

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

De opbouw van een prototype.

Dylan Cluyse.

Scriptie voorgedragen tot het bekomen van de graad van
Professionele bachelor in de toegepaste informatica

Promotor: Mevr. L. De Mol

Co-promotor: J. Decorte; J. Van Damme; M. Dhondt

Academiejaar: 2022–2023

Eerste examenperiode

Departement IT en Digitale Innovatie .

**HO
GENT**

Woord vooraf

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Samenvatting

Ingewikkelde woordenschat en zinsbouw hinderen scholieren met dyslexie in het derde graad middelbaar onderwijs bij het lezen van wetenschappelijke artikelen. Adaptieve tekstvereenvoudiging helpt deze scholieren bij hun lees- en verwerkingsnelheid. Daarnaast kan artificiële intelligentie (AI) dit proces automatiseren om de werkdruk bij leraren en scholieren te verminderen. Dit onderzoek achterhaalt met welke technologische en logopedische aspecten AI-ontwikkelaars rekening moeten houden bij de ontwikkeling van een AI-toepassing voor adaptieve en geautomatiseerde tekstvereenvoudiging. Hiervoor is de volgende onderzoeksvraag opgesteld: "Hoe kan een wetenschappelijk artikel automatisch worden vereenvoudigd, gericht op de unieke noden van scholieren met dyslexie in het derde graad middelbaar onderwijs?". Een vergelijkende studie beantwoordt deze onderzoeksvraag en is uitgevoerd met bestaande toepassingen en een prototype voor adaptieve en geautomatiseerde tekstvereenvoudiging. Uit de vergelijkende studie blijkt dat toepassingen om wetenschappelijke artikelen te vereenvoudigen, gemaakt zijn voor een centrale doelgroep en geen rekening houden met de unieke noden van een scholier met dyslexie in het derde graad middelbaar onderwijs. Adaptieve software voor geautomatiseerde tekstvereenvoudiging is mogelijk, maar ontwikkelaars moeten meer inzetten op de unieke noden van deze scholieren.

Inhoudsopgave

Lijst van figuren	vii
1 Inleiding	1
1.1 Probleemstelling	2
1.2 Onderzoeksvraag	3
1.3 Onderzoeksdoelstelling	4
1.4 Opzet van deze bachelorproef	4
2 Stand van zaken	6
2.1 Specifieke noden van scholieren met dyslexie in de derde graad van het middelbaar onderwijs	6
2.1.1 Specifieke kenmerken van wetenschappelijke artikelen	8
2.2 Aanpakken voor geautomatiseerde tekstvereenvoudiging	10
2.2.1 Bewezen effecten van manuele tekstvereenvoudiging -en aanpassing bij scholieren met dyslexie	10
2.2.2 Bewezen effecten van geautomatiseerde tekstvereenvoudiging -en aanpassing bij scholieren met dyslexie	10
3 Methodologie	11
3.1 Requirementsanalyse	11
3.1.1 Tekstanalyse	12
3.1.2 Lexicale vereenvoudiging	13
3.1.3 Syntactische vereenvoudiging	13
3.1.4 Samenvatten	14
3.1.5 Personalisatie	14
3.1.6 Voor ontwikkelaars	15
3.1.7 Requirements	15
3.2 Conclusie	15
3.3 Vergelijkende studie	16
3.3.1 Vergelijking met referentieteksten	16
3.3.2 Lexicale vereenvoudiging	17
3.3.3 Syntactische vereenvoudiging	18
3.3.4 Samenvatten	18
3.3.5 Conclusie	19

4	Prototype voor tekstvereenvoudiging	20
4.1	Opbouw van het prototype	20
4.2	Tekstinhoud extraheren	20
4.3	Tekstinhoud uitschrijven naar PDF/DOCX	21
4.3.1	Markdown-bestand opvullen	21
4.3.2	Documenten genereren	22
4.4	Tekstvereenvoudiging met API	22
4.4.1	Annotaties van woordenschat	22
4.4.2	Samenvatting	23
4.5	Personaliseerbaarheid aanreiken	23
4.5.1	Taalmodellen	23
4.6	Conclusie	24
5	Discussie	25
6	Conclusie	26
A	Onderzoeksvoorstel	30
A.1	Introductie	30
A.2	State-of-the-art	32
A.2.1	Tekstvereenvoudiging	32
A.2.2	Noden van scholieren met dyslexie	32
A.2.3	Huidige toepassingen	34
A.2.4	Ontwikkelen met AI	34
A.3	Methodologie	35
A.4	Verwacht resultaat, conclusie	37
	Bibliografie	38

Lijst van figuren

2.1	Afbeelding uit Plavén-Sigray e.a. (2017)	9
2.2	Afbeelding van DuBay (2004)	10
A.1	(Readable, 2021)	36

1

Inleiding

Vakmiddelen -en didactiek in het onderwijs

Iedereen wordt dagelijks geconfronteerd met lezen. Deze vaardigheid strekt zich uit tot elk aspect van ons dagelijks leven, en dit geldt des te meer in het onderwijs, waar leraren worden aangemoedigd om diverse leesmaterialen te gebruiken om lesinhouden op een authentieke manier over te brengen. Wetenschappelijke artikelen kunnen ingezet worden als leesvoer voor scholieren in de laatste graad van het middelbaar onderwijs, maar de leesgraad van deze artikelen brengt een nieuwe uitdaging voor zowel scholieren als leerkrachten met zich mee.

Het belang van wetenschappelijke artikelen als leesmateriaal

Het Amerikaanse onderwijs stampte C.R.E.A.T.E.¹ uit de grond. Dit initiatief zet scholieren tussen 12 en 18 jaar aan om wetenschappelijke artikelen te lezen in plaats van enkel boeken. Daarmee komen zij in direct contact met wetenschappelijk onderzoek. Ze begrijpen hoe wetenschappers experimenten uitvoeren, plannen en resultaten analyseren en interpreteren. Vlaamse STEM-leerkrachten in de derde graad middelbaar onderwijs moeten volgens het M-decreet en de leerplannen van zowel het katholiek² als het gemeenschapsonderwijs³ hun theorielessen op een toegankelijke manier aanbieden, zodat alle scholieren worden meegenomen in het verhaal.

Artificiële intelligentie als hulpmiddel voor het onderwijs

België is met een jaarlijks budget van 32 miljoen een pionier op het gebied van artificiële intelligentie (AI) op de werkvloer (Crevits, 2022). Zo stampte de Vlaamse overheid verschillende AI-projecten uit de grond, om Vlaamse AI-ontwikkelingen te

¹<https://teachcreate.org/>

²<https://pro.katholiekonderwijs.vlaanderen/basisoptie-stem/ondersteunend-materiaal>

³<https://g-o.be/stem/>

ondersteunen en om AI-softwarebedrijven te inspireren. Het amai!-project⁴ brengt AI-softwarebedrijven uit diverse domeinen samen en leidt tot het ontstaan van AI-toepassingen die processen automatiseren en de werkdruk verminderen, zoals real-time ondertiteling in de klas en een taalassistent voor leerkrachten in meertalige klasgroepen.

1.1. Probleemstelling

Dalend leesbegrip en -plezier bij scholieren in de tweede graad

Iedere drie jaar wordt in ongeveer 79 geïndustrialiseerde landen de PISA-test afgenomen, die de wiskundige en wetenschappelijke geletterdheid en leesvaardigheid van 15-jarige scholieren, of scholieren voor de overstap naar de derde graad, meet. Hoewel leesstoornissen niet worden opgenomen in de test, geven de resultaten een idee van de algemene leesvaardigheid en wetenschappelijke geletterdheid van 15-jarige scholieren waaronder Vlaamse scholieren van die leeftijd. Uit de enquête blijkt dat deze doelgroep zeer negatief is over leesplezier. Bijna de helft van de bevroegden beschouwt intensief lezen als tijdverspilling en slechts 17% beschouwt lezen als een van hun favoriete hobby's.

Impact van leesstoornissen

Onderzoeken van Desoete (2017) en Wentink e.a. (2008) wijzen uit dat gemiddeld 4% van de Vlaamse en Nederlandse bevolking dyslexie heeft. Echter, wereldwijd loopt het aantal scholieren met dyslexie in het lager en middelbaar onderwijs naar schatting op tot 15% (Bonte, 2020; van der Meer, 2022). Specifiek in het middelbaar onderwijs, hebben scholieren met dyslexie te maken met unieke uitdagingen, waaronder een moeizame en stroeve automatisering bij het lezen en spellen. Hoewel scholieren met dyslexie ondersteuning krijgen, mag de impact van leesstoornissen niet onderschat worden. De gevolgen hiervan kunnen zich namelijk doorzetten na het middelbaar onderwijs en leesvaardigheid blijft daarmee cruciaal voor succes op school en in het werkveld. Mensen met dyslexie kunnen namelijk problemen hebben met spelling, wat kan leiden tot onzekerheid en stress. Daarnaast zijn vooroordelen nog steeds een probleem en kunnen ze leiden tot stigmatisering. Echter, onderzoek toont aan dat mensen met dyslexie doorzettingsvermogen hebben en goede probleemoplossers zijn (Bonte, 2020; Ghesquière, 2018; Lissens e.a., 2020). Online webtools kunnen

Toepassing van wetenschappelijke artikelen in het middelbaar onderwijs

Het leerplan voor STEM-vakken stimuleert het gebruik van wetenschappelijke artikelen, maar houdt niet altijd rekening met de bijhorende complexe leesgraad. De ingewikkelde woordenschat en syntax in wetenschappelijke artikelen kunnen een hindernis vormen voor de begrijpelijkheid van een tekst, waardoor scholieren met

⁴<https://amai.vlaanderen/>

dyslexie de kerninhoud moeilijk kunnen doorgronden. Teksten vereenvoudigen, zonder de kern- en bijzaken te verliezen, kan een oplossing bieden. Wetenschappelijke artikelen handmatig vereenvoudigen kan tijd en energie van leerkrachten in de derde graad middelbaar onderwijs opsorpen. Het Vlaamse middelbaar onderwijs staat onder druk en docenten hebben moeite om met deze werkdruk boven water te blijven.

Tekstvereenvoudiging met AI

Geautomatiseerde tekstvereenvoudiging is mogelijk en biedt een oplossing aan om de werkdruk bij leerkrachten te verminderen, alsook om scholieren van de derde graad te ondersteunen bij het lezen van complexe wetenschappelijke artikelen. Online API's en taalmodellen zijn in staat om teksten of zinnen te vereenvoudigen. Voor het gebruik van taalmodellen of API's is uitgebreide informaticakennis nodig, die de meeste scholieren en leraren niet hebben. Er is nood aan een intuïtieve en gebruikersvriendelijke toepassing die taalmodellen of API's kan integreren en aanpassen naargelang de specifieke behoeften van een student met dyslexie.

1.2. Onderzoeksvraag

De volgende onderzoeksvraag is opgesteld: 'Hoe kan een wetenschappelijke artikel automatisch vereenvoudigd worden, gericht op de unieke noden van scholieren met dyslexie in de derde graad middelbaar onderwijs?'. Om deze onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden, moet een antwoord gezocht worden op de volgende deelvragen:

- Welke specifieke noden hebben scholieren met dyslexie van de derde graad middelbaar onderwijs bij het begrijpen van complexere teksten? Aanvullend hierop:
 - Wat zijn de specifieke kenmerken van wetenschappelijke artikelen?
- Welke aanpakken zijn er voor geautomatiseerde tekstvereenvoudiging?
 - Hoe worden teksten handmatig vereenvoudigd voor scholieren met dyslexie?
 - Welke toepassingen, tools en modellen zijn er beschikbaar om Nederlandse geautomatiseerde tekstvereenvoudiging met AI mogelijk te maken?
 - Hoe kunnen geautomatiseerde tekstvereenvoudiging en gepersonaliseerde tekstvereenvoudiging gecombineerd worden?
- Met welke valkuilen bij taalverwerking met AI moeten ontwikkelaars rekening houden?

- Welke functies ontbreken AI-toepassingen om geautomatiseerde tekstvereenvoudiging mogelijk te maken voor scholieren met dyslexie in de derde graad middelbaar onderwijs?
 - Welke manuele methoden voor tekstvereenvoudiging komen niet in deze tools voor?”
- Hoe kan een intuïtieve lokale webtoepassing worden ontwikkeld die zowel scholieren met dyslexie als docenten helpt bij het vereenvoudigen van wetenschappelijke artikelen met behoud van semantiek, jargon en zinsstructuren?

