

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

Optionele ondertitel.

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

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.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Inhoudsopgave

Lijst van figuren	vii
1 Inleiding	1
1.1 Probleemstelling	1
1.2 Onderzoeksvraag	2
1.3 Onderzoeksdoelstelling	2
1.4 Opzet van deze bachelorproef	3
2 Stand van zaken	5
2.1 Tekstvereenvoudiging	5
2.1.1 Natural Language Processing	5
2.2 De verschillende soorten tekstvereenvoudiging	6
2.2.1 Lexicale vereenvoudiging	6
2.2.2 Syntactische vereenvoudiging	7
2.2.3 Semantische vereenvoudiging	7
2.2.4 Samenvatten	7
2.3 Voordelen van tekstvereenvoudiging	7
2.4 Struikelblokken	7
2.4.1 Acroniemen	7
2.4.2 Homoniemen	7
2.4.3 Kerninhoud verliezen	7
2.4.4 Ethisch aspect	7
2.5 Tekstvereenvoudigingssoftware in het onderwijs	8
2.6 Beschikbare tekstvereenvoudigingssoftware	8
2.7 Tekstvereenvoudigingspipeline opbouwen	8
2.8 Metrieken om de transformatie van tekstvereenvoudiging te beoordelen	8
3 Methodologie	11
4 Conclusie	13
A Onderzoeksvoorstel	15
A.1 Introductie	16
A.2 State-of-the-art	16
A.3 Methodologie	20
A.4 Verwacht resultaat, conclusie	21

Bibliografie**22**

Lijst van figuren

A.1 Afbeelding van (Readable, 2021)	20
---	----

1

Inleiding

Het middelbaar onderwijs staat op springen. Dagelijks sneuvelen leerkrachten en leerlingen van het middelbaar onderwijs onder de te harde werkdruk. Daarnaast is taal vrijwel onmogelijk om aan te ontsnappen. Dagelijks komen mensen in aanraking met taal, van Nederlandse nieuwsartikelen tot de ondertiteling van Koreaanse Netflix-series, ongeacht de doelgroep. Het onderwijs richt zich de afgelopen tien jaar sterk op het gebruik van gevarieerde bronnen in lessen. De moeilijkheidsgraad van deze bronnen verandert echter niet, want de noodzaak aan verscheidenheid brengt ook de noodzaak aan uitdagingen met zich mee. STEM-leerkrachten in een derde graad middelbaar onderwijs moeten volgens het leerplan van zowel het katholiek¹ als het gemeenschapsonderwijs² hun theorielessen op een toegankelijke manier aanbieden, zodat iedereen betrokken is bij het verhaal.

Met een jaarlijks budget van 32 miljoen is België een pionier (Crevits, 2022) in het vakgebied kunstmatige intelligentie (AI) op de werkvloer. Zo zijn er verschillende projecten, om Vlaamse AI-ontwikkelingen in het onderwijs op te starten, uit de grond gestampt. Het amai!-project³ brengt AI-softwarebedrijven samen uit verschillende domeinen. Dit project leidt tot het ontstaan van AI-toepassingen die processen automatiseren om de werkdruk te verminderen, zoals binnen het onderwijs *real-time* ondertiteling en een taalassistent voor leerkrachten in meertalige klasgroepen.

1.1. Probleemstelling

Scholieren met dyslexie in het middelbaar onderwijs hebben meerdere horden waar ze over moeten gaan. Ze worden echter niet aan hun lot over gelaten, want zij kunnen rekenen op de steun van coaches en vrij beschikbare middelen om hun

¹<https://pro.katholiekonderwijs.vlaanderen/basisoptie-stem/ondersteunend-materiaal>

²<https://g-o.be/stem/>

³<https://amai.vlaanderen/>

achterstand zo kort mogelijk te houden. Het leerplan bij STEM-vakken moedigt het gebruik van wetenschappelijke artikelen aan, al wordt er minder rekening gehouden met de moeilijkheidsgraad die ze met zich meebrengen. Complexe woordenschat en zinsopbouw vormen een mistlaag van onduidelijkheid die zich uitstrekt over de artikelen en zo raken scholieren niet tot de kerninhoud.

Wetenschappelijke artikelen vereenvoudigen kost tijd en energie voor STEM-docenten van de derde graad middelbaar onderwijs. Het onderwijs staat onder druk en docenten kunnen amper de werkdruk aan. Er is nood aan software die de tekstinhoud van wetenschappelijke artikelen automatisch kan vereenvoudigen, met voorkeur op maat van scholieren met dyslexie. Een toepassing zoals deze verlicht routinematige arbeid van STEM-docenten en biedt scholieren met dyslexie in de derde graad middelbaar onderwijs een kans om de kern van een tekst mee te hebben.

1.2. Onderzoeksvraag

Dit onderzoek toont aan hoe de inhoud van wetenschappelijke artikelen met kunstmatige intelligentie automatisch vereenvoudigd kan worden, specifiek gericht op de noden van een scholier met dyslexie in het derde graad middelbaar onderwijs. Om een antwoord op deze onderzoeksvraag te vinden, moet het onderzoek eerst zeven fasen doorlopen. (temp)

- Wat is tekstvereenvoudiging? Allereerst moeten er een definitie worden gevormd wat tekstvereenvoudiging inhoudt en in welke soorten een tekst kan worden vereenvoudigd.
- Wat zijn de voordelen van wetenschappelijke artikelen te vereenvoudigen bij scholieren met dyslexie in de derde graad middelbaar onderwijs? Waarom speelt tekstvereenvoudiging een rol bij wetenschappelijke artikelen?
- Wat zijn de struikelblokken bij het vereenvoudigen van wetenschappelijke artikelen?
- Welke fasen heeft een pipeline voor tekstvereenvoudiging bij wetenschappelijke artikelen? Welke modellen zijn er white-box of black-box?
- Aan welke metriecken moet een vereenvoudigd wetenschappelijk artikel voldoen? In welke mate kan de eindgebruiker hiervan op de hoogte gesteld worden?

