

# Titel van de bachelorproef.

## Optionele ondertitel.

---

**Ernst Aarden.**

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

**Promotor:** Dhr. F. Van Houte

**Co-promotor:** Mevr. S. Beeckman

**Academiejaar:** 2023–2024

**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

<b>Lijst van figuren</b>	<b>vi</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1 Probleemstelling . . . . .	1
1.2 Onderzoeksvraag . . . . .	2
1.3 Onderzoeksdoelstelling . . . . .	2
1.4 Opzet van deze bachelorproef . . . . .	2
<b>2 Stand van zaken</b>	<b>3</b>
<b>3 Methodologie</b>	<b>7</b>
<b>4 Conclusie</b>	<b>9</b>
<b>A Onderzoeksvoorstel</b>	<b>11</b>
A.1 Introductie . . . . .	11
A.2 State-of-the-art . . . . .	12
A.3 Methodologie . . . . .	14
A.3.1 Data Verzameling . . . . .	14
A.3.2 Data Annotatie . . . . .	14
A.3.3 Data Splitting en Parsing . . . . .	14
A.3.4 Opstellen en Trainen van Model . . . . .	15
A.3.5 Model Finetuning . . . . .	15
A.3.6 Front-end Ontwikkeling . . . . .	15
A.4 Verloop . . . . .	15
A.4.1 Flowchart . . . . .	15
A.4.2 Gantt-chart . . . . .	16
A.5 Verwacht resultaat, conclusie . . . . .	16
A.6 Baanbrekende innovaties . . . . .	16

# Lijst van figuren

# 1

## Inleiding

De inleiding moet de lezer net genoeg informatie verschaffen om het onderwerp te begrijpen en in te zien waarom de onderzoeksvraag de moeite waard is om te onderzoeken. In de inleiding ga je literatuurverwijzingen beperken, zodat de tekst vlot leesbaar blijft. Je kan de inleiding verder onderverdelen in secties als dit de tekst verduidelijkt. Zaken die aan bod kunnen komen in de inleiding (**Pollefliet2011**):

- context, achtergrond
- afbakenen van het onderwerp
- verantwoording van het onderwerp, methodologie
- probleemstelling
- onderzoeksdoelstelling
- onderzoeksvraag
- ...

### 1.1. Probleemstelling

Uit je probleemstelling moet duidelijk zijn dat je onderzoek een meerwaarde heeft voor een concrete doelgroep. De doelgroep moet goed gedefinieerd en afgeijnd zijn. Doelgroepen als “bedrijven,” “KMO’s”, systeembeheerders, enz. zijn nog te vaag. Als je een lijstje kan maken van de personen/organisaties die een meerwaarde zullen vinden in deze bachelorproef (dit is eigenlijk je steekproefkader), dan is dat een indicatie dat de doelgroep goed gedefinieerd is. Dit kan een enkel bedrijf zijn of zelfs één persoon (je co-promotor/opdrachtgever).

## 1.2. Onderzoeksvraag

Wees zo concreet mogelijk bij het formuleren van je onderzoeksvraag. Een onderzoeksvraag is trouwens iets waar nog niemand op dit moment een antwoord heeft (voor zover je kan nagaan). Het opzoeken van bestaande informatie (bv. “welke tools bestaan er voor deze toepassing?”) is dus geen onderzoeksvraag. Je kan de onderzoeksvraag verder specificeren in deelvragen. Bv. als je onderzoek gaat over performantiemetingen, dan

## 1.3. Onderzoeksdoelstelling

Wat is het beoogde resultaat van je bachelorproef? Wat zijn de criteria voor succes? Beschrijf die zo concreet mogelijk. Gaat het bv. om een proof-of-concept, een prototype, een verslag met aanbevelingen, een vergelijkende studie, enz.