1.3. Onderzoeksdoelstelling

Het onderzoek heeft als doel om de technologische en logopedische aspecten te identificeren die AI-ontwikkelaars in overweging moeten nemen bij het creëren van een op maat gemaakte AI-toepassing voor geautomatiseerde tekstvereenvoudiging, specifiek ontwikkeld voor scholieren in de derde graad. Het resultaat van dit onderzoek is een prototype voor een AI-toepassing voor tekstvereenvoudiging in de vorm van een webtool. De webtool heeft twee functies. Enerzijds kan de tool de inhoud van wetenschappelijke artikelen vereenvoudigen op basis van de specifieke behoeften van scholieren met dyslexie in de derde graad van het middelbaar onderwijs. Anderzijds biedt de tool een geautomatiseerde benadering voor lectoren om wetenschappelijke artikelen te vereenvoudigen op basis van geselecteerde parameters en deze vervolgens in een bruikbaar formaat (pdf of word) terug te geven. De invoer bij dit prototype is een wetenschappelijk artikel in tekst- of PDF-formaat.

1.4. Opzet van deze bachelorproef

De rest van deze bachelorproef is als volgt opgebouwd:

In Hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van de stand van zaken binnen het onderzoeksdomein, op basis van een literatuurstudie.

In Hoofdstuk 3 wordt de methodologie toegelicht en worden de gebruikte onderzoekstechnieken besproken om een antwoord te kunnen formuleren op de onderzoeksvragen. Eerst wordt er een requirementsanalyse uitgevoerd, gevolgd door de ontwikkeling van een prototype voor tekstvereenvoudiging.

- Welke specifieke noden hebben scholieren met dyslexie van de derde graad middelbaar onderwijs bij het begrijpen van complexere teksten? Aanvullend hierop:
 - Wat zijn de specifieke kenmerken van wetenschappelijke artikelen?
- Welke aanpakken zijn er voor geautomatiseerde tekstvereenvoudiging?

- Hoe worden teksten handmatig vereenvoudigd voor scholieren met dyslexie?
- Welke toepassingen, tools en modellen zijn er beschikbaar om Nederlandse geautomatiseerde tekstvereenvoudiging met AI mogelijk te maken?
- Hoe kunnen geautomatiseerde tekstvereenvoudiging en gepersonaliseerde tekstvereenvoudiging gecombineerd worden?
- Met welke valkuilen bij taalverwerking met AI moeten ontwikkelaars rekening houden?
- Welke functies ontbreken AI-toepassingen om geautomatiseerde tekstvereenvoudiging mogelijk te maken voor scholieren met dyslexie in de derde graad middelbaar onderwijs?
 - Welke manuele methoden voor tekstvereenvoudiging komen niet in deze tools voor?”
- Hoe kan een intuïtieve lokale webtoepassing worden ontwikkeld die zowel scholieren met dyslexie als docenten helpt bij het vereenvoudigen van wetenschappelijke artikelen met behoud van semantiek, jargon en zinsstructuren?

In Hoofdstuk 5 worden de resultaten gegeven op dit onderzoek. Er is een bespreking van de uitgevoerde requirementsanalyse, alsook

In Hoofdstuk 6, tenslotte, wordt de conclusie gegeven en een antwoord geformuleerd op de onderzoeksvragen. Daarbij wordt ook een aanzet gegeven voor toekomstig onderzoek binnen dit domein.

2

Stand van zaken

Een toepassing voor geautomatiseerde en gepersonaliseerde tekstvereenvoudiging van wetenschappelijke artikelen vereist een grondige literatuurstudie van de drie domeinen. Om een gepersonaliseerde tool aan te reiken, is het van cruciaal belang om de noden van de scholieren met dyslexie grondig te begrijpen. Dit kan alleen worden bereikt door middel van een gedetailleerde analyse van de literatuur die beschikbaar is op dit gebied. Bij het uitvoeren van deze literatuurstudie moet er aandacht worden besteed aan de verschillende vereenvoudigingstechnieken die momenteel ingezet worden. Door deze technieken te bestuderen, kan er een beter begrip van de mogelijkheden en beperkingen van elke techniek worden gevormd. Ten slotte moet er bij de ontwikkeling van een AI-toepassing voor tekstvereenvoudiging rekening worden gehouden met de valkuilen die vaak voorkomen bij dergelijke projecten. Door deze valkuilen te vermijden en gebruik te maken van de kennis die is opgedaan in de literatuurstudie, kan een effectieve en waardevolle tool worden ontwikkeld die aan de noden van scholieren met dyslexie voldoet.

2.1. Specifieke noden van scholieren met dyslexie in de derde graad van het middelbaar onderwijs

Deze sectie gaat in op de unieke noden en bespreken hoe mensen met dyslexie kunnen worden geholpen bij het lezen. Daarnaast worden de belemmeringen en moeilijkheden van wetenschappelijke artikelen aangekaart. Deze sectie beantwoordt de volgende twee onderzoeksvragen:

- Welke specifieke noden hebben scholieren met dyslexie van de derde graad middelbaar onderwijs bij het begrijpen van complexere teksten?
- Wat zijn de specifieke kenmerken van wetenschappelijke artikelen?

Centraal zicht op dyslexie

Leesvaardigheid is geen aangeboren vaardigheid. Het aanleren van deze vaardigheid vereist een herinrichting van het brein, zoals vermeld in de onderzoeken van Bonte (2020) en van der Meer (2022). Hoewel deze herinrichting bij sommige mensen vlot verloopt, kunnen mensen met dyslexie benadeeld worden bij dit proces. Dyslexie wordt gekenmerkt door beperkt lezen en kan het voorlezen traag, radend en letter-voor-letter maken. Een goede woordenschatontwikkeling of vaak voorlezen kan echter bescherming bieden tegen dyslexie, zoals aangegeven in de onderzoeken van Bonte (2020) en Vellutino e.a. (2004). Onderzoeken halen drie verschillende diagnoses van dyslexie aan:

- Fonologische dyslexie
- Surface dyslexia
- Deep dyslexia

Dezelfde onderzoeken wijzen erop dat een overlap van kenmerken over de drie types heen mogelijk is (Rello e.a., 2012; Vellutino e.a., 2004). Fonologische dyslexie is de meest prevalentie vorm bij scholieren met dyslexie in de derde graad van het onderwijs en vormt daarmee het focuspunt van dit onderzoek.

Mogelijke drempels voor mensen met dyslexie

Mensen met dyslexie kunnen verschillende drempels ervaren, waaronder trage woordbenoeming, hardnekkig letter-voor-letter lezen, problemen met woordherkenning en -herinnering, letter- en klankvorming, homofonische of pseudo-homofonische woordenschat en begripsproblemen (Bonte, 2020; Rivero-Contreras e.a., 2021; Zhang e.a., 2021).

Knelpunt	Omschrijving
Trage woordbenoeming	Moeite hebben met het snel benoemen
Hardnekkig letter-voor-letter lezen	Het lezen van woorden als afzonderlijke
Problemen met woordherkenning en -herinnering	Moeite hebben om woorden te herkennen
Letter- en klankvorming	Moeite hebben met het koppelen van le
Homofonische of pseudo-homofonische woordenschat	Verwarring tussen woorden die hetzelfde
Begripsproblemen	Moeite hebben met het begrijpen van o
Schriftelijke expressie	Moeite hebben met het schrijven van w

Tabel 2.1: Drempels bij fonologische dyslexie (Bonte, 2020; Rivero-Contreras e.a., 2021; Zhang e.a., 2021)

2.1.1. Specifieke kenmerken van wetenschappelijke artikelen

Wetenschappelijke artikelen volgen een IMRAD-formaat¹ en worden gebruikt als leermiddel voor jongeren in het middelbaar en hoger onderwijs.

Leesgraad

De leesgraad van tekst kan subjectief en objectief beoordeeld worden. Subjectief gebeurt dit op intuïtie en inschatting van de doelgroep. Daarnaast kunnen teksten met leesbaarheidsscores beoordeeld worden. Hieronder worden de drie voornaamste leesbaarheidsscores verwoordt:

Leesbaarheidsscore

Meet de leesbaarheid van een tekst op een schaal van 0-100, waarbij hogere scores duiden op een

Meet de leesbaarheid van een tekst op basis van het aantal complexe woorden. Het geeft een sch FLESCH is de meest prevalentie leesbaarheidsscore. De rangschikking gebeurt als volgt:

Score	Leesbaarheid	Niveau
0-30	Zeër moeilijk	Universiteit
30-50	Moeilijk	Hoger onderwijs
50-60	Redelijk moeilijk	Middelbare school
60-70	Redelijk makkelijk	Basisschool
70-80	Makkelijk	Eenvoudig
80-90	Zeër makkelijk	Zeër eenvoudig

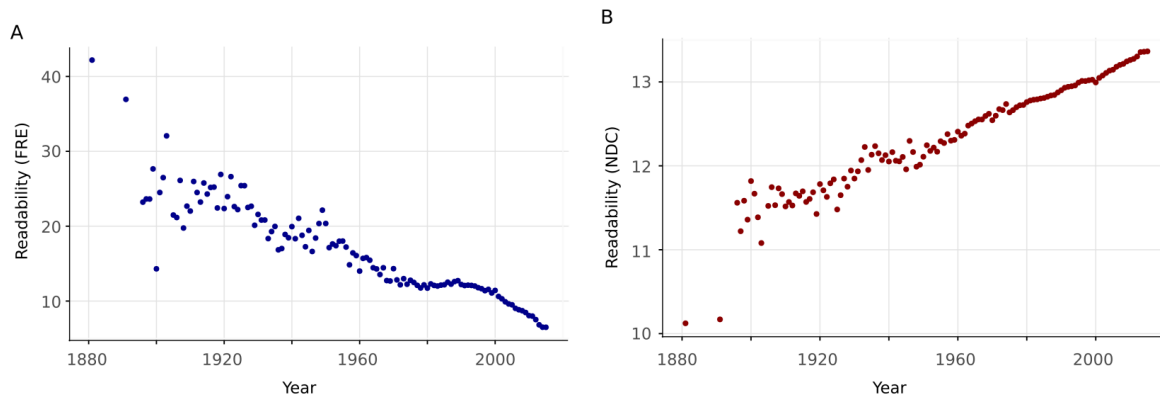
Trends rond wetenschappelijke artikelen

De leesgraad van wetenschappelijke teksten volgt al sinds de tweede helft van de twintigste eeuw een stijgende trend (Hayes, 1992). Meerdere onderzoeken in de voorbije tien jaar besluiten dat de complexe woordenschat en zinsbouw deze wetenschappelijke artikelen ontoegankelijk maken voor doelgroepen naast onderzoekers (Ball, 2017; Jones e.a., 2019; Plavén-Sigray e.a., 2017).

Plavén-Sigray e.a. (2017) onderzoeken de verschillende trends waarom wetenschappelijke artikelen alsmaar moeilijker worden om te lezen. Dit onderzoek brengt de relatie tussen de leesbaarheid van een abstract en het publicatiejaar in kaart. De *Flesch-Reading-Ease* of FRE score werd gebruikt om de leesgraad van een wetenschappelijk artikel te beoordelen. Om te bevestigen dat de relatie tussen de complexiteit van een abstract overeenstemt met die van de volledige tekstinhoud, wer-

¹Uniform formaat voor gepubliceerde wetenschappelijke artikelen. De structuur bestaat uit vijf hoofdstukken: inleiding, methodologie, resultaten en discussie.

den er vergelijkingen gemaakt met zes verschillende wetenschappelijke journalen. De overeenkomst tussen de leesgraad van het abstract en de overige tekstinhoud in een wetenschappelijk artikel werd eerder bevestigd door Dronberger en Kowitz (1975). Dat onderzoek benadrukt dat een abstract complexer wordt geschreven, vergeleken met de andere hoofdstukken van een wetenschappelijk artikel. Op 2.1 wordt de evolutie per FRE (links) en NDC-score (rechts) getoond. Het onderzoek schat dat nu 22% van alle wetenschappelijke artikelen gebruik maken van Engels op het niveau van een masterstudent, vergeleken met 14% in 1960.



Figuur (2.1)

Afbeelding uit Plavén-Sigray e.a. (2017)

De hoge leesgraad van wetenschappelijke artikelen beperkt volgens Plavén-Sigray e.a. (2017) twee aspecten: de toegankelijkheid en de herproduceerbaarheid.

