

ONDERZOEKSVOORSTEL

Scholieren met dyslexie van het derde graad middelbaar onderwijs ondersteunen bij het lezen van wetenschappelijke papers via tekstvereenvoudiging.

Bachelorproef, 2022-2023

Dylan Cluyse

E-mail: dylan.cluyse@student.hogent.be

Co-promotors:

- J. Decorte (Hogeschool Gent, johan.decorte@hogent.be)
- J. Van Damme (Hogeschool Gent, jana.vandamme@hogent.be)
- M. Dhondt (Gelukstraat marloes.dhondt@gelukstraat.be)

Samenvatting

Tekstvereenvoudiging helpt scholieren met dyslexie in het derde graad middelbaar onderwijs bij hun lees- en verwerkingssnelheid. Artificiële intelligentie kan dit proces automatiseren. Ingewikkelde woordenschat en lange zinsbouw hinderen scholieren met dyslexie van een derde graad middelbaar onderwijs bij het lezen van wetenschappelijke artikelen. Dit onderzoek haalt aan hoe de inhoud van wetenschappelijke artikelen automatisch met kunstmatige intelligentie kan worden vereenvoudigd, met specifiek oog voor de behoeften van scholieren met dyslexie in het derde graad van het middelbaar onderwijs. Een technische analyse van de technologische en logopedische vakgebieden wordt uitgevoerd, gevolgd door een veldonderzoek bij Belgische informaticabedrijven en de ontwikkeling van een AI-gestuurde pipeline voor tekstvereenvoudiging. De huidige toepassingen voor tekstvereenvoudiging in het onderwijs ontbreken aandachtspunten om de unieke noden van een scholier met dyslexie in de derde graad van het middelbaar te kunnen voldoen. Internationale AI-toepassingen zijn meestal nauwkeuriger, maar de vertaalde en vereenvoudigde tekst kan afwijken van de oorspronkelijke kerninhoud. De ontwikkeling van een pipeline voor tekstvereenvoudiging met kant-en-klare modellen staat nog in de kinderschoenen. AI-ontwikkelaars zijn verplicht om het gebruik van *custom transformers* te overwegen..

Keuzerichting: AI & Data Engineering

Sleutelwoorden: Machineleertechnieken en kunstmatige intelligentie, tekstvereenvoudiging, dyslexie

Inhoudsopgave

1	Introductie	1
2	State-of-the-art	2
3	Methodologie	3
4	Verwacht resultaat, conclusie.	4
	Referenties	4

1. Introductie

Het middelbaar onderwijs staat op barsten. De aanhoudende werkdruk voor leerkrachten en scholieren loopt gelijk met de neergaande kwaliteit van het Vlaamse middelbare onderwijs. Het STEM-agenda¹ van de Vlaamse Overheid bestaat uit aandachtspunten om het STEM-onderwijs tegen 2030 aantrekkelijker te maken door de ondersteuning voor zowel leerkrachten als scholieren te verbeteren. De werkdruk bij leraren en scholieren in het middelbaar onderwijs ligt torenhoog. STEM heeft een prominente rol binnen

het onderwijs gekregen. De derde graad van het middelbaar onderwijs is een cruciale stap voor de verdere loopbaan van scholieren. Het overbruggen van wetenschappelijke jargon is echter nergens in de aandachtspunten terug te vinden, maar tekstvereenvoudiging met kunstmatige intelligentie biedt hier een revolutionaire oplossing aan.

Dit onderzoek wijst uit hoe de inhoud van een wetenschappelijk artikel met kunstmatige intelligentie vereenvoudigd kan worden, gericht op de noden van scholieren met dyslexie in de derde graad middelbaar onderwijs. Eerst haalt het onderzoek aan wat tekstvereenvoudiging is en hoe een wetenschappelijk artikel vereenvoudigd kan worden. Daarna wijst het onderzoek uit hoe tekstvereenvoudiging met AI scholieren met dyslexie van het derde graad middelbaar onderwijs kan helpen. Nadien staat het onderzoek stil bij de struikelblokken op taalvlak waarmee een toepassing rekening mee moet houden. Als volgt haalt het onderzoek aan welke bestaande toepassingen en *proof-of-concepts* teksten vereenvoudigen. Deze fase omvat ook een zelfgemaakte pipe-