## 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.

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

Dit hoofdstuk bevat je literatuurstudie. De inhoud gaat verder op de inleiding, maar zal het onderwerp van de bachelorproef \*diepgaand\* uitspitten. De bedoeling is dat de lezer na lezing van dit hoofdstuk helemaal op de hoogte is van de huidige stand van zaken (state-of-the-art) in het onderzoeksdomein. Iemand die niet vertrouwd is met het onderwerp, weet nu voldoende om de rest van het verhaal te kunnen volgen, zonder dat die er nog andere informatie moet over opzoeken (**Pollefliet2011**).

Je verwijst bij elke bewering die je doet, vakterm die je introduceert, enz. naar je bronnen. In  $\text{\LaTeX}$  kan dat met het commando `\textcite{}` of `\autocite{}`. Als argument van het commando geef je de “sleutel” van een “record” in een bibliografische databank in het Bib $\text{\LaTeX}$ -formaat (een tekstbestand). Als je expliciet naar de auteur verwijst in de zin (narratieve referentie), gebruik je `\textcite{}`. Soms is de auteursnaam niet expliciet een onderdeel van de zin, dan gebruik je `\autocite{}` (referentie tussen haakjes). Dit gebruik je bv. bij een citaat, of om in het bijschrift van een overgenomen afbeelding, broncode, tabel, enz. te verwijzen naar de bron. In de volgende paragraaf een voorbeeld van elk.

**Knuth1998****<empty citation>** schreef een van de standaardwerken over sorteer- en zoekalgoritmen. Experts zijn het erover eens dat cloud computing een interessante opportuniteit vormen, zowel voor gebruikers als voor dienstverleners op vlak van informatietechnologie (**Creager2009**).

Let er ook op: het `cite`-commando voor de punt, dus binnen de zin. Je verwijst meteen naar een bron in de eerste zin die erop gebaseerd is, dus niet pas op het einde van een paragraaf.

Sed commodum 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

Het onderwerp van deze bachelorproef is gebaseerd op een onderzoeksvoorstel dat vooraf werd beoordeeld door de promotor. Dat voorstel is opgenomen in deze bijlage.

## **A.1. Introductie**

In de snel evoluerende basketbalomgeving bieden technologieën zoals video-analyse, artificial intelligence, deep learning en machine learning nieuwe inzichten op een dieper niveau van het spel. Dit onderzoek richt zich op het optimaliseren van de taken van tafellofficials en het leveren van waardevolle, geautomatiseerde analyses voor spelers en coaches.

Handmatige processen voor het registreren van scores, spelersbewegingen en statistieken zijn tijdrovend en foutgevoelig. De kernvraag is hoe geavanceerde technologieën deze processen kunnen verbeteren.

Het onderzoek streeft naar een realtime werkend model dat automatisch scores, spelers, de bal en andere relevante elementen herkent en volgt tijdens basketbalwedstrijden. Met behulp van camera's en geavanceerde algoritmes wordt getracht een tool te ontwikkelen die tafellofficials ondersteunt, en spelers & coaches voorziet van gedetailleerde statistieken. Het resultaat is een systeem dat deze gegevens visualiseert op een website of exporteert naar een overzichtelijke spreadsheet, waardoor de waarde van verzamelde informatie wordt gemaximaliseerd.

De titel "Data Dunk" omarmt de belofte van diepgaande inzichten via beeldanalyse en het gebruik van machine learning en deep learning in basketbal. Dit onderzoek mar-

keert niet alleen technologische vooruitgang, maar is ook een strategische stap naar een slimmer en efficiënter basketbalgebeuren voor alle betrokkenen.

In de loop van het onderzoek zullen er oplossingen geformuleerd worden op meer concrete en specifieke situaties, resultaten en doelen.