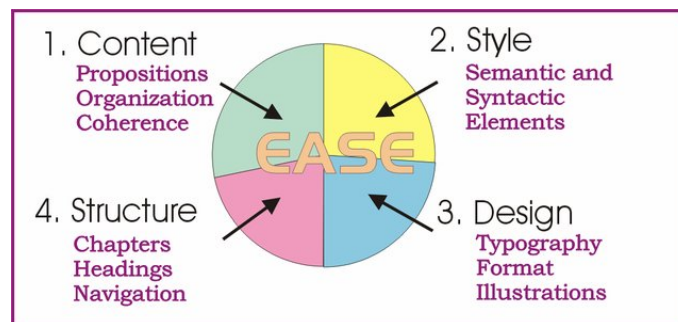
Toegankelijkheid

Onbegrijpelijke en ontoegankelijke zinsstructuren hinderen ook vakexperten. Zo toonde onderzoek van McNutt (2014) aan dat begrip van de methodologie en resultaten cruciaal is in het kader van reproduceerbaarheid; enkel zo kunnen wetenschappers op correcte wijze een studie reproduceren en wetenschappelijke inzichten bevestigen of met verdere resultaten verrijken. Experimenten van Hubbard en Dunbar (2017) wijzen namelijk uit dat het net vooral de methodologie en resultaten van een wetenschappelijk artikel zijn die een hoge leesgraad vergen. In deze context is ook het onderzoek van Hartley (1999) en Snow (2010) relevant waarin ze aantonen dat het herschrijven van abstracts de begripbaarheid ervan kan verhogen.

2.2. Aanpakken voor geautomatiseerde tekstvereenvoudiging

2.2.1. Bewezen effecten van manuele tekstvereenvoudiging -en aanpassing bij scholieren met dyslexie

Een ondersteunende toepassing moet met een individuele analyse van de specifieke behoeften en uitdagingen van elke leerling in gedachten worden ontworpen (Gooding, 2022). Instructies moeten op een begrijpelijke en geïndividualiseerde manier worden gepresenteerd om de leerlingen te helpen bij het begrijpen en toepassen van de informatie. Het is belangrijk om te erkennen dat dyslexie zich bij verschillende kinderen op verschillende manieren kan uiten. Een bijkomende stoornis heeft bijvoorbeeld geen impact op de spellingprestaties van een kind. Het is daarom belangrijk om een toepassing te ontwerpen met de diversiteit van dyslexie in het achterhoofd.



Figuur (2.2)

Afbeelding van DuBay (2004)

2.2.2. Bewezen effecten van geautomatiseerde tekstvereenvoudiging -en aanpassing bij scholieren met dyslexie

3

Methodologie

Het onderzoek omvat een literatuurstudie (Hoofdstuk 2), waarin technologieën en methoden voor tekstvereenvoudiging voor leerlingen met dyslexie in de derde graad van het middelbaar onderwijs worden beschreven.

Dit hoofdstuk omvat drie componenten om de onderzoeksvraag te beantwoorden. Allereerst wordt er een lijst gepresenteerd van benodigde tekstvereenvoudigingsfunctionaliteiten die nu beschikbaar zijn in huidige applicaties. Vervolgens worden verschillende prompts, taalmodellen en bijhorende parameters vergeleken om de ideale combinaties te vinden die in het prototype zullen worden geïmplementeerd. Uiteindelijk wordt een stappenplan gegeven voor de ontwikkeling van een tool voor tekstvereenvoudiging die ondersteuning kan bieden aan scholieren met dyslexie in de derde graad van het middelbaar onderwijs.

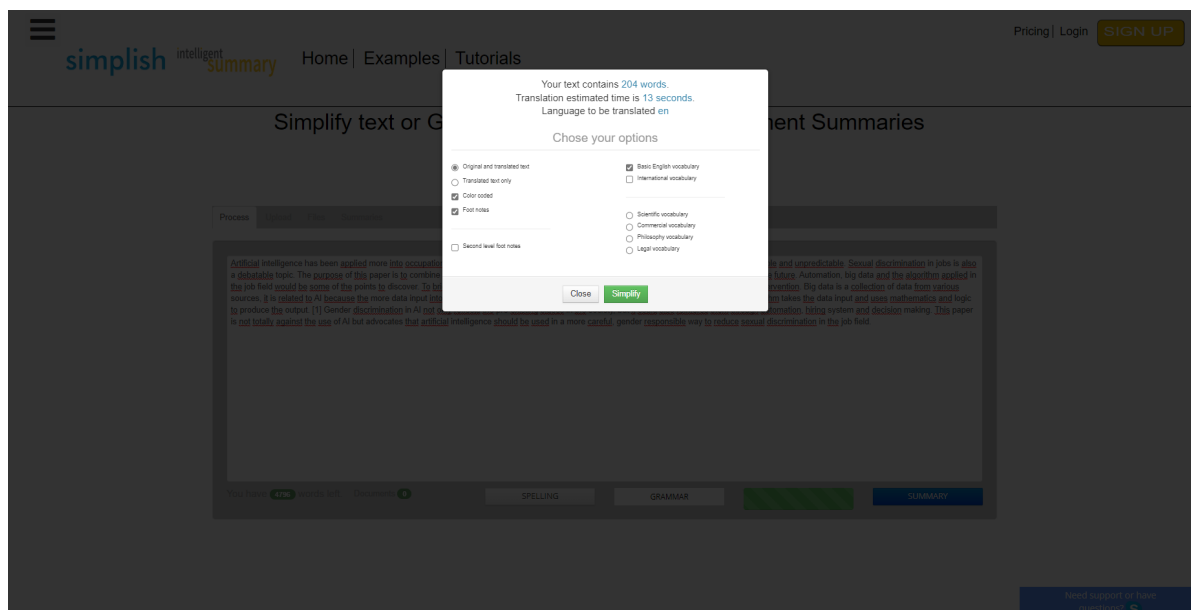
3.1. Requirementsanalyse

In deze onderzoeksfase worden verschillende tools getest op basis van functionaliteiten naar geautomatiseerde en gepersonaliseerde tekstvereenvoudiging. De vereenvoudigingstechnieken die als gunstig zijn beoordeeld in Hoofdstuk 2, als ook de aspecten waar ontwikkelaars zich bewust van moeten zijn, worden opgenomen in de requirementsanalyse. Deze analyse is verdeeld tussen toepassingen die momenteel in het onderwijs worden gebruikt en online tools die leraren kunnen gebruiken. Gratis beschikbare taalmodellen, zoals GPT-3 of vooraf getrainde taalmodellen zoals BART-SC, worden ook in de analyse opgenomen. Op basis van de capaciteiten en functionaliteiten van de verschillende tools wordt een shortlist opgesteld met de benodigde functionaliteiten om teksten te vereenvoudigen voor middelbare scholieren in de derde graad met dyslexie. Aanvullend worden de tools en los beschikbare taalmodellen indien mogelijk uitgetest met een wetenschappelijk artikel in PDF-formaat. Indien het opladen van een wetenschappelijk artikel

niet werkt wordt de tekstinhoud gekopieerd en geplakt in de toepassing of in het taalmodel.

3.1.1. Tekstanalyse

Geen tool in de shortlist biedt transparantie over keuzes van het taalmodel. Beslissingen zoals CWI worden niet aangegeven door het taalmodel. Softwarepakketten bieden geen visuele weergave van waarom een taal- of AI-model een zin als moeilijk of belangrijk beschouwt. Dit komt overeen met de bevindingen van Gooding en Kochmar (2019). Het GPT-3 taalmodel en het verwante Bing-model doen dit echter wel wanneer het taalmodel hier expliciet om wordt gevraagd. SciSpace houdt hier geen rekening mee en verwerpt de vraag. Het stellen van dergelijke vragen aan de eindgebruiker is een alternatief. Deze prompt kan worden aangeboden in de vorm van een intuïtieve knop. Simplish geeft nadien een vergelijkende weergave met de oorspronkelijke tekst en de vereenvoudigde tekst. Met gebruik van kleurcodes worden de verschillende transformaties aangeduid, maar is enkel bij de uitvoer op de site terug te vinden.



Color code	
Black	Words in Black don't change between the two versions.
Green	Words in Green mean they have been translated adequately.
Purple	Words in Purple display a further explanation in foot notes.
Olive	Words in Olive contain two or more possible meanings (a tooltip is provided for these words, place the mouse cursor on top of olive words to see possible meanings).
Blue	Words in Blue are recognized in Wikipedia (normally names, places, people, organizations, etc.).
Orange	Words in Orange are not currently available in Basic English.
Red	Words in Red are names, special terms or not recognized by the translating tool.

Note : Double click on any word to add it to your personal dictionary.

Input Text

Artificial intelligence has been applied more into occupations by companies and individuals. However, the effects within the benefits are both imaginable and unpredictable. Sexual discrimination in jobs is also a debatable topic. The purpose of this paper is to combine the topics of both AI and sexual discrimination and discuss their effects in the job field in the future. Automation, big data and the algorithm applied in the job field would be some of the points to discover. To briefly summarize, automation is the use of machines and computers that reduces human intervention. Big data is a collection of data from various sources, it is related to AI because the more data input into AI the better it becomes. Since AI absorbs the information and learns from them. AI algorithm takes the data input and uses mathematics and logic to produce the output. [1] Gender discrimination in AI not only reflects the pre-existing biases in the society, but it could also reinforce them through automation, hiring system and decision making. This paper is not totally against the use of AI but advocates that artificial intelligence should be used in a more careful, gender responsible way to reduce sexual discrimination in the job field.

Simplified

artificial intelligence ¹ has been made a request more into work by companies and beings. however, the effects within the gets help are both idea forming and not able to say before hand. sex caused decision making in regular work is also an about which argument is possible thing talked of. The purpose of this paper is to trading group the interests of both AI and sex caused decision making and have a discussion about their effects in the regular work field in the future. automation ², greatly sized facts and the algorithm ³ applied in the regular work field would be some of the points to discover. To briefly give a short account of: automation ² is the use of machines and knowledge processing machines that gets changed to other form to do with man coming between groups. Big facts is a group of facts from different starting points, it is related to AI because the more facts input into AI the better it becomes. Since AI takes up the news given and learns from them. AI algorithm ³ takes the facts input and uses mathematics and tests, reasoning to produce the out put. [1] sex statement decision making in AI not only gives back (light, heat, sound) the in existence beforehand has a tendency in a certain direction in the society, but it could also make stronger them through automation ², getting use of person for money system and decision making. This paper is not totally against the use of AI but Advocates ⁴ that artificial intelligence ¹ should be used in a more careful, sex statement responsible way to get changed to other form sex caused decision making in the regular work field.

Menu ▾

artificial intelli... science that gives great weight to ways of making come into existence intelligent machines that work and have reactions like those of man. [Continue reading](#)

automation² the technology of making machines, instruments, process, and the like go through a certain train of operations without further impulse or control from outside after being started. [Continue reading](#)

algorithm³ a word coming from the name of the expert in mathematics /AI-Khwarizmi@who (780-850ac), used to give the way to work out or solve points to be answered. [Continue reading](#)

Advocates⁴ A barrister or solicitor representing a party in a hearing before a Court. [Continue reading](#)

3.1.2. Lexicale vereenvoudiging

De woordenschat vereenvoudigen met het GPT-3 vereist expliciete aanwijzingen. Deze modellen houden rekening met woordambigüiteit en wetenschappelijk of vakjargon.

- Beschikbare softwaretools in het middelbaar onderwijs en Simplish zijn capabel om woordenlijsten te maken. Kurzweil biedt de mogelijkheid om synoniemen op te vragen voor een bepaald woord en de gebruiker kan zelf kiezen welk woordenboek voor het opzoeken van definities kan gebruikt worden. Deze woorden moeten echter zelf aangeduid worden.
- De woordenschat vereenvoudigen met GPT-3 modellen vereist expliciete aanwijzingen. Deze modellen houden rekening met woordambigüiteit en idiommen. Daarnaast kan het taalmodel ook rekening houden met vooraf gedefinieerde woordenschat.
- De twee uitgeteste HuggingFace-taalmodellen (SC en BART-SC) passen moeilijke woorden aan en zijn bestand tegen ambigüiteit en idiommen, maar houden geen rekening met vooraf gedefinieerde woordenschat.