¹<https://www.vlaanderen.be/publicaties/stem-agenda-2030-stem-competenties-voor-een-toekomst-en-missiegericht-beleid>

line voor tekstvereenvoudiging. Ten slotte haalt het onderzoek de verschillende evaluatietechnieken aan die nodig zijn om een vereenvoudigde tekst te beoordelen, alsook welke ethische aspecten ontwikkelaars in acht moeten houden bij het opzetten van een dergelijke toepassing. Het onderzoek eindigt met een vergelijkende studie van de aangehaalde toepassingen, waarbij de vereenvoudigde tekstinhoud aan de hand van *surveys* en statistische metrieke wordt beoordeeld.

2. State-of-the-art

De voorbije tien jaar is kunstmatige intelligentie (AI) sterk verder ontwikkeld. De toename in kennis zorgde voor nieuwe toepassingen. Tekstvereenvoudiging vloeide hier uit voort. Momenteel bestaan er al robuuste toepassingen die teksten kunnen vereenvoudigen, zoals Resoomer², Paraphraser³ en Prepostseo⁴. Binnen het kader van tekstvereenvoudiging is er bestaande documentatie beschikbaar waar onderzoekers het voordeel van toegankelijkheid aanhalen, maar deze toepassingen ontbreken de extra noden die scholieren met dyslexie in het derde graad middelbaar onderwijs vereisen.

Het algemene doel van tekstvereenvoudiging is om ingewikkelde bronnen toegankelijker te maken. Het zorgt voor verkorte teksten zonder de kernboodschap te verliezen. Tekstvereenvoudiging gebeurt doorgaans op één van drie manieren. Er is conceptuele vereenvoudiging waarbij documenten naar een compacter formaat worden getransformeerd. Daarnaast is er uitgebreide modificatie die kernwoorden aanduidt door gebruik van redundantie. Als laatste is er samenvatting die documenten verandert in kortere teksten met alleen de topische zinnen. Met deze concepten zijn ontwikkelaars in staat om ingewikkelde woorden te vervangen door eenvoudiger synoniemen of zinnen te verkorten zodat ze sneller leesbaar zijn (Siddharthan, 2014).

Tekstvereenvoudiging behoort tot de zijtak van natuurlijke taalverwerking (NLP) in kunstmatige intelligentie. NLP omvat methodes om, door machinaal leren, menselijke teksten om te zetten in tekst voor machines. Documenten vereenvoudigen met NLP kan op twee manieren: extract of abstract. Bij extractieve simplificatie worden zinnen gelezen zoals ze zijn neergeschreven. Vervolgens bewaart een document de belangrijkste taalelementen om de tekst te kunnen hervormen. Deze vorm van tekstvereenvoudiging komt het meeste voor (Sciforce, 2020). Daarnaast is er abstracte simplificatie die de kernboodschap van de zin bewaart en daarmee een nieuwe zin opbouwt. Volgens het onderzoek van Chowd-

hary (2020) heeft deze vorm potentieel dankzij de menselijke interpretatie, maar zit nog in de kinderschoenen.

Voor kinderen met dyslexie bestaan digitale hulpmiddelen die voor een betere visuele presentatie zorgen van teksten. Zo haalt het onderzoek van Rello e.a. (2012) tips aan waarmee teksten en documenten rekening moeten houden bij scholieren met dyslexie in het derde graad middelbaar onderwijs. Het gaat over speciale lettertypes, spreiding tussen woorden en het gebruik van inzoomen op aparte zinnen. Het onderzoek haalt aan dat teksten voor deze unieke noden aanpassen tijdovend is, dus tekstvereenvoudiging door kunstmatige intelligentie kan een revolutionaire oplossing bieden.