1.3. Onderzoeksdoelstelling

Het resultaat van dit onderzoek is een vergelijkende studie en een prototype voor een toepassing die de tekstinhoud van een wetenschappelijke paper zal omzetten. De vergelijkende studie zal vereenvoudigde of samengevatte teksten van drie verschillende soorten programma's vergelijken:

- Toepassingen die momenteel in het onderwijs worden ingezet en waarvan licenties aan te vragen zijn voor scholieren in het derde graad van het middelbaar.
- Toepassingen die online terug te vinden zijn.
- Een zelfgemaakte prototype dat de inhoud van een wetenschappelijke paper automatisch zal vereenvoudigen met kunstmatige intelligentie.

Als tweede onderdeel is er het prototype om wetenschappelijke artikelen automatisch te vereenvoudigen naargelang de noden van een scholier in de derde graad van het middelbaar onderwijs. Het prototype zal geen rekening houden met de transformatie van het bronbestand naar de tekstinhoud. Dergelijke AI-toepassingen of AI-modellen die tekst uit afbeeldingen of PDF-bestanden halen, bestaan al. De invoer van dit prototype is een wetenschappelijk artikel van 300 tot 500 woorden lang. De uitvoer van dit prototype is een vereenvoudigde versie van ditzelfde wetenschappelijk artikel. Metrieken, indien mogelijk per zin, worden weergegeven. Verdere concretisering volgt...

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.

TODO

- Wat is tekstvereenvoudiging? Allereerst moeten er een definitie worden gevormd wat tekstvereenvoudiging inhoudt en in welke soorten een tekst kan worden vereenvoudigd.
- Welke soorten van tekstvereenvoudiging zijn er?
- Wat zijn de voordelen van wetenschappelijke artikelen te vereenvoudigen bij scholieren met dyslexie in de derde graad middelbaar onderwijs? Waarom speelt tekstvereenvoudiging een rol bij wetenschappelijke artikelen?
- Wat zijn de struikelblokken bij het vereenvoudigen van wetenschappelijke artikelen?
- Welke fasen heeft een pipeline voor tekstvereenvoudiging bij wetenschappelijke artikelen? Welke modellen zijn er white-box of black-box?

- Aan welke metrieken moet een vereenvoudigd wetenschappelijk artikel voldoen? In welke mate kan de eindgebruiker hiervan op de hoogte gesteld worden?

In Hoofdstuk 4, 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

2.1. Tekstvereenvoudiging

Inleiding

2.1.1. Natural Language Processing

Natuurlijke taalverwerking of NLP is een brede term die zich richt op het verwerken en analyseren van menselijke taal door computers en andere technologieën. Het omvat verschillende technieken, zoals tekstanalyse, taalherkenning en -generatie, spraakherkenning en -synthese, en semantische analyse. Computers zijn ertoe in staat om op een menselijke manier te communiceren en begrijpen wat er wordt gezegd. Vooraleer het onderzoek zich verdiept in hoe teksten worden vereenvoudigd, moeten er eerst begrippen worden aangehaald die noodzakelijk zijn om de volgende fasen te kunnen uitleggen.

- Tokenisatie
- Lemmatizatie en omgekeerde lemmatizatie
- *Parsing*

Tokenisatie

Om de basisvorm of stam van woorden in een tekst te gaan opsplitsen, wordt tokenisatie ingezet. Gebruikelijk wordt deze stap door ontwikkelaars ingezet om een woordenschat voor een taalmodel op te bouwen. Bij tokenisatie wordt er geen rekening gehouden met de betekenis achter ieder woord.

Lemmatiseren en parsen

<https://www.flex4medics.nl/5445-2/>

Lemmatiseren in NLP bouwt verder op *stemming*, maar de betekenis van ieder woord wordt in acht genomen. Voor het lemmatiseren bestaan er Nederlandstalige modellen, waaronder JohnSnow¹. Bij omgekeerd lemmatiseren wordt er een afgeleide achterhaald vanuit de stam. Bijvoorbeeld voor het werkwoord 'zijn' zou dit 'is', 'was' of 'ben' zijn. Voor zelfstandige naamwoorden, zoals 'hond', is dit dan enkelvoud of meervoud.

Bij een parsing-fase wordt er een label aan ieder woord of zinsdeel toegekend. Voorbeelden van labels zijn zelfstandig naamwoord, bijwoord, werkwoord, bijzin of stopwoord. Het herkennen van zinsdelen wordt *chunking* genoemd. Parsing heeft een dubbelzinnigheidsprobleem, want een 'plant' staat niet gelijk aan de vervoeging van werkwoord 'planten'.

Word Sense Ambiguation

Book: Word Sense Disambiguation: Algorithms and Applications

Tekstvereenvoudiging

Tekstvereenvoudiging is het proces waarin het technisch leesniveau en/of woordgebruik van een geschreven tekst wordt verminderd.

Belangrijk hierbij is dat de vereenvoudiging geen effect mag hebben op de kerninhoud.