3.1.3. Syntactische vereenvoudiging

Op dit moment zijn de erkende softwaretools in het middelbaar onderwijs niet in staat om de oorspronkelijke tekst te transformereren, waardoor syntactische ver-

eenvoudiging niet aan de orde is. Online webtoepassingen bieden ook minder functionaliteiten om de moeilijkheidsgraad van zinsyntaxis te verlagen. Het aanpassen van tangconstructies, verwijswaarden, voorzetseluitdrukkingen, samengestelde werkwoorden en onregelmatige werkwoorden is een uitdaging voor deze toepassingen. Het schrijven in de actieve stem kan ook problematisch zijn. Alleen vooraf gedefinieerde prompts maken het mogelijk om deze transformaties uit te voeren. Hoewel de GPT-3 taalmodellen in staat zijn om zinsyntaxtransformaties uit te voeren, kunnen ze soms problemen ondervinden bij het verwerken van alle meegegeven transformaties, en er is geen garantie dat deze modellen alle transformaties met slechts één prompt kunnen uitvoeren. Taalmodellen van HuggingFace houden minder rekening met het aanpassen van de zinsyntaxis en blijft vrijwel identiek.

3.1.4. Samenvatten

Op dit moment laten erkende tools in het onderwijs gebruikers toe om zinnen te markeren, waarna deze gemarkeerde zinnen aan elkaar worden geplakt. Hierdoor blijft de semantiek van de tekst gelijk, maar kan de resulterende tekst samenhang missen. Parafraseren of abstraherend samenvatten is momenteel niet mogelijk met beschikbare software in het onderwijs. Er zijn echter geavanceerde taalmodellen zoals BERT of GPT-3 die meer functionaliteiten bieden, waaronder abstraherend samenvatten op basis van gemarkeerde zinnen of woorden gekozen door de gebruiker. Experimenten met teksten hebben aangetoond dat GPT en Bing AI de nadruk leggen op het behouden van bronreferenties. Als er expliciet om wordt gevraagd, kan de Bing chatbot bronnen teruggeven die buiten het oorspronkelijke artikel te vinden zijn.

3.1.5. Personalisatie

Gepersonaliseerde tekstvereenvoudiging komt in meerdere vormen voor. Promptgebaseerde tools bieden de mogelijkheid om tekst in te geven en een bijhorende aanvraag te laten verwerken. Andere tools maken gebruik van sliders en bieden hoogstens een slider aan om de tekst aan te passen. Micromanagement zoals het inkorten van zinnen of paragrafen tot een bepaalde lengte is hier niet ter sprake. Vereenvoudigde zinnen of tekstinhoud met OpenAI's Codex of GPT-3 engine kan in een tabel worden gegoten of opsommingen gemaakt worden om zo de tekst overzichtelijker weer te geven. Ontwikkelaars kunnen echter door het aanspreken van deze modellen door de tabel in een structuur zoals Markdown, HTML of LaTeX op te vragen. Andere taalmodellen -en vereenvoudigingstools houden het bij doorlopende tekst, waarvan sommigen deze uitvoer opsplitsen per paragraaf en sommigen deze als één volledige paragraaf uitprinten. Achtergrondkleur, lettertype en grootte, marge, regelafstand en spatiëring tussen leestekens aanpassen zijn onbestaand bij eender welke tool in de longlist.

3.1.6. Voor ontwikkelaars

Momenteel zijn er beperkingen voor erkende tekstsoftware in het onderwijs, maar er zijn taalmodellen beschikbaar op HuggingFace die tekstvereenvoudiging mogelijk maken voor Engelstalige of meertalige teksten. Het gebruikte taalmodel kan echter niet worden achterhaald en ontwikkelaars moeten rekening houden met de karakter- of tokenlimiet bij alle modellen of tools, wat het ontwerp en de ontwikkeling van software bemoeilijkt bij grote documenten. Hoewel de meeste software vrij beschikbaar is, vereisen GPT-modellen het gebruik van een API-sleutel die gekoppeld is aan een betalingsabonnement van OpenAI. Alle modellen zijn *black-box* modellen en kunnen niet duidelijk aangeven waarom een zin als moeilijk wordt bestempeld of waarom een woord als moeilijk wordt bepaald, wat overeenkomt met de bevindingen van Gooding (2022).

3.1.7. Requirements

De weergave van het vereenvoudigde wetenschappelijk artikel moet personaliseerbaar zijn. De weergaveopties omvatten de achtergrondkleur, woordspatiëring, regelafstand en lettertype en -grootte. Het taalmodel en de bron van bijkomende uitleg bij woordenschat moeten duidelijk worden aangegeven in het prototype en er moet aan de eindgebruiker duidelijk worden gemaakt welke prompt er werd gebruikt.

Een prototype voor tekstvereenvoudiging moet toegankelijk zijn, zodat gebruikers zinnen kunnen aanduiden die ze willen vereenvoudigen op basis van parameters zoals lengte of type constructie. De tool moet de leesbaarheid van de tekst verbeteren en begrijpelijker maken voor een breder publiek. Om het proces te vergemakkelijken, kunnen vooraf gedefinieerde prompts worden aangeboden als knoppen in plaats van dat gebruikers ze zelf moeten schrijven.

Scholieren met dyslexie in de derde graad van het middelbaar onderwijs hebben nood aan een ondersteunende tool die hen toelaat om meer info rond zinnen of woorden op te halen, zodat zij de teksten beter kunnen lezen zonder dat de zinnen hun semantiek verliezen of zodat de scholieren niet de nodige kennis ontbreken zoals jargon of zinsstructuren. De docent daarentegen zal een overzicht moeten kunnen krijgen van de oorspronkelijke tekst, alsook keuzes aangereikt moeten krijgen waaraan de vereenvoudigde tekst kan voldoen. De resulterende tekst wordt in PDF of HTML-vorm aan de eindgebruiker aangereikt.

3.2. Conclusie

Huidige tools zijn gespecialiseerd, maar er is geen manusje-van-alles. Gepersonaliseerde tekstvereenvoudiging wordt nu enkel in de vorm van prompts of sliders aangeboden. De uitgeteste toepassingen gebruiken een mix tussen vrij beschikbare modellen en API's en zelfgemaakte taalmodellen die niet aangesproken kun-

nen worden. Prompt-gebaseerde toepassingen kunnen veelbelovende vereenvoudigde teksten genereren, maar er moet een intuïtieve manier worden aangeboden aan gebruikers zodat zij niet aan prompt engineering hoeven te doen. Tools die vereenvoudigde teksten genereren in PDF-formaat bieden echter geen gepersonaliseerde tekstvereenvoudiging voor scholieren met dyslexie in de derde graad van het middelbaar onderwijs aan. Het prototype moet een duidelijke opsplitsing maken tussen de verwachte functionaliteiten voor een scholier als voor een docent die een vereenvoudigde tekst wilt laten maken voor een scholier.

3.3. Vergelijkende studie

Dit hoofdstuk onderzoekt de verschillen tussen de vereenvoudigde tekstinhoud van taalmodellen en toepassingen rond tekstvereenvoudiging. Zoals aangegeven in het onderzoek van Nenkova en Passonneau (2004) worden leesgraadsformules en referentieteksten ingezet om de kwaliteit van een vereenvoudigde tekst te beoordelen. De vergelijkende studie beantwoordt de deelvraag 'alsook de deelvraag 'Welke handmatige tekstvereenvoudigingstechnieken zijn niet terug te vinden in geautomatiseerde tekstvereenvoudiging?'.

3.3.1. Vergelijking met referentieteksten

In dit onderzoek worden twee wetenschappelijke artikelen vergeleken met een referentietekst die handmatig werd vereenvoudigd door twee lectoren en twee scholieren. De auteurs van de referentietekst volgden daarbij een document met richtlijnen waaraan zij zich moesten houden. De vereenvoudigde teksten worden afgetoetst aan de hand van de richtlijnen die voortvloeien uit de literatuurstudie, om zo antwoord te geven op de twee deelvragen van het onderzoek.

Gekozen parameters

Voor de webtoepassingen SciSpace, Resoomer en Simplext werden de oorspronkelijke documenten geüpload om een vereenvoudigde versie terug te krijgen, die in de vorm van een PDF werd opgeslagen. Gerelateerde GPT-tools en taalmodellen bieden deze functie niet aan, dus in dat geval wordt de tekstinhoud aan het model gegeven en wordt het resultaat opgeslagen als een tekstbestand. Resoomer, Simplext en Scispace maken gebruik van sliders om de tekst in te korten. Deze ratio wordt geplaatst op 60%. Bij het gebruik van het GPT-3 model worden vijf prompts gebruikt en om rekening te houden met de tokenlengte, wordt de tekst tussen de subtitels opgebroken. De prompts zijn zoals volgt opgesteld:

- P1: Simplify this text in Dutch /// Paragraaf
- P2: Simplify a text for economics students (16-18 years old) by replacing difficult words, keeping technical jargon, replacing words longer than 18 letters,

writing acronyms in full, replacing a word only once with a synonym, giving brief explanations when necessary, and avoiding percentages. /// Paragraaf

- P3: Simplify a text by breaking them into shorter sentences with a maximum of ten words. Change pronouns like 'they', 'their', or 'he' to names. Replace complex sentence constructions and prepositional phrases with simpler alternatives, but leave them unchanged if no simpler option is available. /// Paragraaf
- P4: Simplify an article for economics students (16-18 years old) by replacing difficult words (except technical jargon learned in the 2nd grade), words longer than 18 letters, and avoiding percentages. Use synonyms only once and give brief explanations if necessary. Write acronyms in full and replace pronouns with names. Simplify sentence constructions and prepositional phrases, splitting sentences into a maximum of ten words, but leave them unchanged if no simpler alternative is available. /// Paragraaf

Resultaten

3.3.2. Lexicale vereenvoudiging

Woordenschat

De woordenschat van de referentieteksten is geschaald naar de verwachte woordkennis van een scholier met dyslexie in de derde graad van het middelbaar onderwijs. De twee gefinetuneerde taalmodellen van HuggingFace gebruiken een algemene doelgroep en daarbij wordt vakjargon niet veranderd. Alle GPT-prompts buiten P1 houden rekening met het vakjargon en vervangen deze woorden door een eenvoudiger synoniem. P1 past alle woordenschat aan en kan zo reeds gekende informatie opnieuw vereenvoudigen, waardoor reeds gekend vakjargon weg wordt gelaten. Anderstalige woordenschat in de referentieteksten wordt vertaald naar het Nederlands om een eentalige tekst te bekomen. Verwante GPT-3 modellen doen dit enkel indien expliciet aangewezen. Indien niet expliciet aangewezen, kan GPT-3 deze tekst opnieuw schrijven naar een eentalige tekst. Overige tools en taalmodellen nemen deze woorden over.

Acroniemen

Acroniemen worden voluit geschreven in de referentieteksten. GPT-3 en SciSpace interpreteren deze acroniemen correct en er zijn geen uitzonderingen bij deze twee wetenschappelijke artikelen. Andere tools en taalmodellen zijn niet in staat om acroniemen voluit te schrijven. Het acroniem wordt letterlijk overgenomen in de vereenvoudigde tekst.

Interpretatie van cijfers

Het vereenvoudigd referentieartikel binnen het economisch vakdomein houdt rekening met cijferwaarden. Alle taalmodellen, prompts en webtoepassingen heb-

ben moeite bij het interpreteren van de cijferwaarden. Deze cijfers worden overgenomen in een vereenvoudigde zin, maar de modellen staan niet stil bij de interpretatie van dergelijke cijfers.

3.3.3. Syntactische vereenvoudiging

De referentieteksten splitsen lange zinnen en zinnen met een complexe zinsyntax op om twee of meerdere subzinnen te bekomen. Tangconstructies en het aanpassen van verwijs- en voornaamwoorden gebeurt echter niet bij de HuggingFace-taalmodellen, Resoomer, SciSpace en Simplext. De verwijs- en voornaamwoorden worden behouden zoals ze in de oorspronkelijke tekst staan geschreven. Enkel P3 houdt rekening met deze constructies en past deze aan in de vereenvoudigde tekst.

3.3.4. Samenvatten

Formaatwijzigingen

Formaatwijzigingen, zoals het omzetten van tekstinhoud naar een tabelvorm of het gebruik van opsommingen, zijn present in de referentieteksten en deze techniek is enkel mogelijk met GPT-3. SciSpace past het formaat enkel visueel aan en de uitvoer bestaat uit een opsomming van zinnen, maar de zinsyntax is niet opgebouwd zoals dit als een opsomming zou geschreven zijn. De andere tools zijn niet in staat om het formaat van de tekst aan te passen.