Het onderzoek van Franse wetenschappers Gala en Ziegler (2016) illustreert dat manuele tekstvereenvoudiging schoolteksten toegankelijker maakt voor kinderen met dyslexie. Dit deden ze door simpelere synoniemen en zinsstructuren te gebruiken. Verwijswoorden werden vermeden en woorden kort gehouden. De resultaten waren veelbelovend. Het leestempo lag hoger en de kinderen maakten minder leesfouten. Ook bleek er geen verlies van begrip in de tekst bij geteste kinderen. Resultaten van de studie werden gebundeld voor de mogelijke ontwikkeling van een AI-hulpmiddel.

De Universiteit van Kopenhagen is met bovenstaande idee aan de slag gegaan. Onderzoekers Bingel e.a. (2018) hebben gratis software ontwikkeld, genaamd Hero⁵, om tekstvereenvoudiging voor scholieren in het middelbaar onderwijs met dyslexie te automatiseren. De software bestudeert met welke woorden de gebruiker moeite heeft, en vervangt die door simpelere alternatieven. Hero bevindt zich in beta-vorm en wordt enkel in het Engels en het Deens ondersteund.

Plavén-Sigray e.a. (2017) halen aan hoe onderzoekers in hun taalbubbel blijven, wat gevolgen voor de lezers met zich meebrengt. Daarnaast brengt de stijging aan het gebruik van acroniemen volgens Barnett en Doubleday (2020) een extra obstakel met zich mee. Het onderzoek van Donato e.a. (2022) wijst erop dat ondoordringelijke teksten te wijten zijn aan scholieren met dyslexie in het middelbaar onderwijs die uit hun richting vallen, wat voornamelijk bij STEM-richtingen het geval is.

NLP is de laatste decennia volop in ontwikkeling, maar ontwikkelaars botsen nog op uitdagingen. Het gaat om zowel interpretatie- als dataproblemen bij AI-machines. Allereerst is het voor een machine moeilijk om de context van homoniemen te achterhalen. Bijvoorbeeld bij het woord 'bank' is het niet duidelijk voor de machine of het gaat over de geldinstelling of het meubel. Daarnaast zijn synoniemen geen probleem voor

²<https://resoomer.com/nl/>

³<https://www.paraphraser.io/nl/tekst-samenvatting>

⁴<https://www.prepostseo.com/tool/nl/text-summarizer>

⁵<https://beta.heroapp.ai/>

tekstverwerking (Roldós, 2020).

Het merendeel van NLP-toepassingen maakt gebruik van Engelstalige invoer. Niet-Engelstalige toepassingen zijn zeldzaam. De opkomst van AI-technologieën die twee datasets gebruiken, biedt een oplossing voor dit probleem. De software vertaalt eerst de oorspronkelijke tekst naar de gewenste taal, voordat de tekst wordt herwerkt (SciForce, 2020). Hetzelfde onderzoek bewijst dat het vertalen van gelijkaardige talen, zoals Duits en Nederlands, een minimaal verschil oplevert.

De Vlaamse overheid leent gratis abonnementen uit voor voorlees- en schrijfsoftware. De voornaamste zijn SprintPlus⁶, Alinea⁷ en Kurzweil3000⁸. Vlaamse scholieren met dyslexie in het middelbaar onderwijs kunnen voor deze software een gratis abonnement of licentie aanvragen. AI bieden de vijf softwarepakketten elk een eigen samenvattingsfunctie, de focus ligt echter op spreken en luistersoftware waarbij het samenvatten en markeren van tekst als extra wordt gehouden.

ChatGPT⁹ van OpenAI is een opkomend chatbot gebouwd op het GPT-3 model. Het GPT-3 model omvat meer dan vijf miljard verschillende woorden, wat het revolutionair maakt voor AI-taaltoepassingen. Nadelig moet de chatbot via de online toepassing expliciet gevraagd worden om tekst te kunnen vereenvoudigen. Voorlopig is GPT-3 enkel tegen betaling beschikbaar en in de vorm van een API. Readable¹⁰ is een online Engelstalige tool dat zinnen beoordeeld op basis van leesbaarheidsformules. Bij beide tools is het enkel mogelijk om tekst op de webpagina te plakken, dus er kunnen geen PDF-documenten of scans worden geüpload en eenzelfde werking verwachten.