Gebruiksdomeinen

2.2. De verschillende soorten tekstvereenvoudiging

Inleiding op de soorten tekstvereenvoudiging. Tekstvereenvoudiging is in drie vormen terug te vinden: lexicale, syntactische en semantische vereenvoudiging.

2.2.1. Lexicale vereenvoudiging

Bij lexicale vereenvoudiging worden complexe woorden vervangen door eenvoudigere synoniemen. Bijvoorbeeld, het woord "adhesief" kan worden vervangen door "klevend". De zinsstructuur verandert niet en zo is er garantie dat de kerninhoud en nuancering identiek blijft. Het doel van lexicale vereenvoudiging is om de complexiteit van de woordenschat te verlagen.

Een onderzoek van de KU Leuven (bron) ging met dit concept aan de slag. Het resultaat van hun onderzoek was een pipeline ontworpen om complexe woorden naar simpele synoniemen te vervangen. Eerst ging de tekstinhoud door een *pre-processing*-fase, samen met het uitvoeren van WSE. Daarna werd de moeilijkheidsgraad van ieder token overlopen. De moeilijkheidsgraad is gebaseerd op hoe vaak een woord voorkomt in SONAR500² een corpus met eenvoudige Nederlandstalige woorden. Synoniemen werden teruggevonden met Cornetto³, een lexicale data-

¹https://nlp.johnsnowlabs.com/2020/05/03/lemma_nl.html

²<https://taalmaterialen.ivdnt.org/download/tstc-sonar-corpus/>

³<https://github.com/emsrc/pycornetto>

bank met Nederlandstalige woorden. Hiervoor gebruikten de onderzoekers een *reverse lemmatization* fase.

2.2.2. Syntactische vereenvoudiging

Syntactische vereenvoudiging transformeert de grammatica en zinsstructuur van een tekst om de complexiteit van een zin te verlagen. Bijvoorbeeld, twee afzonderlijke zinnen kunnen worden samengevoegd tot één eenvoudigere zin. Syntactische vereenvoudiging richt zich op het verminderen van complexe of onduidelijke zinsconstructies, terwijl de inhoud en betekenis van de tekst behouden blijft. Kortom worden teksten toegankelijker, zonder de kerninhoud of relevante inhoud te verwerpen.

Antwoord op waar het wordt ingezet?

2.2.3. Semantische vereenvoudiging

2.2.4. Samenvatten

2.3. Voordelen van tekstvereenvoudiging

2.4. Struikelblokken

Volgende zaken aanhalen:

- Acroniemen
- Homoniemen
- Kerninhoud verliezen
- Ethisch aspect
- ...

2.4.1. Acroniemen

2.4.2. Homoniemen

2.4.3. Kerninhoud verliezen

2.4.4. Ethisch aspect

Gooding, [2022](#)

2.5. Tekstvereenvoudigingssoftware in het onderwijs

2.6. Beschikbare tekstvereenvoudigingssoftware

2.7. Tekstvereenvoudigingspipeline opbouwen

2.8. Metrieken om de transformatie van tekstvereenvoudiging te beoordelen

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Donec odio elit, dictum in, hendrerit sit amet, egestas sed, leo. Praesent feugiat sapien aliquet odio. Integer vitae justo. Aliquam vestibulum fringilla lorem. Sed neque lectus, consectetur at, consectetur sed, eleifend ac, lectus. Nulla facilisi. Pellentesque eget lectus. Proin eu metus. Sed porttitor. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse eu lectus. Ut mi mi, lacinia sit amet, placerat et, mollis vitae, dui. Sed ante tellus, tristique ut, iaculis eu, malesuada ac, dui. Mauris nibh leo, facilisis non, adipiscing quis, ultrices a, dui.

Morbi luctus, wisi viverra faucibus pretium, nibh est placerat odio, nec commodo wisi enim eget quam. Quisque libero justo, consectetur a, feugiat vitae, porttitor eu, libero. Suspendisse sed mauris vitae elit sollicitudin malesuada. Maecenas ultricies eros sit amet ante. Ut venenatis velit. Maecenas sed mi eget dui varius euismod. Phasellus aliquet volutpat odio. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Pellentesque sit amet pede ac sem eleifend consectetur. Nullam elementum, urna vel imperdiet sodales, elit ipsum pharetra ligula, ac pretium ante justo a nulla. Curabitur tristique arcu eu metus. Vestibulum lectus. Proin mauris. Proin eu nunc eu urna hendrerit faucibus. Aliquam auctor, pede consequat laoreet varius, eros tellus scelerisque quam, pellentesque hendrerit ipsum dolor sed augue. Nulla nec lacus.

Suspendisse vitae elit. Aliquam arcu neque, ornare in, ullamcorper quis, commodo eu, libero. Fusce sagittis erat at erat tristique mollis. Maecenas sapien libero, molestie et, lobortis in, sodales eget, dui. Morbi ultrices rutrum lorem. Nam elementum ullamcorper leo. Morbi dui. Aliquam sagittis. Nunc placerat. Pellentesque tristique sodales est. Maecenas imperdiet lacinia velit. Cras non urna. Morbi eros pede, suscipit ac, varius vel, egestas non, eros. Praesent malesuada, diam id pretium elementum, eros sem dictum tortor, vel consectetur odio sem sed wisi.