Lengte van het vereenvoudigde artikel

Alle vereenvoudigde teksten, buiten het resultaat van P4, zijn korter dan de oorspronkelijke tekst. Handmatig vereenvoudigde teksten zijn significant korter dan de oorspronkelijke teksten. De lengte van de tekst bij P1, P2 en P3 is opmerkelijk korter dan de lengte van de tekst in P4.

Bibliografie en citeren

De referentieteksten maken gebruik van een korte bibliografie en houden zo rekening met de verwijzingen naar de oorspronkelijke bron met de identieke vermelding (APA of Chicago). GPT-3 is in staat om deze verwijzingen correct te verwerken. Andere tools en taalmodellen hebben moeite bij het verwerken van verwijzingen naar bronnen en nemen enkel de de ronde of vierkante haken over die de verwijzing definieert.

Behoud van semantiek in de vereenvoudigde tekst

De kerngedachte is bij alle vereenvoudigde versies van de wetenschappelijke artikelen terug te vinden. Deelvragen kunnen bij de handmatig vereenvoudigde artikelen, het vereenvoudigde artikel van SciSpace en bij de GPT-prompts P2, P3 en P4 volledig worden beantwoord. Resoomer, Simplext en de HuggingFace-taalmodellen

ontbreken de inhoud om op vijf van de twaalf zinnen een antwoord te kunnen geven. Algemene informatie zoals de inleiding en de conclusie zijn echter wel terug te vinden.

3.3.5. Conclusie

Het kiezen van een prompt vereist een gerichte schrijfwijze. Prompts personaliseerbaar maken, helpt het model ook om een afweging te maken bij het vereenvoudigen van een tekst. Prompts worden gelimiteerd door de tokenlengte en het aantal meegegeven parameters beïnvloed het aantal tokens die kunnen meegegeven worden. GPT-3 kan woordenschat vereenvoudigen zonder een expliciete vermelding, maar het taalmodel heeft nog steeds nood aan afbakening. Handmatige tekstvereenvoudigingstechnieken, zoals het transformeren van de oorspronkelijke structuur naar een formaat dat beter aansluit op de noden van scholieren in de derde graad van het middelbaar onderwijs met dyslexie, zijn enkel bij LLM's terug te vinden. Het ontbreken van detailinformatie bij de resultaten of conclusie kan een rechtstreeks effect hebben op de interpretatie van het wetenschappelijk artikel. De verschillen tussen bestaande leesbaarheidsformules bij GPT-3 modellen zijn merkbaar. Daarnaast kunnen taalmodellen moeite ondervinden bij het behouden van citaties en verwijzingen naar de bronnen.

4

Prototype voor tekstvereenvoudiging

Dit hoofdstuk omschrijft de ontwikkeling van een prototype voor tekstvereenvoudiging voor scholieren met dyslexie in de derde graad van het middelbaar onderwijs. De volgende deelvraag wordt in dit hoofdstuk beantwoordt: Hoe kan een intuïtieve lokale webtoepassing worden ontwikkeld die zowel scholieren met dyslexie als docenten helpt bij het vereenvoudigen van wetenschappelijke artikelen met behoud van semantiek, jargon en zinsstructuren?. Het prototype is ontwikkeld met de benodigde functionaliteiten en eigenschappen uit de requirementsanalyse en wordt enkel lokaal uitgerold.

4.1. Opbouw van het prototype

Het prototype is opgebouwd in Python met het Flask-framework in combinatie met Jinja, HTML, CSS en JavaScript (JS). Tekstvereenvoudigingsfuncties worden eerst in Jupiter notebooks uitgetest, vooraleer deze in het prototype worden geplaatst. Docker wordt gebruikt als opzet voor de ontwikkelaars. Een scriptbestand vereenvoudigt de opstart van deze webapplicatie in tegenstelling tot de opstart per terminal. De nodige Python-bibliotheken worden alvorens opgehaald met Pipreq. Alle taalmodellen worden per API aangesproken, dus één Docker-container voor de webapplicatie volstaat voor dit prototype.

4.2. Tekstinhoud extraheren

Tekst uit een PDF-bestand extraheren gebeurt met PDFMiner. Alle pagina's worden overlopen en de tekstinhoud wordt per pagina in een array geplaatst. Door middel van een aparte functie wordt de tekst opgesplitst per paragraaf en vervolgens per zin. Het resultaat van deze transformatie is een driedimensionale array.

Deze transformatie bevoordeelt het proces om vervolgens de teksten per zin op de webpagina uit te printen. De woorden in een zin worden als key-value paar opgeslaan. De sleutel verwijst hier naar het woord in de zin en de waarde verwijst naar de PoS-tag die aan dit woord toebehoort.

PDF extractors kunnen tekst vergeten bij het extraheren. Als valnet biedt het prototype een tweede optie aan waarbij de PDF-pagina's als afbeelding worden opgeslaan. De Python-bibliotheek EasyOCR wordt hiervoor gebruikt als lichter alternatief op Tesseract. Vervolgens worden de afbeeldingen per tekst-chunk ingelezen en de tekst wordt opgeslaan. Na het inlezen en opslaan van de tekstinhoud in een afbeelding, wordt de afbeelding opnieuw verwijderd om ruimte te besparen.

Deze twee methoden zijn terug te vinden in de Reader-klasse¹.

Wetenschappelijke artikelen kunnen op één van twee manieren worden ingeladen: in *plaintext* of via een PDF-bestand. De werking om een wetenschappelijk artikel in te lezen is identiek bij zowel de toepassing voor scholieren als die voor lectoren. De functie wordt voor beide toepassingen hergebruikt. In de Flask-applicatie wordt er eerst gecontroleerd op type invoer, vervolgens wordt de Reader-klasse aangesproken die de tekst verder zal verwerken. PDF's worden tijdelijk in-memory opgeslaan. Er wordt rekening gehouden met de splitsing tussen normale upload en geavanceerde upload.

4.3. Tekstinhoud uitschrijven naar PDF/DOCX

De zelfgebouwde Creator-klasse bouwt PDF's en docx-documenten op volgens de meegegeven personalisatie. Het prototype maakt gebruik van Pandoc, of PyPandoc via Python, om tekstinhoud naar een PDF of een docx-bestand uit te schrijven. Pandoc maakt gebruik van een tweestapsbeweging waarbij rauwe tekst eerst naar een Markdown-formaat wordt omgezet.

4.3.1. Markdown-bestand opvullen

YAML-header

Met Python wordt eerst een YAML-header in het te-transformeren Markdown-bestand geschreven. De YAML-header omvat de titel, standaardlettertype en lettertype voor de titel, de datum, het type document dat moet worden gegenereerd, de marge-instelling, de standaardlettergrootte, woord-spatieëring en ten slotte de instelling voor de regeleinde. De meegekregen gepersonaliseerde instellingen wordt meegegeven in een LaTeX YAML-header.

Woordenlijst en vereenvoudigde tekst uitschrijven

De structuur om de woordenlijst op te bouwen, is identiek zoals dat van een Markdown-tabel. De woordenlijst wordt in dictionary-structuur meegegeven. De sleutels worden overlopen en vervolgens wordt ieder woord samen met de PoS-tag en de de-

¹<https://github.com/Dyashen/text-simplification-tool/blob/main/web-app/Reader.py>

finitie uitgeprint. De vereenvoudigde tekst is eveneens in een dictionary-structuur opgeslaan. De keys stellen titels voor en worden uitgeprint voorafgegaan door twee hekje-symbolen. Tussen de titels worden breaklines toegevoegd, gevolgd door de tekst die bij de titel bijhoort. Indien gekozen werd voor een opsomming, dan wordt er gebruik gemaakt van een geneste for-lus waarbij iedere zin wordt voorafgegaan aan een asterisk-symbool. De woordenlijst en vereenvoudigde tekst worden naar hetzelfde Markdown-bestand uitgeschreven.

4.3.2. Documenten genereren

Als invoer wordt het pad naar opgevulde Markdown-bestand meegegeven. De uitvoer is het pad waarnaar het PDF- of DOCX-bestand moet worden opgeslaan. Vervolgens zet Pandoc het Markdown-bestand om naar een PDF-bestand gebouwd met de XeLaTeX engine of een Word-bestand op basis van meegekregen binaries. Pandoc Flask kan enkel één bestand aan de gebruiker teruggeven. Als oplossing comprimeert het prototype met *zipfile* de PDF- en Wordbestand tot één bestand.

4.4. Tekstvereenvoudiging met API

Om afwijkende resultaten op een GPT-prompt te vermijden, wordt de temperature op nul geplaatst en de *top_p* waarde wordt ingeschat op 80%. SpaCy wordt gebruikt om woordkenmerken zoals de PoS-tag op te halen, maar het systeem is vatbaar voor het niet kunnen vinden van afwisselende en meertalige woordenschat. Een mogelijke oplossing is om de taal te veranderen naar Engels of Frans, of een aangepast taalherkenningsmodel te gebruiken. Een andere optie is om de tekst voor te verwerken om de Nederlandse en Engelse woorden te scheiden voordat ze worden verwerkt met SpaCy. Adjectieven uit de tekst verwijderen is mogelijk zonder taalmodel. Aangezien alle woorden gekoppeld worden aan een PoS-tag, is het eenvoudig om de woorden gelinkt aan de span-tag van de adjectieven uit te filteren.

4.4.1. Annotaties van woordenschat

De eenduidige HTML-structuur van online woordenboeken maken het mogelijk om gratis en eenvoudig de definities van woorden op te halen. Zo is het mogelijk om annotaties op te halen zoals aangewezen in het onderzoek van Bulté e.a. (2018). Met behulp van Requests en BeautifulSoup is het mogelijk om lijsten met definities te scrapen van deze sites. De stam van het gemarkeerde woord wordt opgehaald en vervolgens meegegeven als zoekopdracht. De bron wordt samen met het resultaat aan de eindgebruiker getoond.

4.4.2. Samenvatting

Het prototype gebruikt een taalmodel van *HuggingFace* voor extraherende samenvattingen en zowel gratis taalmodellen van *HuggingFace* als het GPT-3 taalmodel voor abstraherende samenvattingen. Het model kan parameters, zoals maximale lengte van de gegenereerde tekst, ontvangen en biedt zowel gepersonaliseerde als niet-gepersonaliseerde vereenvoudiging. Het gebruik van *HuggingFace* vereist een internetverbinding en kan geen extra trainingsdata bevatten. De opstarttijd voor alle *HuggingFace*-taalmodellen wordt bij de start van de applicatie afgehandeld door middel van een extra parameter de request. Sleutels worden standaard bijgehouden in env-bestanden. Via de webtoepassing kan een gebruiker deze sleutel aanpassen. Binnen een lokale omgeving is dit in orde, al moeten ontwikkelaars rekening houden met beveiligingsmaatregelen wanneer een dergelijke tool wordt uitgerold. Het merendeel van de gebruikte taalmodellen is Engelstalig of is nadrukkelijk getraind op basis van Engelstalige datasets. De ingegeven tekst wordt eerst vertaald naar het Engels om zo de kans op een accurate vereenvoudiging te verhogen. Voor de vertaling wordt de Google Translate Python-package gebruikt. Deze is minder accuraat vergeleken met DeepL, maar biedt een gratis beschikbaar en aanvaardbaar alternatief aan. Factoren zoals topic diversity en semantische redundantie moeten overwogen worden bij het kiezen van een taalmodel voor extraherend samenvatten. Lange documenten samenvatten kan zoals aangeduid in literatuurstudie door extraherende samenvatting, gevolgd door abstraherende samenvatting om de tekst coherent te doen blijken. Eerder werd er gekozen om de voltekst per paragraaf bij te houden. Uit iedere paragraaf wordt een ideaal aantal zinnen gemarkeerd om nadien geparafraseerd te worden door GPT-3 of een *HuggingFace* taalmodel, afhankelijk van de keuze van de eindgebruiker.

4.5. Personaliseerbaarheid aanreiken

Voor de webtoepassing worden de standaardparameters gebruikt die uitgewezen zijn in Rello en Baeza-Yates (2013) en Rello e.a. (2013). Met JavaScript is het mogelijk om deze parameters dynamisch en on-the-spot aan te passen. Deze gekozen parameters worden opgeslaan als sessievariabelen, zodat de eindgebruiker niet per pagina deze parameters moet instellen. Om het uitvoerbestand personaliseerbaar te maken, worden opties in een formulier opgevraagd en vervolgens meegegeven in de Pandoc YAML-header.

