](#).

Beoordeling week 8

Leerdoelen	Beginner (5 punten)	Op Niveau (15 punten)	Expert (25 punten)
<i>Ik kan werken met zelfverzamelde data of data van een online bron.</i>	Je hebt eigen posedata verzameld uit je webcam voor minimaal drie verschillende poses. Je legt uit of dit voldoende data is voor de toepassing die je wil maken.	Je hebt voor elke pose minimaal 20 voorbeelden. Je posedata is opgeslagen als JSON bestand. Je kan dit bestand inlezen om mee te trainen. Je hebt dit bestand opgeschoond door te checken op foutieve data.	Je hebt de <i>oefening</i> uit week 8: databronnen gemaakt. Je leest classification data in waarbij je een voorspelling kan maken. <i>Deze oefening hoeft niet verwerkt te zijn in de totale eindopdracht en kan in een submap van je projectmap staan.</i>
<i>Ik kan een model maken met data en daarmee een voorspelling doen. Ik kan toelichten hoe accuraat deze voorspelling is.</i>	Je hebt een model getraind met KNN of NN*, met jouw eigen posedata. Je kan een voorspelling doen op nieuwe posedata uit de webcam. Leg uit of je voorspelling goed werkt.	Je hebt de accuracy van je model <i>berekend</i> met behulp van een train- en test dataset. Je hebt onderzocht of de accuracy van je model verbetert wanneer je instellingen van je algoritme aanpast. Bij een lage accuracy heb je meer of betere data toegevoegd.	Je hebt een confusion matrix gemaakt. Je legt uit wat de conclusie is. Je hebt de conclusie gebruikt om je accuracy te verbeteren.
<i>Ik kan op conceptueel niveau toepassingen voor AI bedenken en toelichten.</i>	Je kan in je video goed uitleggen waarom AI en Machine Learning toegevoegde waarde biedt in jouw applicatie.	Je concept blijkt toepasbaar als echte app doordat je de eindapplicatie helemaal hebt uitgewerkt. Eindgebruikers kunnen via een gebruiksvriendelijke UI jouw app begrijpen en gebruiken.	Je bent een stap verder gegaan door andere API's (zoals een taalmodel) te integreren in je concept. Dit werkt in je eindopdracht. Leg uit wat hiervan de meerwaarde is.
<i>Ik kan zelfstandig documentatie bestuderen, toepassen en toelichten</i>	Je hebt de mediapose documentatie voor alle drie onderwerpen (<i>hand, face, body</i>) doorgenomen om te kijken hoe dit werkt. Leg in je video kort uit wat de verschillen zijn.	Je kan tot in detail uitleggen welke data er exact uit het model terug komt, en je hebt hier gebruik van gemaakt in je applicatie. Je hebt de instellingen van je gebruikte posedetection model aangepast met hulp van de documentatie.	Je hebt een ML5 neural network met custom hidden layers gebruikt om te trainen, OF je hebt een extra API van MediaPipe aan je app toegevoegd, zoals: object detection of segmentation (<i>uitzondering: gesture detection</i>).
	Een hoger niveau is alleen te behalen als aan alle voorgaande voorwaarden is voldaan. Punten worden alleen toegekend als elk criterium in de video wordt uitgelegd.		
	Nakijken kan alleen gebeuren als is voldaan aan de voorwaardelijkheden beschreven in hoofdstuk 3.3		

***KNN**: K-Nearest-Neighbour, **NN**: Neural Network

3.3 Inleveren en voorwaarden

Voor beide [praktijkopdrachten](#) lever je jouw werk in op Brightspace in de vorm van een video-opname. Voor de video gelden de volgende voorwaarden:

- Je loopt eerst door de applicatie heen vanuit het oog van een eindgebruiker. Je legt uit wat de applicatie doet.
- Daarna geef je per leerdoel zelf aan hoeveel punten je volgens jou hebt gescoord.
- Dit toon je aan door stapsgewijs (volgens de beoordelingstabel) door de code te lopen en uit te leggen wat de code doet.
- Het bewijsmateriaal is leesbaar in beeld gebracht.
- De video is maximaal 15 minuten lang.
- Je hebt het concept voor je opdracht tijdens de 4 weken van de opdracht ingeleverd in Brightspace. Dit concept verschilt van de concepten van andere studenten in dat document. Je hebt een "go" gekregen op je concept.
- Je levert in Brightspace ook een github link in, naar jouw project met de volledige code. Het project heeft een readme file met instructies voor installatie. Eventuele issues staan benoemd in de readme file.
- Als je AI tools hebt gebruikt in het ontwikkelproces, dan benoem je dit aan het eind van de video. Zie hieronder:

