



Universiteit
Leiden
The Netherlands

From pixels to patterns: AI-driven image analysis in multiple domains

Javanmardi, S.

Citation

Javanmardi, S. (2024, September 18). *From pixels to patterns: AI-driven image analysis in multiple domains*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/4092779>

Version: Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/4092779>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Nederlandse Samenvatting

Het doel van dit proefschrift is het verbeteren van de toepassing van Deep Learning in beeldanalyse over verschillende domeinen, met een nadruk op vier thema's, te weten kenmerkextractie, classificatie, segmentatie en integratie. Dit onderzoek verkent diverse toepassingen om de technologische mogelijkheden in deze gebieden te vergroten, en illustreert zodoende de brede toepasbaarheid en transformerende potentie van Deep Learning modellen.

Als eerste thema richten we ons op de uitdaging van kenmerkextractie en classificatie binnen de zaden-biotechnologie, in het bijzonder mais zaden. We hebben efficiënte, Convolutionele Neurale Netwerken (CNN) ontwikkeld als kenmerkextractors om het classificatieproces, dat traditioneel afhankelijk is van basale computervisietechnieken met extra nabewerking, te automatiseren. Onze pipeline, bestaande uit kenmerkextractie gevolgd door klassieke machine-learning classificatie, heeft de nauwkeurigheid en efficiënte van de classificatie van maïszaden aanzienlijk verbeterd. Dit toont het vermogen van het model aan om gedetailleerde en genuanceerde kenmerken te identificeren die cruciaal zijn voor het onderscheiden van vergelijkbare varianten.

Als tweede thema hebben we Deep Learning toegepast voor het classificeren van rijpheidsstadia van moerbeien uit beelden door gebruik van geavanceerde convolutionele neurale netwerken. Deze aanpak zorgt voor een stroomlijning van het sorteerverwerkingsproces. Tegelijkertijd verbetert de nauwkeurigheid van de classificatie van de rypheid en wordt de verdere verwerking van de oogst geoptimaliseerd. Hiermee wordt de potentiële economische waarde van de oogst verhoogd onder meer doordat de noodzaak van een specialistische beoordeling niet langer nodig is.

Als derde thema onderzoeken we het toepassen van CNN voor beeldsegmentatie van microscoopbeelden, met name gericht op afbeeldingen van zebravislarven in

een high-throughput omgeving. We laten zien dat deze neurale netwerken de larven effectief kunnen onderscheiden in het beeld. Dit kan met een hoge nauwkeurigheid en snelheid. Voor het gebruik van zebravis in high-throughput screening (HTS) is dit cruciaal. Bovendien wordt het maken van 3D-reconstructies gefaciliteerd waarmee verder begrip in het biologisch onderzoek mogelijk wordt.

Als vierde en laatste thema onderzoeken we de integratie van Deep Learning met natuurlijke taalverwerking (NLP) om technieken voor het verkrijgen van een accuraat beeldonderschrift te verbeteren. We hebben een combinatie van visuele gegevensverwerking en taalverwerking ontworpen om nauwkeurigere, contextbewuste beschrijvingen van afbeeldingen te genereren. De verwerkings-sequentie die wij voorstellen is zeer goed toepasbaar in verschillende werkt terreinen zoals onder andere biomedische beeldvorming, biotechnologie, digitale media en beveiliging.

De resultaten uit de vier themas representeren verschillende uitdagende problemen en we laten zien hoe we state-of-the-art Deep Learning inzetten om tot aanzienlijke verbeteringen ten opzichte van bestaande methoden te komen. De bevindingen zetten een nieuwe standaard in de respectievelijke domeinen en maken de weg vrij voor toekomstig onderzoek in deze domeinen. Daarbij zijn verdere uitbreidingen van deze technieken naar andere complexe beeldverwerkingstaken uiteraard mogelijk.

Ons onderzoek bevestigt de effectiviteit van Deep Learning in het verbeteren van beeld-analyse, -classificatie en -verwerking in verschillende applicatiedomeinen. Verdere uitwerking van onze resultaten kan bijdragen tot synthese van kunstmatige intelligentie met meerdere wetenschappelijke en industriële gebieden. Deze synthese is een conditie voor stimulering van innovatie.