4.5.1. Taalmodellen

SC en BART-SC transformeren de tekst op lexicaal en syntactisch niveau. Zij bekijken enkel de gekregen zin. Andere taalmodellen zijn eerder geneigd om extra tekst toe te voegen. Er kan niet achterhaald worden waarom dat deze extra tekst wordt meegegeven. BART-SC kan bijzaak behouden, terwijl SC sneller de neiging

heeft om enkel de kernzaak te behouden in de vereenvoudigde tekst. Bij de inference API's moet er expliciet worden aangegeven om welke transformatie dit gaat door kernwoorden zoals 'summarize:'.

4.6. Conclusie

Dit prototype wordt enkel binnen een lokale omgeving opgezet en is nog niet bruikbaar voor het grote publiek. Met PDF's of voltekst als invoer is het prototype in staat om teksten lexicaal en syntactisch te vereenvoudigen. Het prototype is functioneel voor zowel de doelgroep lectoren als leerlingen, twee doelgroepen die elk een andere functionaliteit prioriteren. Het prototype maakt gebruik van API's waaronder *HuggingFace* Inference APIs, Lexicala API en het GPT-3 API. Deze ontwerpkeuze bespaart geheugenruimte voor ontwikkelaars en vermindert de benodigde rekenkracht voor een prototype. Eenmaal ontwikkelaars de toepassing willen uitrollen naar het grote publiek, wordt er net zoals bij (...) aangeraden om de taalmodellen zelf te hosten. Aanvullend hierop kunnen ontwikkelaars deze modellen extra trainen op basis van de gewenste casus. Ontwikkelaars kunnen voor algemene samenvattings- en vereenvoudigingstaken gebruik maken van algemene taalmodellen die vrij beschikbaar op *HuggingFace* of dergelijke platforms terug te vinden zijn. GPT-3 blinkt uit in gepersonaliseerde vereenvoudigings- en samenvattingstaken. Engelstalige prompts die expliciet de uitvoertaal vermelden zijn nauwkeuriger dan Nederlandstalige prompts. Ontwikkelaars moeten rekening houden met het gebrek aan structuur bij het ophalen van tekstinhoud uit een PDF-bestand.

5

Discussie

Test

6

Conclusie

Software ontwikkelen voor scholieren met dyslexie in de derde graad van het middelbaar onderwijs.

De erkende software uitgeleend aan scholieren met dyslexie in de derde graad van het middelbaar onderwijs voldoet niet aan de noden. De software biedt ondersteunende functionaliteiten aan zoals het aanmaken van een woordenlijst, alsook het markeren van zinnen om deze later om te vormen naar een tekst. Syntactische vereenvoudiging of abstraherende samenvatting zijn niet tot de orde. Online toepassingen staan verder en reiken functionaliteiten aan die zowel hoogstaand als effectief te reproduceren zijn. Echter is er geen manusje-van-alles en er is nood aan een toepassing die alle functionaliteiten kan combineren. Echter kunnen deze softwarepakketten opgeschaald worden door middel van LLM's, zodat deze de functionaliteiten hebben om verbeterde tekstvereenvoudigingstechnieken aan te reiken aan scholieren met dyslexie in de derde graad van het middelbaar onderwijs.

Het prototype wijst uit dat het combineren van functionaliteiten een haalbare zaak is voor zowel klein- als grootschalige softwareondernemingen. Met gebruik van kant-en-klare taalmodellen, API's en gekende programmeertalen zijn ontwikkelaars ertoe in staat om een webtoepassing te ontwikkelen die ondersteuning kan bieden aan scholieren met dyslexie in de derde graad van het middelbaar onderwijs. Dit prototype is gebouwd op eerder onderzochte visuele kenmerken en de impact van een vereenvoudigde tekst op de leessnelheid en -begrip bij een scholier met dyslexie tijdens het intensief lezen van een tekst. Het prototype werd niet uitgetest bij het doelpubliek en vereist verder uittesten.

Onderzoek naar het verschil tussen het laten schrijven van prompts en vooraf gedefinieerde prompts is schaars, maar deze keuze kan een effect hebben op het gedrag of ervaring van de eindgebruiker. De doelgroep wordt expliciet aangeduid in de prompts en is daarmee parameteriseerbaar. Er is verder onderzoek nodig

naar de effecten op het meegeven van doelgroepen via prompts en of deze al dan niet rekening houden met de doelgroep.

Verschillen tussen de handmatige tekst, het origineel, uitvoer van beschikbare tools en het prototype.

Uit een vergelijkende studie blijkt dat er lichte verschillen zijn tussen de verschillende tools wat betreft de scores op het gebied van FRE, SMOG en Kincaid. Het prototype en het GPT-3-model dat wordt gebruikt voor gepersonaliseerde samenvattingen scoren beter op leesbaarheid. Een niet-gepersonaliseerde samenvatting scoort echter lager en heeft problemen in de doorlopende tekst, waarbij het taalmodel soms woorden plaatst die niet nuttig zijn in de context. Resoomer en Scispace verkorten effectief. Hierdoor wordt de bruikbaarheid van deze scores en het gebruik van de Python-bibliotheek in twijfel getrokken. Hoewel deze scores een goed alternatief zijn om de leesbaarheid te meten, houden ze geen rekening met verkeerd geïnterpreteerde resultaten, zoals letterlijk overgenomen bronvermeldingen of verkeerd gegenereerde woordenschat door het taalmodel. Deze fouten zijn minder vaak aanwezig bij het vereenvoudigen van teksten met GPT-3. Er is meer onderzoek nodig om de bruikbaarheid van deze scores te bepalen en om te begrijpen hoe de scores zich verhouden tot de kwaliteit van de vereenvoudigde tekst.

Het vergelijken met een referentietekst blijft nog steeds een handmatige vergelijking en biedt een inkijk in hoe lectoren teksten kunnen vereenvoudigen. De vergelijkende studie hield geen rekening met het hoofdstuk waarin een zin werd beoordeeld. Vragen naar het verschil na een tekstvereenvoudiging per hoofdstuk in een wetenschappelijk artikel kan daarmee niet beantwoord worden en moet opgevolgd worden in een verder onderzoek.

Het gebruik van HuggingFace-taalmodellen en LLM's voor een toepassing van tekstvereenvoudiging.

Bestaande taalmodellen maken de ontwikkeling van toepassingen op het gebied van semantische analyse, kernwoordenidentificatie en het extraheren van samenvattingen veel eenvoudiger. Een prototype heeft aangetoond dat vrij beschikbare taalmodellen, zoals BERT en gerelateerde BERT-varianten, een oplossing bieden voor deze taken. Voor meer complexe vereenvoudigingstechnieken, zoals lexicale en syntactische vereenvoudiging en abstraherende samenvatting, zijn complexere taalmodellen zoals GPT-3 geschikt. Ontwikkelaars moeten echter rekening houden met de schaal van de modellen bij het maken van deze keuze. Hoewel vrij beschikbare modellen op HuggingFace in staat zijn om abstraherende samenvattingen of lexicale vereenvoudiging mogelijk te maken, staan ze in de schaduw van GPT-3, dat voor ontwikkelaars vrij beschikbaar is.

Omgekeerd is GPT-3 echter een overkill voor taken zoals het identificeren van kernwoorden of het aanduiden van belangrijke zinnen, die kosteneffectief kunnen wor-

den aangepakt zonder het gebruik van GPT-3. GPT-3 moet niet voor iedere functionaliteit worden ingezet om zo kostenbesparend te werken. Het GPT-3 model maakt complexe en granulaire NLP-transformaties op lexicaal en syntactisch niveau mogelijk voor geautomatiseerde tekstvereenvoudiging. Echter houdt het model geen rekening met referenties buiten de getrainde data, wat tot problemen bij de credibiliteit van data kan leiden. Bing AI daarentegen doet dit wel en vormt een goede fundering voor ontwikkelaars om meer referentiemateriaal aan te bieden in ondersteunende software binnen het onderwijs. Verder onderzoek op de toepassing van deze AI via een mogelijke API is zeker nodig en kan baanbrekend zijn voor de onderwijssector.

Verdere finetuning en pre-training van taalmodellen.

HuggingFace-taalmodellen bieden een gratis alternatief voor ontwikkelaars bij het creëren van prototypes of volledig functionerende webtoepassingen. Hoewel deze modellen in staat zijn om tekst te vereenvoudigen zonder hinder van idiomen en ambiguïteit, zijn ze niet bestand tegen ontbrekende woorden en wordt er geen rekening gehouden met de doelgroep, wat bij geautomatiseerde tekstvereenvoudiging van wetenschappelijke artikelen een belemmering kan vormen. Het huidige prototype maakt geen gebruik van verdere finetuning op HuggingFace-taalmodellen. Het toegepaste GPT-3 model is enkel gefinetuned per API-parameters en bevat geen vooraf getrainde extra data van wetenschappelijke papers. Er is echter wetenschappelijke data beschikbaar die kan worden gebruikt om het GPT-3 taalmodel accurater te maken op interpretatie van complexiteit bij wetenschappelijke artikelen. Er is een licht effect waargenomen op de verschillen in lexicale complexiteit tussen de HuggingFace-taalmodellen die wel getraind zijn op wetenschappelijke papers in vergelijking met taalmodellen die getraind zijn op algemene data, maar meer onderzoek is nodig om deze verschillen beter te begrijpen binnen de context van wetenschappelijke papers. Het is belangrijk op te merken dat de taalmodellen van OpenAI voortdurend evolueren en dat er overwogen wordt om GPT-2 achterwege te laten in het licht van verdere edities van de GPT-modellen. Op dit moment worden GPT-4 en Bing AI uitgerold, maar deze zijn nog niet klaar voor gebruik in productie, dus verder onderzoek is nodig naar het gebruik van deze modellen in het onderwijs.

Deployment van het prototype en andere toepassingen voor tekstvereenvoudiging.

Dit onderzoek heeft zich beperkt tot de tekstinhoud van een vereenvoudigd artikel. Er is echter meer onderzoek nodig naar hoe de inzet van webtoepassingen en browserextensies voor tekstvereenvoudiging in het onderwijs kan worden verbeterd. Met alsmaar grotere taalmodellen, zoals het opkomende GPT-4 en LLaMa, is er ook meer onderzoek nodig naar de verschillen op taalvlak ten opzichte van de toename in parameters. Het GPT-3 model dat in dit onderzoek werd gebruikt,

maakte enkel gebruik van aangepaste parameters zoals de *temperature* en *top_p*. Hoewel de overstap naar andere taalmodellen kostelijk kan zijn voor ontwikkelaars, is het belangrijk om te onderzoeken of en hoe deze nieuwe modellen kunnen bijdragen aan betere resultaten.

Het is echter eerder uitgewezen dat de grootte van taalmodellen alsmaar minder relevant wordt. Een andere uitdaging die aan het licht kwam tijdens het onderzoek is de kwaliteit van de geëxtraheerde tekstinhoud uit een PDF- of Docx-bestand door de gebruikte Python-libraries. Hoewel LLM's rekening houden met mogelijke noise, kunnen woorden tot zinnen ontbreken bij het ophalen van tekst uit een PDF afhankelijk van het formaat waarin het is opgeslagen. Om deze uitdaging aan te pakken, is onderzoek nodig naar robuuste oplossingen om PDF-inhoud uit een tekst te extraheren, met minimale invloed van het gebruikte softwarepakket.



Onderzoeksvoorstel

Samenvatting

Ingewikkelde woordenschat en zinsbouw hinderen scholieren met dyslexie in het derde graad middelbaar onderwijs bij het lezen van wetenschappelijke artikelen. Gepersonaliseerde tekstvereenvoudiging helpt deze scholieren bij hun leesbegrip. Daarnaast kan artificiële intelligentie (AI) dit proces automatiseren om de werkdruk bij leraren en scholieren te verminderen. Dit onderzoek achterhaalt met welke technologische en logopedische aspecten AI-ontwikkelaars rekening moeten houden bij de ontwikkeling van een AI-toepassing voor adaptieve en geautomatiseerde tekstvereenvoudiging. Hiervoor is de volgende onderzoeksvraag opgesteld: "Hoe kan een wetenschappelijk artikel automatisch worden vereenvoudigd, gericht op de unieke noden van scholieren met dyslexie in het derde graad middelbaar onderwijs?". Een vergelijkende studie beantwoordt deze onderzoeksvraag en is uitgevoerd met bestaande toepassingen en een prototype voor adaptieve en geautomatiseerde tekstvereenvoudiging. Uit de vergelijkende studie blijkt dat toepassingen om wetenschappelijke artikelen te vereenvoudigen, gemaakt zijn voor een centrale doelgroep en geen rekening houden met de unieke noden van een scholier met dyslexie in het derde graad middelbaar onderwijs. Adaptieve software voor geautomatiseerde tekstvereenvoudiging is mogelijk, maar ontwikkelaars moeten meer inzetten op de unieke noden van deze scholieren.