Sed feugiat. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Ut pellentesque augue sed urna. Vestibulum diam eros, fringilla et, consectetur eu, nonummy id, sapien. Nullam at lectus. In sagittis ultrices mauris. Curabitur malesuada erat sit amet massa. Fusce blandit. Aliquam erat volutpat. Aliquam euismod. Aenean vel lectus. Nunc imperdiet justo nec dolor.

Etiam euismod. Fusce facilisis lacinia dui. Suspendisse potenti. In mi erat, cursus id, nonummy sed, ullamcorper eget, sapien. Praesent pretium, magna in eleifend egestas, pede pede pretium lorem, quis consectetur tortor sapien facilisis magna. Mauris quis magna varius nulla scelerisque imperdiet. Aliquam non quam. Aliquam porttitor quam a lacus. Praesent vel arcu ut tortor cursus volutpat. In vitae pede quis diam bibendum placerat. Fusce elementum convallis neque. Sed dolor orci, scelerisque ac, dapibus nec, ultricies ut, mi. Duis nec dui quis leo sagittis commodo.

Aliquam lectus. Vivamus leo. Quisque ornare tellus ullamcorper nulla. Mauris porttitor pharetra tortor. Sed fringilla justo sed mauris. Mauris tellus. Sed non leo. Nullam elementum, magna in cursus sodales, augue est scelerisque sapien, venenatis congue nulla arcu et pede. Ut suscipit enim vel sapien. Donec congue. Maecenas urna mi, suscipit in, placerat ut, vestibulum ut, massa. Fusce ultrices nulla et nisl.

Etiam ac leo a risus tristique nonummy. Donec dignissim tincidunt nulla. Vestibulum rhoncus molestie odio. Sed lobortis, justo et pretium lobortis, mauris turpis condimentum augue, nec ultricies nibh arcu pretium enim. Nunc purus neque, placerat id, imperdiet sed, pellentesque nec, nisl. Vestibulum imperdiet neque non sem accumsan laoreet. In hac habitasse platea dictumst. Etiam condimentum facilisis libero. Suspendisse in elit quis nisl aliquam dapibus. Pellentesque auctor sapien. Sed egestas sapien nec lectus. Pellentesque vel dui vel neque bibendum viverra. Aliquam porttitor nisl nec pede. Proin mattis libero vel turpis. Donec rutrum mauris et libero. Proin euismod porta felis. Nam lobortis, metus quis elementum commodo, nunc lectus elementum mauris, eget vulputate ligula tellus eu neque. Vivamus eu dolor.

Nulla in ipsum. Praesent eros nulla, congue vitae, euismod ut, commodo a, wisi. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Aenean nonummy magna non leo. Sed felis erat, ullamcorper in, dictum non, ultricies ut, lectus. Proin vel arcu a odio lobortis euismod. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Proin ut est. Aliquam odio. Pellentesque massa turpis, cursus eu, euismod nec, tempor congue, nulla. Duis viverra gravida mauris. Cras tincidunt. Curabitur eros ligula, varius ut, pulvinar in, cursus faucibus, augue.

Nulla mattis luctus nulla. Duis commodo velit at leo. Aliquam vulputate magna et leo. Nam vestibulum ullamcorper leo. Vestibulum condimentum rutrum mauris. Donec id mauris. Morbi molestie justo et pede. Vivamus eget turpis sed nisl cursus tempor. Curabitur mollis sapien condimentum nunc. In wisi nisl, malesuada at,

dignissim sit amet, lobortis in, odio. Aenean consequat arcu a ante. Pellentesque porta elit sit amet orci. Etiam at turpis nec elit ultricies imperdiet. Nulla facilisi. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse viverra aliquam risus. Nullam pede justo, molestie nonummy, scelerisque eu, facilisis vel, arcu.

Curabitur tellus magna, porttitor a, commodo a, commodo in, tortor. Donec interdum. Praesent scelerisque. Maecenas posuere sodales odio. Vivamus metus lacus, varius quis, imperdiet quis, rhoncus a, turpis. Etiam ligula arcu, elementum a, venenatis quis, sollicitudin sed, metus. Donec nunc pede, tincidunt in, venenatis vitae, faucibus vel, nibh. Pellentesque wisi. Nullam malesuada. Morbi ut tellus ut pede tincidunt porta. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam congue neque id dolor.

Donec et nisl at wisi luctus bibendum. Nam interdum tellus ac libero. Sed sem justo, laoreet vitae, fringilla at, adipiscing ut, nibh. Maecenas non sem quis tortor eleifend fermentum. Etiam id tortor ac mauris porta vulputate. Integer porta neque vitae massa. Maecenas tempus libero a libero posuere dictum. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Aenean quis mauris sed elit commodo placerat. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Vivamus rhoncus tincidunt libero. Etiam elementum pretium justo. Vivamus est. Morbi a tellus eget pede tristique commodo. Nulla nisl. Vestibulum sed nisl eu sapien cursus rutrum.

Nulla non mauris vitae wisi posuere convallis. Sed eu nulla nec eros scelerisque pharetra. Nullam varius. Etiam dignissim elementum metus. Vestibulum faucibus, metus sit amet mattis rhoncus, sapien dui laoreet odio, nec ultricies nibh augue a enim. Fusce in ligula. Quisque at magna et nulla commodo consequat. Proin accumsan imperdiet sem. Nunc porta. Donec feugiat mi at justo. Phasellus facilisis ipsum quis ante. In ac elit eget ipsum pharetra faucibus. Maecenas viverra nulla in massa.