Vlaanderen heeft weinig zicht op de geïmplementeerde AI-software in scholen. Dit werd vastgesteld door (Martens e.a., 2021a), een samenwerking tussen de Vlaamse universiteiten en overheid voor kunstmatige intelligentie. Vergeleken met andere Europese landen, maakt België het minst gebruik van leerling-georiënteerde hulpmiddelen. Degenen die wel gebruikt worden, zijn voornamelijk online leerplatformen voor zelfstandig werken. Ook maakt België amper gebruik van beschikbare software die de leermethoden en -noden van leerlingen evalueert (Martens e.a., 2021b).

Python staat bovenaan de lijst van programmeertalen voor NLP-toepassingen. Volgens ... is dit te wijten aan de kleine leercurve en grote beschikbaarheid van kant-en-klare bibliotheken. Moeilijke wiskundige berekeningen of statistische analyses kunnen worden uitgevoerd door middel

van één lijn code. Voor NLP-bewerkingen zijn er talloze bibliotheken beschikbaar. De twee meest voorkomende zijn NLTK¹¹ en Spacy¹².

Volgens ... bestaat een pipeline voor het vereenvoudigen van teksten uit zes fases. Er bestaan *proof-of-concepts* waarin de opbouw van een pipeline voor tekstvereenvoudiging aan bod komt. Deep Martin¹³ maakt gebruik van *custom transformers* om invoertekst om te zetten naar een vereenvoudigde versie van de tekstinhoud.

Garbacea e.a. (2021) benadrukken aan dat AI-ontwikkelaars te weinig aandacht besteden aan de eerste twee stappen van de pipeline. De ethische aspecten van AI-taaltoepassingen worden niet meegegeven aan de eindgebruiker. Na een vereenvoudiging moet de AI-toepassing twee aspecten kunnen aanduiden. Allereerst moet de toepassing meegeven waarom een zin of woord is aangepast. De moeilijkheidsgraad van de woord of de zin moet worden bewezen door het model. Als tweede pijler moeten de complexe delen van een zin gemarkeerd worden. Door middel van *lexical of deep learning* methoden slagen AI-ontwikkelaars erin om deze twee fasen in hun AI-toepassing te kunnen uitwerken.

Er is een tactvolle aanpak nodig om een vereenvoudigde tekst met AI te beoordelen. De studie van Swayamdipta (2019) haalt aan dat er extra nood is aan NLP-modellen waarbij de tekst zijn kernboodschap behoudt. Samen met Microsoft Research bouwden ze NLP-modellen die gericht waren op de bewaring van zinsstructuur en -context door *scaffolded learning*. Hiervoor maakten de onderzoekers gebruik van een voorspellingsmethode die de positie van woorden en zinnen in een document beoordeelde. Daarnaast wijst het onderzoek van Readable (2021) uit dat de Flesch-Kincaid leesbaarheidstest een manier aanbiedt om getransformeerde teksten te beoordelen zonder de nood van vooraf getrainde modellen. Deze score op Nederlandse teksten berekenen gebeurt eenvoudig met de Python-library *textstat*¹⁴.

3. Methodologie

Het onderzoek houdt zes fases in. De eerste fase is het proces van tekstvereenvoudiging beschrijven, waaronder een omschrijving van het begrip en de verschillende soorten van technologische tekstvereenvoudiging. Dit gebeurt via een grondige studie van vakliteratuur en wetenschappelijke teksten. Ook blogs van experts komen hier aan bod. Na het verwerven van de nodige inzichten wordt er een verklarende tekst opgesteld.