De volgende vragen zijn een goede start om dit onderzoek op te delen of verder uit te breiden:

- Welke specifieke uitdagingen en obstakels zijn er bij het identificeren van spelers in dynamische en snel veranderende situaties zoals een basketbalwedstrijd?
- In hoeverre is het mogelijk om onderscheid te maken tussen verschillende soorten scores, zoals vrije worpen, tweekunten en driekunten?
- Hoe kan de functionaliteit voor handmatige aanpassingen/bijstellingen van scores tijdens de live wedstrijd geïntegreerd worden om zo mogelijkheden voor verbetering te bieden?
- Welke bronnen en datasets zijn het meest geschikt voor het trainen van het model en het verbeteren van de nauwkeurigheid van de beeldanalyse?
- Hoe kan het model omgaan met variaties in verlichting, camerahoeken en andere omgevingsfactoren die typisch zijn aan live basketbalwedstrijden?

## A.2. State-of-the-art

Artificial Intelligence (AI), en meer bepaald Computer Vision (CV), is tegenwoordig een hot topic in de Computer Science Industry.

Computer Vision is een gebied in de computerwetenschap dat erop is gericht om met

computers objecten en personen op foto's en

video's te identificeren, aldus **R5<empty citation>**. Om meer in detail te gaan, zal er op videobeelden Object Tracking (OT), en op afbeeldingen Object Classification (OC) en Object Identification (OI) gehanteerd worden (**R8**). De opkomst van AI heeft de manier waarop we basketbal analyseren ingrijpend veranderd. Het biedt vele voordelen in de sportwereld, maar er moet natuurlijk ook rekening gehouden worden met beperkingen en valkuilen. Artificial General Intelligence (AGI) maakt in

2023 zijn opmars. In tegenstelling tot de huidige AI, die gericht is op het verbeteren van Human Intelligence (HI), vertoont AGI menselijke cognitieve vaardigheden en creativiteit. Hoewel AI zoals ChatGPT<sup>1</sup> en Dall-E 3<sup>2</sup> snel evolueert, overtreft het nog steeds de ontwikkelingen in de sportsector. In plaats van te focussen op futuristische AI-toepassingen, is het essentieel om eerst bestaande AI-voordelen helemaal te benutten.

Vragen over verantwoordelijkheid, beheer & ethiek zijn cruciaal voor de toekomst van AGI in sport. In dit stadium is het noodzakelijk om bestaande AI-voordelen grondig te begrijpen en te optimaliseren (**R6**).

LinkedIn-artikelen zoals *"The AI Revolution: Transforming the Future of Basketball"* bena-

drukken dat AI niet alleen spelers en coaches, maar ook scheidsrechters voorziet van nauwkeurigere statistieken, waardoor het spel objectiever wordt beoordeeld. In zijn artikel bespreekt **R2<empty citation>** de impact van AI op basketbal.

Een ander LinkedIn-artikel, *"Courting Success: AI-Driven Analysis for Game-Changing Basketball Insights"* (**R3**), richt zich op geautomatiseerde analyse, waarbij AI wordt gebruikt voor betere training en slimmere spelstrategieën. Hier wordt de kracht van AI gecombineerd met menselijke intelligentie.

Bedrijven zoals Greenfly<sup>3</sup>, HomeCourt<sup>4</sup> en

SportsVisio<sup>5</sup> bieden momenteel diverse praktische toepassingen aan van AI in basketbal(analyse).

Academisch onderzoek, zoals het Stanford-onderzoek over *"Player Tracking and Analysis of Basketball Plays"*, geschreven door **R1<empty citation>**, laat zien hoe AI wordt ingezet om spelers te volgen en hun bewegingen op het veld te analyseren, met technieken zoals Histogram of Oriented Gradients (HOG).

Het IEEE-artikel van **R7<empty citation>** over

*"Basketball Shooting Analysis"* legt specifiek de nadruk op het gebruik van Convolutional Neural Networks (CNN) en Recurrent Neural Networks (RNN) voor gedetailleerde schietanalyse en voorspellingen.