Nulla ac nisl. Nullam urna nulla, ullamcorper in, interdum sit amet, gravida ut, risus. Aenean ac enim. In luctus. Phasellus eu quam vitae turpis viverra pellentesque. Duis feugiat felis ut enim. Phasellus pharetra, sem id porttitor sodales, magna nunc aliquet nibh, nec blandit nisl mauris at pede. Suspendisse risus risus, lobortis eget, semper at, imperdiet sit amet, quam. Quisque scelerisque dapibus nibh. Nam enim. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nunc ut metus. Ut metus justo, auctor at, ultrices eu, sagittis ut, purus. Aliquam aliquam.

3

Methodologie

Etiam pede massa, dapibus vitae, rhoncus in, placerat posuere, odio. Vestibulum luctus commodo lacus. Morbi lacus dui, tempor sed, euismod eget, condimentum at, tortor. Phasellus aliquet odio ac lacus tempor faucibus. Praesent sed sem. Praesent iaculis. Cras rhoncus tellus sed justo ullamcorper sagittis. Donec quis orci. Sed ut tortor quis tellus euismod tincidunt. Suspendisse congue nisl eu elit. Aliquam tortor diam, tempus id, tristique eget, sodales vel, nulla. Praesent tellus mi, condimentum sed, viverra at, consectetur quis, lectus. In auctor vehicula orci. Sed pede sapien, euismod in, suscipit in, pharetra placerat, metus. Vivamus commodo dui non odio. Donec et felis.

Etiam suscipit aliquam arcu. Aliquam sit amet est ac purus bibendum congue. Sed in eros. Morbi non orci. Pellentesque mattis lacinia elit. Fusce molestie velit in ligula. Nullam et orci vitae nibh vulputate auctor. Aliquam eget purus. Nulla auctor wisi sed ipsum. Morbi porttitor tellus ac enim. Fusce ornare. Proin ipsum enim, tincidunt in, ornare venenatis, molestie a, augue. Donec vel pede in lacus sagittis porta. Sed hendrerit ipsum quis nisl. Suspendisse quis massa ac nibh pretium cursus. Sed sodales. Nam eu neque quis pede dignissim ornare. Maecenas eu purus ac urna tincidunt congue.

Donec et nisl id sapien blandit mattis. Aenean dictum odio sit amet risus. Morbi purus. Nulla a est sit amet purus venenatis iaculis. Vivamus viverra purus vel magna. Donec in justo sed odio malesuada dapibus. Nunc ultrices aliquam nunc. Vivamus facilisis pellentesque velit. Nulla nunc velit, vulputate dapibus, vulputate id, mattis ac, justo. Nam mattis elit dapibus purus. Quisque enim risus, congue non, elementum ut, mattis quis, sem. Quisque elit.

Maecenas non massa. Vestibulum pharetra nulla at lorem. Duis quis quam id lacus dapibus interdum. Nulla lorem. Donec ut ante quis dolor bibendum condimentum. Etiam egestas tortor vitae lacus. Praesent cursus. Mauris bibendum pede at elit. Morbi et felis a lectus interdum facilisis. Sed suscipit gravida turpis. Nulla at

lectus. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Praesent nonummy luctus nibh. Proin turpis nunc, congue eu, egestas ut, fringilla at, tellus. In hac habitasse platea dictumst.

Vivamus eu tellus sed tellus consequat suscipit. Nam orci orci, malesuada id, gravida nec, ultricies vitae, erat. Donec risus turpis, luctus sit amet, interdum quis, porta sed, ipsum. Suspendisse condimentum, tortor at egestas posuere, neque metus tempor orci, et tincidunt urna nunc a purus. Sed facilisis blandit tellus. Nunc risus sem, suscipit nec, eleifend quis, cursus quis, libero. Curabitur et dolor. Sed vitae sem. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Maecenas ante. Duis ullamcorper enim. Donec tristique enim eu leo. Nullam molestie elit eu dolor. Nullam bibendum, turpis vitae tristique gravida, quam sapien tempor lectus, quis pretium tellus purus ac quam. Nulla facilisi.

4

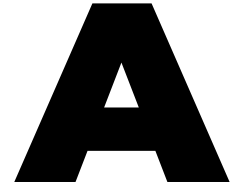
Conclusie

Curabitur nunc magna, posuere eget, venenatis eu, vehicula ac, velit. Aenean ornare, massa a accumsan pulvinar, quam lorem laoreet purus, eu sodales magna risus molestie lorem. Nunc erat velit, hendrerit quis, malesuada ut, aliquam vitae, wisi. Sed posuere. Suspendisse ipsum arcu, scelerisque nec, aliquam eu, molestie tincidunt, justo. Phasellus iaculis. Sed posuere lorem non ipsum. Pellentesque dapibus. Suspendisse quam libero, laoreet a, tincidunt eget, consequat at, est. Nullam ut lectus non enim consequat facilisis. Mauris leo. Quisque pede ligula, auctor vel, pellentesque vel, posuere id, turpis. Cras ipsum sem, cursus et, facilisis ut, tempus euismod, quam. Suspendisse tristique dolor eu orci. Mauris mattis. Aenean semper. Vivamus tortor magna, facilisis id, varius mattis, hendrerit in, justo. Integer purus.