A.1. Introductie

Het Vlaams middelbaar onderwijs staat op barsten. Leraren en scholieren worden overspoeld door werkdruk en stress. Bovendien is de derde graad van het middelbaar onderwijs een belangrijke mijlpaal voor de verdere loopbaan van scholieren, al hebben zij volgens Dapaah en Maenhout (2022) dan moeite om grip te krijgen

op de vakliteratuur bij STEM-vakken. Het STEM-agenda¹ van de Vlaamse Overheid moet het STEM-onderwijs tegen 2030 aantrekkelijker te maken, door de ondersteuning voor zowel leerkrachten als scholieren te verbeteren. Toch wordt het aanpakken van de steeds complexere wetenschappelijke taal, zoals beschreven in Barnett en Doubleday (2020), niet opgenomen in het STEM-agenda. Wetenschappelijke artikelen vereenvoudigen, op maat van de noden voor een scholier met dyslexie in het middelbaar onderwijs, is tijds- en energie-intensief voor leerkrachten en scholieren. Automatische en adaptieve tekstvereenvoudiging biedt hier een baanbrekende oplossing om de werkdruk in het middelbaar onderwijs te verminderen. Het doel van dit onderzoek is om te achterhalen met welke technologische en logopedische aspecten AI-ontwikkelaars rekening moeten houden bij de ontwikkeling van een adaptieve AI-toepassing voor geautomatiseerde tekstvereenvoudiging. De volgende onderzoeksvraag is opgesteld: "Hoe kan een wetenschappelijke artikel automatisch vereenvoudigd worden, gericht op de verschillende behoeften van scholieren met dyslexie in de derde graad middelbaar onderwijs?". Het doel wordt bereikt door een antwoord op de volgende deelvragen te formuleren. Eerst geeft de literatuurstudie een antwoord op de eerste vier deelvragen. Daarna vormt het veldonderzoek een antwoord op de vijfde deelvraag. Ten slotte beantwoordt de vergelijkende studie de zesde en laatste deelvraag. De resultaten van dit onderzoek zetten AI-ontwikkelaars aan om een toepassing te maken om scholieren met dyslexie te kunnen ondersteunen in de derde graad middelbaar onderwijs.

1. Welke aanpakken zijn er voor geautomatiseerde tekstvereenvoudiging? Aansluitende vraag: "Hoe worden teksten handmatig vereenvoudigd voor scholieren met dyslexie?"
2. Welke specifieke noden hebben scholieren van de derde graad middelbaar onderwijs bij het begrijpen van complexere teksten?
3. Wat zijn de specifieke kenmerken van wetenschappelijke artikelen?
4. Met welke valkuilen bij taalverwerking met AI moeten ontwikkelaars rekening houden?
5. Welke toepassingen, tools en modellen zijn er beschikbaar om Nederlandstalige geautomatiseerde tekstvereenvoudiging met AI mogelijk te maken?
6. Welke functies ontbreken AI-toepassingen om geautomatiseerde én adaptieve tekstvereenvoudiging mogelijk te maken voor scholieren met dyslexie in de derde graad middelbaar onderwijs? Aansluitende vraag: "Welke manuele methoden voor tekstvereenvoudiging komen niet in deze tools voor?"

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

A.2. State-of-the-art

A.2.1. Tekstvereenvoudiging

De voorbije tien jaar is artificiële intelligentie (AI) sterk verder ontwikkeld. Vasista (2022) benadrukt dat de toename in kennis voor nieuwe toepassingen zorgde. 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 volgens Gooding (2022) ontbreken deze toepassingen de extra noden die scholieren met dyslexie in de derde graad middelbaar onderwijs vereisen.

Shardlow (2014) haalt aan dat het algemene doel van tekstvereenvoudiging is om ingewikkelde bronnen toegankelijker te maken. Het zorgt voor verkorte teksten zonder de kernboodschap te verliezen. Siddharthan (2014) haalt verder aan dat tekstvereenvoudiging op één van drie manieren gebeurt. 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 volgens Siddharthan (2014) in staat om ingewikkelde woorden te vervangen door eenvoudiger synoniemen of zinnen te verkorten zodat ze sneller leesbaar zijn.

Tekstvereenvoudiging behoort tot de zijtak van *Natural Language Processing* (NLP) in AI. NLP omvat methodes om menselijke teksten om te zetten in tekst voor machines. Documenten vereenvoudigen met NLP kan volgens Chowdhary (2020) op twee manieren: extract of abstract. Bij extractieve vereenvoudiging 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 volgens (Sciforce, 2020) het meeste voor. Daarnaast is er abstracte vereenvoudiging waarbij de kernboodschap wordt bewaard. Met de kernboodschap wordt er een nieuwe zin opgebouwd. Volgens het onderzoek van Chowdhary (2020) heeft deze vorm potentieel, maar het zit nog in de kinderschoenen.

A.2.2. Noden van scholieren met dyslexie

Het experiment 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

²<https://resoomer.com/nl/>

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

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

zinsstructuren te gebruiken. Tien kinderen werden opgenomen in het experiment, variërend van 8 tot 12 jaar oud. 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-tool.

De visuele weergave van tekst beïnvloedt de leessnelheid bij scholieren met dyslexie. Zo haalt het onderzoek van Rello e.a. (2012) tips aan waarmee teksten en documenten rekening moeten houden bij scholieren met dyslexie in de derde graad middelbaar onderwijs. Het gaat over speciale lettertypes, spreiding tussen woorden en het gebruik van inzoomen op aparte zinnen. Het onderzoek haalt verder aan dat teksten voor deze unieke noden aanpassen tijdrovend is, dus tekstvereenvoudiging door AI kan een revolutionaire oplossing bieden. De Universiteit van Copenhagen 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 nu in beta-vorm en wordt enkel in het Engels en Deens ondersteund. Als alternatief is er Readable⁶. Dit is een Engelstalige AI-toepassing dat zinnen beoordeeld met leesbaarheidsformules.

Roldós (2020) haalt aan dat NLP in de laatste decennia volop in ontwikkeling is, maar ontwikkelaars botsen nog op uitdagingen. Het gaat om zowel interpretatie- als dataproblemen bij AI-modellen. Het onderzoek haalt twee punten aan. 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 een probleem voor tekstverwerking.

Het onderzoek van Sciforce (2020) haalt aan dat het merendeel van NLP-toepassingen Engelstalige invoer gebruikt. 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. Hetzelfde onderzoek bewijst dat het vertalen van gelijkaardige talen, zoals Duits en Nederlands, een minimaal verschil oplevert. Volgens Plavén-Sigray e.a. (2017) houden onderzoekers zich vaak in hun eigen taalbubbel, wat negatieve gevolgen heeft voor de leesbaarheid van een wetenschappelijk artikel. Bovendien vormt de stijgende trend van het gebruik aan acroniemen Barnett en Doubleday (2020) een extra hindernis. Donato e.a. (2022) haalt aan dat onbegrijpelijke literatuur, waaronder studiemateriaal geschreven door de docent en online wetenschappelijke artikelen, één van de redenen is waarom scholieren

⁵<https://beta.heroapp.ai/>

⁶<https://readable.com/>

met dyslexie in het middelbaar onderwijs van richting veranderen.

A.2.3. Huidige toepassingen

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 AI. Vergeleken met andere Europese landen, maakt België het minst gebruik van leerling-georiënteerde hulpmiddelen. Degenen die wel gebruikt worden, zijn vooral 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).

Verhoeven (2023) haalt aan dat AI-toepassingen zoals ChatGPT, Google Bard en Bing AI kunnen helpen om routinematig werk te verminderen in het onderwijs. Echter haalt Deckmyn (2021) aan dat GPT-3, het model van ChatGPT, sterker staat in het maken van Engelstalige teksten vergeleken met Nederlandstalige teksten. De databank waar het GPT-3 model mee is getraind, bestaat uit 92% Engelstalige woorden, terwijl er 0,35% Nederlandse woorden aanwezig zijn in dezelfde databank. Ontwikkelaars moeten de evolutie van deze modellen opvolgen, voordat er Nederlandstalige toepassingen mee worden gemaakt.

A.2.4. Ontwikkelen met AI

Python staat bovenaan de lijst van programmeertalen voor NLP-toepassingen. Volgens het onderzoek van Thangarajah (2019) is dit te wijten aan de eenvoudige syntax, kleine leercurve en grote beschikbaarheid van kant-en-klare bibliotheken. Wetenschappelijke berekeningen of statistische analyses kunnen worden uitgevoerd met één lijn code. Malik (2022) haalt de twee meest voorkomende aan, namelijk NLTK⁷ en Spacy⁸. Deep Martin⁹ bouwt verder op het onderzoek van Shardlow (2014) naar een pipeline voor lexicale vereenvoudiging. Deep Martin maakt gebruik van *custom transformers* om invoertekst te converteren naar een vereenvoudigde versie van de tekstinhoud.

Voor Germaanse talen zijn er enkele datasets en word embeddings beschikbaar die de complexiteit van woorden bijhouden. Zo zijn er in de Duitse taal Klexikon¹⁰ en TextComplexityDE¹¹. Een onderzoek van Suter e.a. (2016) bouwde een rule-based NLP-model met 'Leichte Sprache', wat een dataset is met eenvoudige Duitstalige zinsconstructies. Nederlandstalige datasets zijn in schaarse hoeveelheden beschikbaar, dus het vertalen uit een Germaanse taal is hier een optie.

Volgens Garbacea e.a. (2021) is het belangrijk dat AI-ontwikkelaars niet alleen aandacht besteden aan het aanpassen van woorden en zinnen, maar ook aan de ge-

⁷<https://www.nltk.org/>

⁸<https://spacy.io/>

⁹<https://github.com/chrislemke/deep-martin>

¹⁰<https://github.com/dennlinger/klexikon>

¹¹<https://github.com/babaknaderi/TextComplexityDE>

bruiker meegeven waarom iets is aangepast. De onderzoekers wijzen op twee ethische aspecten. Eerst moet de toepassing duidelijk aangeven waarom een woord of zin is aangepast. Het model moet de moeilijkheidsgraad van de woorden of zinnen bewijzen. Iavarone e.a. (2021) beschrijft een methode met regressiemodellen om de moeilijkheidsgraad te bepalen door een gemiddeld moeilijkheidspercentage per zin te berekenen. Daarnaast benadrukt Garbacea e.a. (2021) het belang van het markeren van de complexere delen van een tekst. Hiervoor haalt hetzelfde onderzoek methoden aan zoals *lexical* of *deep learning*.

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. De Flesch-Kincaid leesbaarheidstest is volgens

Readable (2021) een alternatieve manier om vereenvoudigde tekstinhoud te beoordelen, zonder de nood aan *pre-trained* modellen. Deze score kan eenvoudig worden berekend met de *Python-library textstat*¹².