Het kan daarnaast breder bekeken worden dan alleen de toepassingen in basketbal. In de bredere sportindustrie zijn er soortgelijke situaties met dergelijke producten en oplossingen. Het perfecte voorbeeld is het bedrijf MyPitch<sup>6</sup>; zij gebruiken AI

---

<sup>1</sup><https://openai.com/blog/chatgpt>

<sup>2</sup><https://openai.com/dall-e-3>

<sup>3</sup>[https://www.greenfly.com/landing/ai-vision-demo-landing-page/?utm\\_medium=cpc&utm\\_source=adwords&utm\\_campaign=search\\_sports\\_vertical&gad\\_source=1](https://www.greenfly.com/landing/ai-vision-demo-landing-page/?utm_medium=cpc&utm_source=adwords&utm_campaign=search_sports_vertical&gad_source=1)

<sup>4</sup><https://www.homecourt.ai>

<sup>5</sup><https://sportsvisio.com>

<sup>6</sup><https://www.mypitch.app>

in voetbalwedstrijden om game highlights te genereren voor de spelende club via hun platform, houden statistieken van de spelers bij zoals het aantal (succesvolle) passes, goals, ... .

Dit alles samen biedt een kort overzicht van de huidige stand van zaken en toekomstige

mogelijkheden van AI in basketbalanalyse, waarbij menselijke expertise wordt versterkt door

geavanceerde (machine learning) technologieën.

### **A.3. Methodologie**

#### **A.3.1. Data Verzameling**

Om een effectief model op te stellen en te trainen, is de eerste stap het verzamelen van voldoende data. Dit wordt bereikt door gebruik te maken van bestaande beeldfragmenten uit basketbalwedstrijden.

Deze zullen afkomstig zijn van diverse bronnen zoals YouTube, officiële basketbalteamsites (zowel nationaal als internationaal), zelf-gemaakte beelden, ... op verschillende posities, met diverse kwaliteiten en belichting. De beelden omvatten video-opnames waarvan korte frames worden genomen, evenals foto's.

De deliverable in deze fase is een reeks beelden die zal worden gebruikt tijdens de annotatie.

#### **A.3.2. Data Annotatie**

De verzamelde data wordt vervolgens geannoteerd door labels en bounding boxes toe te voegen aan de beelden, die verschillende elementen in het beeld aanduiden. Een annotatietool wordt gebruikt om de beelden te annoteren en de labels & bounding boxes op te slaan in een apart corresponderend bestand.

Het resultaat van de fase is een verzameling geannoteerde beelden die dienen als training data voor het model.

#### **A.3.3. Data Splitting en Parsing**

Na annotatie is het cruciaal om de data op te splitsen in een training set, een test set en een validatie set, waarbij de beelden met hun bijbehorende labels en bounding boxes in dezelfde set worden geplaatst. Om de data te gebruiken voor het trainen van het model wordt deze eerst nog geparsed naar een formaat dat bruikbaar is voor het model.

De uitkomst van deze fase is een training set, een test set en een validatie set in de

correcte bruikbare formaten.

### **A.3.4. Opstellen en Trainen van Model**

Met alle beschikbare data kunnen er verschillende modellen opgesteld en getraind worden om zo het meest effectieve resultaat te bekomen. Het model zal geëvalueerd worden aan de hand van verschillende metrics zoals de accuracy, Intersection over Union (IoU), precision & recall, Average Precision (AP), Mean Average Precision (mAP) en de F1 score<sup>7</sup>. Ook de snelheid van de modellen zal in acht genomen worden aangezien dit cruciaal is voor realtime statistieken. Uit de combinatie hiervan zal dan blijken welke van de geteste modellen de beste resultaten levert.

Dit leidt uiteindelijk tot 1 getraind finaal model.

### **A.3.5. Model Finetuning**

Na de trainingsfase en evaluatieresultaten wordt de aandacht verlegd naar hyperparameter tuning. Dit is cruciaal om het geselecteerde

model nog een stapje hoger te brengen.

In deze fase is het model gefinetuned en klaar voor gebruik en implementatie.