Vivamus adipiscing. Curabitur imperdiet tempus turpis. Vivamus sapien dolor, congue venenatis, euismod eget, porta rhoncus, magna. Proin condimentum pretium enim. Fusce fringilla, libero et venenatis facilisis, eros enim cursus arcu, vitae facilisis odio augue vitae orci. Aliquam varius nibh ut odio. Sed condimentum condimentum nunc. Pellentesque eget massa. Pellentesque quis mauris. Donec ut ligula ac pede pulvinar lobortis. Pellentesque euismod. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent elit. Ut laoreet ornare est. Phasellus gravida vulputate nulla. Donec sit amet arcu ut sem tempor malesuada. Praesent hendrerit augue in urna. Proin enim ante, ornare vel, consequat ut, blandit in, justo. Donec felis elit, dignissim sed, sagittis ut, ullamcorper a, nulla. Aenean pharetra vulputate odio.

Quisque enim. Proin velit neque, tristique eu, eleifend eget, vestibulum nec, lacus. Vivamus odio. Duis odio urna, vehicula in, elementum aliquam, aliquet laoreet, tellus. Sed velit. Sed vel mi ac elit aliquet interdum. Etiam sapien neque, convallis et, aliquet vel, auctor non, arcu. Aliquam suscipit aliquam lectus. Proin tincidunt magna sed wisi. Integer blandit lacus ut lorem. Sed luctus justo sed enim.

Morbi malesuada hendrerit dui. Nunc mauris leo, dapibus sit amet, vestibulum et, commodo id, est. Pellentesque purus. Pellentesque tristique, nunc ac pulvinar adipiscing, justo eros consequat lectus, sit amet posuere lectus neque vel augue. Cras consectetur libero ac eros. Ut eget massa. Fusce sit amet enim eleifend sem dictum auctor. In eget risus luctus wisi convallis pulvinar. Vivamus sapien risus, tempor in, viverra in, aliquet pellentesque, eros. Aliquam euismod libero a sem. Nunc velit augue, scelerisque dignissim, lobortis et, aliquam in, risus. In eu eros. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Curabitur vulputate elit viverra augue. Mauris fringilla, tortor sit amet malesuada mollis, sapien mi dapibus odio, ac imperdiet ligula enim eget nisl. Quisque vitae pede a pede aliquet suscipit. Phasellus tellus pede, viverra vestibulum, gravida id, laoreet in, justo. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Integer commodo luctus lectus. Mauris justo. Duis varius eros. Sed quam. Cras lacus eros, rutrum eget, varius quis, convallis iaculis, velit. Mauris imperdiet, metus at tristique venenatis, purus neque pellentesque mauris, a ultrices elit lacus nec tortor. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent malesuada. Nam lacus lectus, auctor sit amet, malesuada vel, elementum eget, metus. Duis neque pede, facilisis eget, egestas elementum, nonummy id, neque.



Onderzoeksvoorstel

Samenvatting

Tekstvereenvoudiging helpt scholieren met dyslexie in het derde graad middelbaar onderwijs bij hun lees- en verwerkingssnelheid. Artificiële intelligentie kan dit proces automatiseren. Ingewikkelde woordenschat en een lange zinsopbouw hinderen scholieren met dyslexie van een derde graad middelbaar onderwijs bij het lezen van wetenschappelijke papers. Vlaamse middelbare scholen ontbreken de toepassingen om specifiek scholieren met dyslexie van een derde graad middelbaar onderwijs te ondersteunen bij het lezen van wetenschappelijke papers, ondanks de steun en initiatief van de Vlaamse Overheid. Dit onderzoek wijst aan hoe de inhoud van wetenschappelijke artikelen automatisch met kunstmatige intelligentie kan worden vereenvoudigd, specifiek gericht op de noden van een scholier met dyslexie in het derde graad middelbaar onderwijs. Een technische analyse van relevante vakgebieden wordt uitgevoerd, gevolgd door een veldonderzoek bij Belgische informaticabedrijven en de ontwikkeling van een AI-gestuurde pipeline voor tekstvereenvoudiging. De huidige toepassingen voor tekstvereenvoudiging in het onderwijs zijn niet verzorgd voor scholieren met dyslexie in het derde graad middelbaar onderwijs. Ze zijn bedoeld om door een breed publiek in het lager en middelbaar onderwijs gebruikt te worden. Internationale AI-toepassingen omvatten een vertaalfase, maar afwijkingen van de kerninhoud moeten in acht worden genomen door software-ontwikkelaars. De ontwikkeling van een pipeline voor tekstvereenvoudiging met standaard modellen staat nog in de beginfase. Software-ontwikkelaars moeten aangepaste transformers ontwikkelen om te voldoen aan deze noden.

A.1. Introductie

Het middelbaar onderwijs staat op barsten. De aanhoudende werkdruk voor leerkrachten en scholieren loopt gelijk met de neergaande kwaliteit van het Vlaamse middelbare onderwijs. Het STEM-agenda¹ van de Vlaamse Overheid bestaat uit aandachtspunten om het STEM-onderwijs tegen 2030 aantrekkelijker te maken door de ondersteuning voor zowel leerkrachten als scholieren te verbeteren. De werkdruk bij leraren en scholieren in het middelbaar onderwijs ligt torenhoog. STEM heeft een prominente rol binnen het onderwijs gekregen. De derde graad van het middelbaar onderwijs is een cruciale stap voor de verdere loopbaan van scholieren. Het overbruggen van wetenschappelijke jargon is echter nergens in de aandachtspunten terug te vinden, maar tekstvereenvoudiging met kunstmatige intelligentie biedt hier een revolutionaire oplossing aan.