⁶<https://www.sprintplus.be/>

⁷<https://sensotec.be/product/alinea-suite/>

⁸<https://sensotec.be/product/kurzweil-3000/>

⁹<https://chat.openai.com/chat>

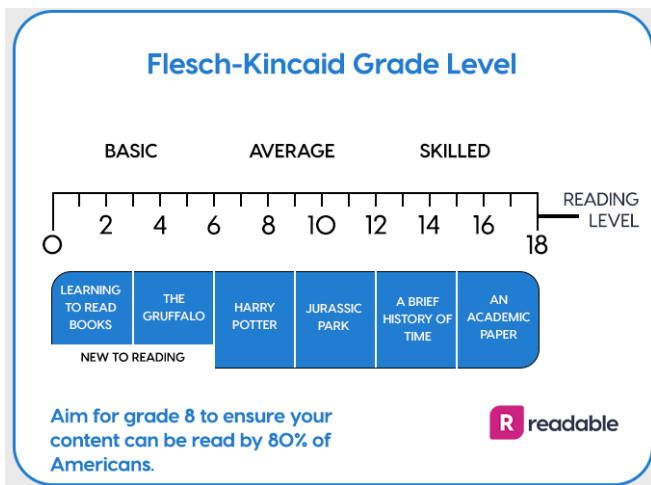
¹⁰<https://readable.com/>

¹¹<https://www.nltk.org/>

¹²<https://spacy.io/>

¹³<https://github.com/chrislemke/deep-martin>

¹⁴<https://pypi.org/project/textstat/>



Figuur 1: Afbeelding van (Readable, 2021)

De tweede fase bestaat uit het analyseren van wetenschappelijke werken over de bewezen voordelen van tekstvereenvoudiging bij scholieren met dyslexie van het derde graad middelbaar onderwijs. Hiervoor zijn geringe thesissen beschikbaar, die zorgvuldigheid vragen tijdens interpretatie. De resulterende tekst bevat de voordelen samen met hun wetenschappelijke onderbouwing.

De derde fase is opnieuw een beschrijving. Hier worden de valkuilen bij taalverwerking met AI-software nagegaan. Deze fase van het onderzoek brengt mogelijke nadelen en tekortkomingen van AI-software bij tekstvereenvoudiging aan het licht. Dit gebeurt aan de hand van een technische uitleg.

De vierde fase omvat een toelichting en advies over beschikbare AI-toepassingen voor tekstvereenvoudiging. Aan de hand van een veldonderzoek op het internet en bij bedrijven wordt er op zoek gegaan naar dergelijke software. Er wordt niet gezocht naar vertaalsoftware of toepassingen die de inhoud van een afbeelding of tekstbestand omzet naar tekstinhoud. Het resultaat is een shortlist van alle evaluatiecriteria waaraan de uitvoertekst van een tekstvereenvoudigingstoepassing moet voldoen.

De vijfde fase omschrijft de technische uitwerking van een tekstvereenvoudigingspipeline, alsook een shortlist van metrieken om de tekstvereenvoudiging te evalueren. Er zal een tekstvereenvoudigingspipeline worden ontwikkeld met beschikbare kant-en-klare bibliotheken, *transformers* en algoritmes. Het resultaat van deze fase is een pipeline opgebouwd in de programmeertaal Python.

De zevende en laatste fase omvat een vergelijkende studie van de gevonden tekstvereenvoudigingstoepassingen, alsook de tekstvereenvoudigingspipeline. Wetenschappelijke papers, die in een derde graad middelbaar onderwijs worden gebruikt, dienen hier als invoertekst voor de eva-

luatie. De transformatie wordt met zowel objectieve als subjectieve metrieken beoordeeld. De subjectieve test gebeurt aan de hand van een *survey* en een *think-aloudtest*. De objectieve testen gebeuren op basis van de shortlist uit de derde fase en de shortlist van metrieken uit de zesde fase. Ten slotte volgt er een persoonlijk advies over de nodige ontwikkelingen in het vak op vlak van Nederlandstalige tekstvereenvoudiging.

4. Verwacht resultaat, conclusie

Er wordt verwacht dat de software, die nu in het onderwijs wordt ingezet, niet voldoet aan de noden van een scholier met dyslexie in het derde graad middelbaar onderwijs. Dit is omdat er onvoldoende rekening wordt gehouden met hun unieke uitdagingen. Het vertalen van de uitvoertekst bij een internationale AI-toepassing zal vaak afwijken van de oorspronkelijke context.