A.3. Methodologie

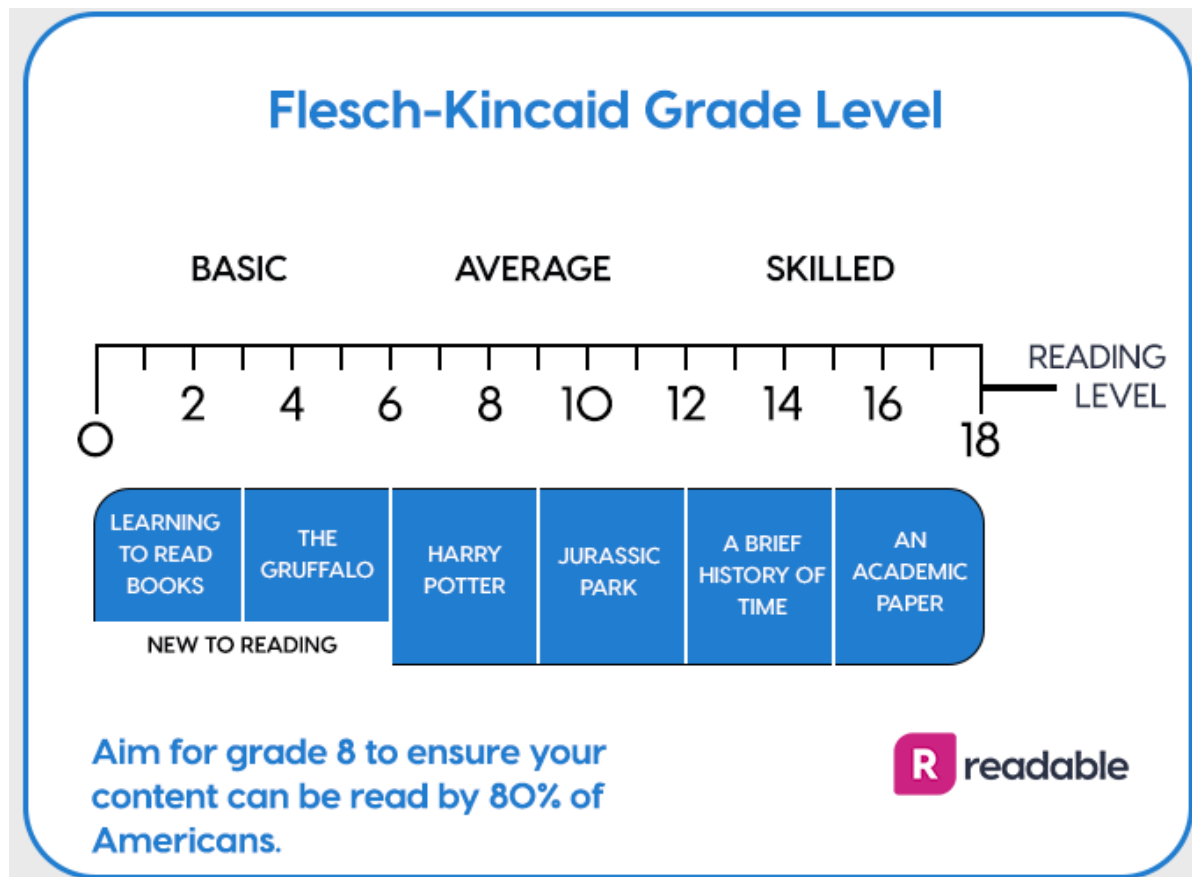
Een *mixed-methods* onderzoek toont aan hoe toepassingen automatisch een wetenschappelijke artikel kunnen vereenvoudigen, gericht op scholieren met dyslexie in de derde graad middelbaar onderwijs. Het onderzoek houdt vijf grote fases in. De eerste fase is het proces van geautomatiseerde tekstvereenvoudiging beschrijven. 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.

De tweede fase bestaat uit het analyseren van wetenschappelijke werken over de bewezen voordelen van tekstvereenvoudiging bij scholieren met dyslexie van de 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 over beschikbare AI toepassingen voor tekstvereenvoudiging. Aan de hand van een veldonderzoek op het internet en bij bedrijven wordt een longlist opgesteld van beschikbare toepassingen voor tekstvereenvoudiging in het middelbaar onderwijs. Met een requirementsanalyse wordt

¹²<https://pypi.org/project/textstat/>



Figuur (A.1)
(Readable, 2021)

er een shortlist opgesteld van software. Het toetsen van verschillende tools wordt ook betrokken in deze fase. De shortlist vormt de basis voor de ontwikkeling van een prototype voor geautomatiseerde en adaptieve tekstvereenvoudiging.

De vijfde en laatste fase van het onderzoek bestaat uit het testen en beoordelen van gekozen AI-toepassingen voor tekstvereenvoudiging. In dit experiment proberen scholieren met dyslexie in de derde graad middelbaar onderwijs de shortlisted AI toepassingen en het prototype uit. Het doel van het experiment is om de effectiviteit en gebruikersvriendelijkheid van deze toepassingen te beoordelen. Na een grondige analyse wordt er met de resultaten bepaalt of de toepassingen aan de unieke noden van een scholier met dyslexie in de derde graad middelbaar onderwijs voldoen om wetenschappelijke artikelen te vereenvoudigen voor scholieren in het middelbaar onderwijs.

A.4. Verwacht resultaat, conclusie

Er wordt verwacht dat de huidige softwareoplossingen voor tekstvereenvoudiging onvoldoende aansluiten bij de noden van scholieren met dyslexie in de derde graad middelbaar onderwijs. Het prototype is moeilijk af te stemmen op de specifieke noden van deze doelgroep. Ontwikkelaars die werken met bestaande modellen moeten *custom transformers* inzetten om bevredigende resultaten te krijgen. Bovendien ontbreken er Nederlandstalige word embeddings die de complexiteit van elk woord bijhouden en aan kant-en-klare modellen die de inhoud van wetenschappelijke artikelen kunnen vereenvoudigen. Word embeddings uit een Germaanse taal gebruiken, gevolgd door vertaling naar het Nederlands is wel een aanvaardbaar alternatief.

Bibliografie

- Ball, P. (2017). It's not just you: science papers are getting harder to read. *Nature*.
- 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. & Søgaard, A. (2018). Lexi: A tool for adaptive, personalized text simplification. *Proceedings of the 27th International Conference on Computational Linguistics*, 245–258.
- Bonte, M. (2020). *Bestaat Dyslexie?: En is het een relevante vraag?* uitgeverij SWP.
- Bulté, B., Sevens, L. & Vandeghinste, V. (2018). Automating lexical simplification in Dutch. *Computational Linguistics in the Netherlands Journal*, 8, 24–48. <https://clinjournal.org/clinj/article/view/78>
- Chowdhary, K. (2020). *Fundamentals of Artificial Intelligence*. Springer, New Delhi.
- Crevits, H. (2022, maart 13). *Kwart van bedrijven gebruikt artificiële intelligentie: Vlaanderen bij beste leerlingen van de klas* (Persbericht). Vlaamse Overheid Departement Economie, Wetenschap en Innovatie.
- Dapaah, J. & Maenhout, K. (2022, juli 8). *Iedereen heeft boter op zijn hoofd* (D. Standaard, Red.). https://www.standaard.be/cnt/dmf20220607_97763592
- Deckmyn, D. (2021, maart 19). *Robot schrijft mee De Standaard* (D. Standaard, Red.). https://www.standaard.be/cnt/dmf20210319_05008561
- Desoete, A. (2017). Dyslexie of dyscalculie, niet de schuld van het onderwijs! En een correcte diagnose schaaft niet. *SPRANKEL*, 28(2), 17–31.
- Donato, A., Muscolo, M., Arias Romero, M., Caprì, 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.
- Dronberger, G. B. & Kowitz, G. T. (1975). Abstract readability as a factor in information systems. *Journal of the American Society for Information Science*, 26(2), 108–111.
- DuBay, W. H. (2004). The principles of readability. *Online Submission*.
- 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 Linguistics 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>
- Ghesquière, P. (2018). *Als leren pijn doet: Kinderen met een leerstoornis opvoeden en begeleiden*. Acco.
- Gooding, S. (2022). On the Ethical Considerations of Text Simplification. *Ninth Workshop on Speech and Language Processing for Assistive Technologies (SLPAT-2022)*, 50–57. <https://doi.org/10.18653/v1/2022.slpac-1.7>
- Gooding, S. & Kochmar, E. (2019). Complex word identification as a sequence labelling task. *Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, 1148–1153.
- Hartley, J. (1999). From Structured Abstracts to Structured Articles: A Modest Proposal. *Journal of Technical Writing and Communication*, 29(3), 255–270. <https://doi.org/10.2190/3RWW-A579-HC8W-6866>
- Hayes, D. P. (1992). The growing inaccessibility of science. <https://www.nature.com/articles/356739a0>
- Hubbard, K. E. & Dunbar, S. D. (2017). Perceptions of scientific research literature and strategies for reading papers depend on academic career stage. *PLOS ONE*, 12(12), 1–16.
- Iavarone, B., Brunato, D. & Dell’Orletta, F. (2021). Sentence Complexity in Context. *Proceedings of the Workshop on Cognitive Modeling and Computational Linguistics*, 186–199. <https://doi.org/10.18653/v1/2021.cmcl-1.23>
- Jones, R., Colusso, L., Reinecke, K. & Hsieh, G. (2019). r/science: Challenges and Opportunities in Online Science Communication. *CHI ’19: Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–14. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300383>
- Lissens, F., Asmar, M., Willems, D., Van Damme, J., De Coster, S., Demeestere, E., Maes, R., Baccarne, B., Robaeyst, B., Duthoo, W. & Desoete, A. (2020). Het stopt nooit...De impact van dyslexie en/of dyscalculie op het welbevinden en studeren van (jong)volwassenen en op de transitie naar de arbeidsmarkt: een bundeling van Vlaamse pilootstudies.
- Malik, R. S. (2022, juli 4). *Top 5 NLP Libraries To Use in Your Projects* (T. Al, Red.). <https://towardsai.net/p/l/top-5-nlp-libraries-to-use-in-your-projects>
- 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 30 maart 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 1 april 2022, van <https://data-en-maatschappij.ai/nieuws/school-innovation-forum-2021>
- McNutt, M. (2014). Reproducibility. *Science*, 343(6168), 229–229. <https://doi.org/10.1126/science.1250475>
- Nenkova, A. & Passonneau, R. (2004). Evaluating Content Selection in Summarization: The Pyramid Method. *Proceedings of the Human Language Technology Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: HLT-NAACL 2004*, 145–152.
- 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. & Baeza-Yates, R. (2013). Good fonts for dyslexia. *Proceedings of the 15th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, ASSETS 2013*.
- Rello, L., Baeza-Yates, R., Dempere-Marco, L. & Saggion, H. (2013). Frequent Words Improve Readability and Short Words Improve Understandability for People with Dyslexia.
- 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*.
- Rivero-Contreras, M., Engelhardt, P. E. & Saldaña, D. (2021). An experimental eye-tracking study of text adaptation for readers with dyslexia: effects of visual support and word frequency. *Annals of Dyslexia*, 71, 170–187.
- Roldós, I. (2020, december 22). *Major Challenges of Natural Language Processing (NLP)*. MonkeyLearn. Verkregen 1 april 2022, van <https://monkeylearn.com/blog/natural-language-processing-challenges/>
- Sciforce. (2020, februari 4). *Biggest Open Problems in Natural Language Processing*. Verkregen 1 april 2022, van <https://medium.com/sciforce/biggest-open-problems-in-natural-language-processing-7eb101ccfc9>
- Shardlow, M. (2014). A Survey of Automated Text Simplification. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications(IJACSA), Special Issue on Natural Language Processing 2014*, 4(1). <https://doi.org/10.14569/SpecialIssue.2014.040109>
- Siddharthan, A. (2014). A survey of research on text simplification. *ITL - International Journal of Applied Linguistics*, 165, 259–298.
- Snow, C. (2010). Academic Language and the Challenge of Reading for Learning About Science. *Science (New York, N.Y.)*, 328, 450–2.

- Suter, J., Ebling, S. & Volk, M. (2016). Rule-based Automatic Text Simplification for German.
- Swayamdipta, S. (2019, januari 22). *Learning Challenges in Natural Language Processing*. Verkregen 1 april 2022, van <https://www.microsoft.com/en-us/research/video/learning-challenges-in-natural-language-processing/>
- Thangarajah, V. (2019). Python current trend applications-an overview.
- van der Meer, C. (2022). Dyslexie hebben is Niet Zo Raar: Lezen is iets heel onnatuurlijks. <https://www.demorgen.be/beter-leven/dyslexie-hebben-is-niet-zo-raar-lezen-is-iets-heel-onnatuurlijks~bc608101/>
- Vasista, K. (2022). Evolution of AI Design Models. *Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science*, 3(3), 1–4.
- Vellutino, F., Fletcher, J., Snowling, M. & Scanlon, D. (2004). Specific reading disability (dyslexia): What have we learned in the past four decades? *Journal of child psychology and psychiatry, and allied disciplines*, 45, 2–40.
- Verhoeven, W. (2023, februari 8). *Applaus voor de studenten die ChatGPT gebruiken* (Trends, Red.). https://trends.knack.be/economie/bedrijven/applaus-voor-de-studenten-die-chatgpt-gebruiken/article-opinion-1934277.html?cookie_check=1676034368
- Wentink, W., Verhoeven, L. & Druenen, M. (2008). Protocol leesproblemen en dyslexie voor groep 1 en 2. *Clinical Rheumatology - CLIN RHEUMATOL*.
- Zhang, M., Riecke, L. & Bonte, M. (2021). Neurophysiological tracking of speech-structure learning in typical and dyslexic readers. *Neuropsychologia*, 158, 107889.