Dit onderzoek wijst uit hoe de inhoud van een wetenschappelijk artikel met kunstmatige intelligentie vereenvoudigd kan worden, gericht op de noden van scholieren met dyslexie in de derde graad middelbaar onderwijs. Eerst haalt het onderzoek aan wat tekstvereenvoudiging is en hoe een wetenschappelijk artikel vereenvoudigd kan worden. Daarna wijst het onderzoek uit hoe tekstvereenvoudiging met AI scholieren met dyslexie van het derde graad middelbaar onderwijs kan helpen. Nadien staat het onderzoek stil bij de struikelblokken op taalvlak waarmee een toepassing rekening mee moet houden. Als volgt haalt het onderzoek aan welke bestaande toepassingen en *proof-of-concepts* teksten vereenvoudigen. Deze fase omvat ook een zelfgemaakte pipeline voor tekstvereenvoudiging. Ten slotte haalt het onderzoek de verschillende evaluatietechnieken aan die nodig zijn om een vereenvoudigde tekst te beoordelen, alsook welke ethische aspecten ontwikkelaars in acht moeten houden bij het opzetten van een dergelijke toepassing. Het onderzoek eindigt met een vergelijkende studie van de aangehaalde toepassingen, waarbij de vereenvoudigde tekstinhoud aan de hand van *surveys* en statistische metrieke wordt beoordeeld.

A.2. State-of-the-art

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

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

²<https://resoomer.com/nl/>

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

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

breken de extra noden die scholieren met dyslexie in het derde graad middelbaar onderwijs vereisen.

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

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

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

Het onderzoek van Franse wetenschappers

Gala en Ziegler (2016) illustreert dat manuele tekstvereenvoudiging schoolteksten toegankelijker

maakt voor kinderen met dyslexie. Dit deden ze door simpelere synoniemen en zinsstructuren te gebruiken. Verwijswoorden werden vermeden en woorden kort gehouden. De resultaten waren veelbelovend. Het leestempo lag hoger en de kinderen maakten minder leesfouten. Ook bleek er geen verlies van begrip in de tekst bij geteste kinderen. Resultaten van de studie werden gebundeld voor de mogelijke ontwikkeling van een AI-hulpmiddel.

De Universiteit van Kopenhagen is met bovenstaande idee aan de slag gegaan. On-

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

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

NLP is de laatste decennia volop in ontwikkeling, maar ontwikkelaars botsen nog op uitdagingen. Het gaat om zowel interpretatie- als dataproblemen bij AI-machines. Allereerst is het voor een machine moeilijk om de context van homoniemen te achterhalen. Bijvoorbeeld bij het woord 'bank' is het niet duidelijk voor de machine of het gaat over de geldinstelling of het meubel. Daarnaast zijn synoniemen geen probleem voor tekstverwerking (Roldós, 2020).

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

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

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

⁵<https://beta.heroapp.ai/>

⁶<https://www.sprintplus.be/>

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

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

⁹<https://chat.openai.com/chat>

¹⁰<https://readable.com/>

dus er kunnen geen PDF-documenten of scans worden geüpload en eenzelfde werking verwachten.

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

Python staat bovenaan de lijst van programmeertalen voor NLP-toepassingen. Volgens ... is dit te wijten aan de kleine leercurve en grote beschikbaarheid van kant-en-klare bibliotheken. Moeilijke wiskundige berekeningen of statistische analyses kunnen worden uitgevoerd door middel van één lijn code. Voor NLP-bewerkingen zijn er talloze bibliotheken beschikbaar. De twee meest voorkomende zijn NLTK¹¹ en Spacy¹².