3.3.1 Gebruik AI tools

Het is *niet* toegestaan om volledige onderdelen van je applicatie te genereren met AI tools. Je kan AI tools wel gebruiken voor kleinere subtaken. Als je dit hebt gedaan, benoem je in je video waar dit het geval is, bijvoorbeeld:

- Bedenken van een naam voor je applicatie.
- Ontwerpen van een logo voor je applicatie.
- Genereren of verbeteren van korte stukjes code, zoals een "fetch" call of het genereren van een "post request".

3.4 Eindcijfer en cesuur

Je eindcijfer is als volgt samengesteld. Een **5,5** geldt als een voldoende.

Opdracht	Berekening	Punten
Opdracht 1	Cijfer / 2	50
Opdracht 2	Cijfer / 2	50
Totaal	(Opdracht 1 + Opdracht 2) / 10	10

3.5 Inzage

Na het nakijken van de praktijkopdrachten ontvang je feedback in Brightspace, en een conceptcijfer in Osiris. Na een gestelde deadline worden deze definitief gemaakt. Tot die tijd heb je de mogelijkheid om via Teams vragen te stellen over je cijfer of om een gesprek aan te vragen.

3.6 Herkansing

Als het totaalcijfer lager is dan een 5,5 of als je een ND hebt gescoord door niet mee te doen (of niet te voldoen aan een voorwaardelijkheid), kom je in aanmerking voor de herkansing.:

- Je corrigeert het ingeleverde project of je maakt een geheel nieuwe applicatie. Hiermee verbeter je het cijfer en voldoe je aan de voorwaardelijkheid.
- Je maakt een geheel nieuwe screencast waarin je ook toelicht wat je hebt verbeterd.
- Als je kiest om één opdracht opnieuw te doen, blijven de eerder behaalde punten van de andere opdracht geldig.
- De deadline zal vallen in kwartaal 4.

Voorbeeld:

- Je eindcijfer is een **3**. Opdracht 1: **60** punten, Opdracht 2: **ND** wegens niet tonen van code in de screencast (voorwaardelijkheid).
- Voor je herkansing lever je opdracht 2 opnieuw in met een nieuwe screencast waarin je wel de code toont.
- Als je nu voor opdracht 2 **70** punten haalt wordt je totaal $60/2 + 70/2 = 65$. Dit gedeeld door 10 is een **6,5**.

3.7 Toetsmatrijs

	Leerdoel	College en oefeningen	Toets	TAXONOMIE (Dee Fink)
1	Ik kan AI libraries en API's toepassen in een professioneel ingerichte javascript applicatie.	Algemeen, opdracht 1 en 2	Opdracht 1 en 2	Fundamental Knowledge, Application, Integration
2	Ik kan werken met taalmodellen en de bijbehorende API's in javascript	Les 2,3,4	Opdracht 1	Fundamental Knowledge, Application
3	Ik kan op conceptueel niveau toepassingen voor AI bedenken en toelichten.	Opdracht 1 en 2	Opdracht 1 en 2	Integration
4	Ik kan werken met zelfverzamelde data of data van een online bron. van mijn applicatie interactiever wordt.	Les 7,8	Opdracht 2	Fundamental Knowledge, Application
5	Ik kan een model maken met data en daarmee een voorspelling doen. Ik kan toelichten hoe accuraat de voorspelling is.	Les 6,7	Opdracht 2	Fundamental Knowledge, Application
6	Ik kan zelfstandig documentatie bestuderen, toepassen en toelichten. Ik kan zelfstandig documentatie bestuderen, toepassen en toelichten.	Algemeen, opdracht 1 en 2	Opdracht 1 en 2	Learning how to learn, Integration