Er zijn onvoldoende kant-en-klare algoritmen en modellen beschikbaar om een pipeline voor tekstvereenvoudiging te bouwen. De vereenvoudigde inhoud uit de pipeline voldoet niet aan de unieke noden van een scholier met dyslexie in het derde graad middelbaar onderwijs. De pipeline vergt *custom transformers* om belovende resultaten te bekomen. Het vertalen van de zinnen verlaagt de nauwkeurigheid van het model, maar het is een aanvaardbaar alternatief. Er is nood aan Nederlandstalige *word embeddings* die de complexiteit per woord bijhouden, alsook meer kant-en-klare modellen die tekstsimplificatiefuncties aanbieden.

Referenties

- Barnett, A., & Doubleday, Z. (2020). Meta-Research: The growth of acronyms in the scientific literature (P. Rodgers, Red.). *eLife*, 9, e60080.
- Bingel, J., Paetzold, G., & Søggaard, A. (2018). Lexi: A tool for adaptive, personalized text simplification. *Proceedings of the 27th International Conference on Computational Linguistics*, 245–258.
- Chowdhary, K. (2020). *Fundamentals of Artificial Intelligence*. Springer, New Delhi.
- Donato, A., Muscolo, M., Arias Romero, M., Capri, T., Calarese, T., & Olmedo Moreno, E. M. (2022). Students with dyslexia between school and university: Post-diploma choices and the reasons that determine them. An Italian study. *Dyslexia*, 28(1), 110–127.
- Gala, N., & Ziegler, J. (2016). Reducing lexical complexity as a tool to increase text accessibility for children with dyslexia. *Proceedings of the Workshop on Computational Lin-*

- guistics for Linguistic Complexity (CL4LC)*, 59–66.
- Garbacea, C., Guo, M., Carton, S., & Mei, Q. (2021). Explainable Prediction of Text Complexity: The Missing Preliminaries for Text Simplification. *Proceedings of the 59th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and the 11th International Joint Conference on Natural Language Processing (Volume 1: Long Papers)*, 1086–1097. <https://doi.org/10.18653/v1/2021.acl-long.88>
- Martens, M., De Wolf, R., & Evens, T. (2021a). *Algoritmes en AI in de onderwijscontext: Een studie naar de perceptie, mening en houding van leerlingen en ouders in Vlaanderen*. Kenniscentrum Data en Maatschappij. Verkregen maart 30, 2022, van <https://data-en-maatschappij.ai/publicaties/survey-onderwijs-2021>
- Martens, M., De Wolf, R., & Evens, T. (2021b, juni 28). *School innovation forum 2021*. Kenniscentrum Data en Maatschappij. Verkregen april 1, 2022, van <https://data-en-maatschappij.ai/nieuws/school-innovation-forum-2021>
- Plavén-Sigra, P., Matheson, G. J., Schiffler, B. C., & Thompson, W. H. (2017). Research: The readability of scientific texts is decreasing over time (S. King, Red.). *eLife*, 6, e27725.
- Readable. (2021). *Flesch Reading Ease and the Flesch Kincaid Grade Level*. <https://readable.com/readability/flesch-reading-ease-flesch-kincaid-grade-level/>
- Rello, L., Kanvinde, G., & Baeza-Yates, R. (2012). Layout Guidelines for Web Text and a Web Service to Improve Accessibility for Dyslexics. *Proceedings of the International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility*.
- Roldós, I. (2020, december 22). *Major Challenges of Natural Language Processing (NLP)*. MonkeyLearn. Verkregen april 1, 2022, van <https://monkeylearn.com/blog/natural-language-processing-challenges/>
- Sciforce. (2020, februari 4). *Biggest Open Problems in Natural Language Processing*. Verkregen april 1, 2022, van <https://medium.com/sciforce/biggest-open-problems-in-natural-language-processing-7eb101ccfc9>
- Siddharthan, A. (2014). A survey of research on text simplification. *ITL - International Journal of Applied Linguistics*, 165, 259–298.
- Swayamdipta, S. (2019, januari 22). *Learning Challenges in Natural Language Processing*. Verkregen april 1, 2022, van <https://www.microsoft.com/en-us/research/video/learning-challenges-in-natural-language-processing/>