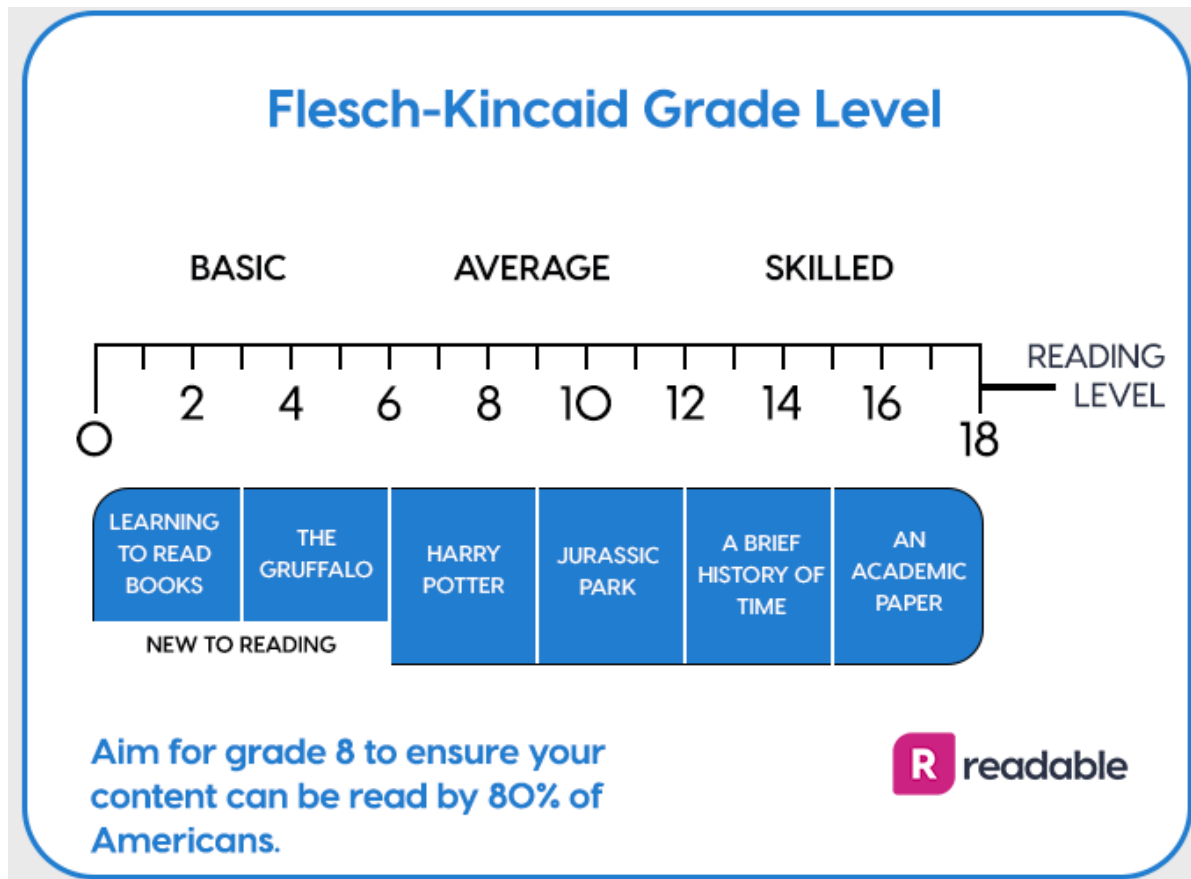
Volgens ... bestaat een pipeline voor het vereenvoudigen van teksten uit zes fases. Er bestaan *proof-of-concepts* waarin de opbouw van een pipeline voor tekstvereenvoudiging aan bod komt. Deep Martin¹³ maakt gebruik van *custom transformers* om invoertekst om te zetten naar een vereenvoudigde versie van de tekstinhoud. Garbacea e.a. (2021) benadrukken aan dat AI-ontwikkelaars te weinig aandacht besteden aan de eerste twee stappen van de pipeline. De ethische aspecten van AI-taaltoepassingen worden niet meegegeven aan de eindgebruiker. Na een vereenvoudiging moet de AI-toepassing twee aspecten kunnen aanduiden. Allereerst moet de toepassing meegeven waarom een zin of woord is aangepast. De moeilijkheidsgraad van de woord of de zin moet worden bewezen door het model. Als tweede pijler moeten de complexe delen van een zin gemarkeerd worden. Door middel van *lexical of deep learning* methoden slagen AI-ontwikkelaars erin om deze twee fasen in hun AI-toepassing te kunnen uitwerken.

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

¹¹<https://www.nltk.org/>

¹²<https://spacy.io/>

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



Figuur (A.1)

Afbeelding van (Readable, 2021)

stat¹⁴.

A.3. Methodologie

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

De tweede fase bestaat uit het analyseren van wetenschappelijke werken over de bewezen voordelen van tekstvereenvoudiging bij scholieren met dyslexie van het derde graad middelbaar onderwijs. Hiervoor zijn geringe thesen 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

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

nadelen en tekortkomingen van AI-software bij tekstvereenvoudiging aan het licht. Dit gebeurt aan de hand van een technische uitleg.

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

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

De zevende en laatste fase omvat een vergelijkende studie van de gevonden tekstvereenvoudigingstoepassingen, alsook de tekstvereenvoudigingspipeline. Wetenschappelijke papers, die in een derde graad middelbaar onderwijs worden gebruikt, dienen hier als invoertekst voor de evaluatie. De transformatie wordt met zowel objectieve als subjectieve metrieken beoordeeld. De subjectieve test gebeurt aan de hand van een *survey* en een *think-aloudtest*. De objectieve testen gebeuren op basis van de shortlist uit de derde fase en de shortlist van metrieken uit de zesde fase. Ten slotte volgt er een persoonlijk advies over de nodige ontwikkelingen in het vak op vlak van Nederlandstalige tekstvereenvoudiging.

A.4. Verwacht resultaat, conclusie

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

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

Bibliografie

- 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. & Søgaaard, A. (2018). Lexi: A tool for adaptive, personalized text simplification. *Proceedings of the 27th International Conference on Computational Linguistics*, 245–258.
- Chowdhary, K. (2020). *Fundamentals of Artificial Intelligence*. Springer, New Delhi.
- 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.
- 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.
- 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.
- Carbacea, 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>
- 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>
- 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>

- Plavén-Sigray, P., Matheson, G. J., Schiffler, B. C. & Thompson, W. H. (2017). Research: The readability of scientific texts is decreasing over time (S. King, Red.). *eLife*, 6, e27725.
- Readable. (2021). *Flesch Reading Ease and the Flesch Kincaid Grade Level*. <https://readable.com/readability/flesch-reading-ease-flesch-kincaid-grade-level/>
- Rello, L., Kanvinde, G. & Baeza-Yates, R. (2012). Layout Guidelines for Web Text and a Web Service to Improve Accessibility for Dyslexics. *Proceedings of the International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility*.
- Roldós, I. (2020, december 22). *Major Challenges of Natural Language Processing (NLP)*. MonkeyLearn. Verkregen 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>
- Siddharthan, A. (2014). A survey of research on text simplification. *ITL - International Journal of Applied Linguistics*, 165, 259–298.
- Swayamdipta, S. (2019, januari 22). *Learning Challenges in Natural Language Processing*. Verkregen 1 april 2022, van <https://www.microsoft.com/en-us/research/video/learning-challenges-in-natural-language-processing/>