### **A.3.6. Front-end Ontwikkeling**

Om makkelijk en gebruiksvriendelijk het model te kunnen benutten, zal er een front-end worden ontwikkeld. Deze front-end maakt het

mogelijk om het model effectief in gebruik te nemen en resultaten te visualiseren. Daardoor kunnen tafelofficials, spelers en coaches tijdens en na basketbalwedstrijden informatie en statistieken verkrijgen. Opties voor de gebruikersinterface (GUI) zijn een zelf gemaakte website of een online spreadsheet. Indien er tijdens het onderzoek nog andere opties aan het licht komen, zullen deze ook overwogen worden.

De uitkomst van deze fase is een front-end waarmee het model kan worden gebruikt en

resultaten visueel kunnen worden weergegeven.

## **A.4. Verloop**

### **A.4.1. Flowchart**

---

<sup>7</sup><https://labelyourdata.com/articles/object-detection-metrics>

#### A.4.2. Gantt-chart

#### A.5. Verwacht resultaat, conclusie

Als laatste stap om het succes van het uitgevoerde onderzoek te beoordelen, zal een front-end worden ontwikkeld waarmee het model kan worden toegepast en de resultaten kunnen worden gevisualiseerd. In deze visuele weergave is het mogelijk om zowel live als achteraf de

basketbalwedstrijd te analyseren.

Live-analyse omvat het volgen van spelers, scheidsrechters, de bal, enz., terwijl achteraf gegenereerde statistieken de individuele punten van de spelers, rebounds, speeltijd per speler,

aantal genomen vrije worpen en meer omvatten. Er zal ook gekeken worden in hoeverre het

mogelijk is om (als tafelofficial) manueel de scores aan te passen indien er te veel of te weinig punten aan de ploegen zijn toegekend door het systeem.

Voor de analyse achteraf wordt een functionaliteit toegevoegd waarmee coaches en spelers een opname van de wedstrijd kunnen uploaden. Deze opname wordt verwerkt door het model en de resulterende analyse wordt gepresenteerd in de front-end. Dit stelt coaches en spelers in staat om te begrijpen waar eventuele struikelpunten in de wedstrijd lagen en te reflecteren op gemaakte tactische beslissingen.

De gecollecteerde statistieken en inzichten uit de analyses kunnen bijgevolg dienen als waardevolle input voor het aanpassen van de doordeweekse trainingen en het verbeteren van prestaties in toekomstige wedstrijden.

#### A.6. Baanbrekende innovaties

Bij succesvolle afronding van dit project openen er nieuwe deuren voor innovaties. Dit zijn een aantal van de mogelijkheden:

- **Game Highlights Creatie:** het model kan worden uitgebreid om automatisch hoogte-

punten van de wedstrijd te creëren waardoor boeiende momenten snel toegankelijk zijn voor de clubs en hun fans

- **Livestream Opties:** de implementatie van functies voor live streaming naar populaire platforms zoals YouTube, Twitch, Facebook, enz., waardoor fans de wedstrijd realtime en van thuis uit kunnen volgen
- **Referee Handgebaren Analyse:** door handgebaren van scheidsrechters in 'close sight' te monitoren, kan het model lichaamstaal interpreteren om verschillende soorten fouten te herkennen en deze aan specifieke spelers te koppelen
- **Uitgebreide Spelersactie Analyse:** het model kan worden getraind om gedetailleerde acties van spelers bij te houden zoals lopen, stilstaan, dribbelen, verdedigen, enz., om meer diepgaande en persoonlijke statistieken te generen
- **Intelligent Area Prediction:** de toepassing van intelligente voorspellingen op de belangrijkste locaties op het speelveld vast te leggen via camera's waardoor specifieke zones en hotspots kunnen worden geïdentificeerd

Deze voorgestelde innovaties breiden de functionaliteiten van het huidige model uit en verbeteren de algehele basketbalervaring voor zowel fans als professionals.