**Afstudeerscriptie**

**STRESS HERKENNING OP BASIS VAN**

**BIOMETRISCHE DATA**

Rhea B.S. Hau

Technische Informatica

Rotterdam University of Applied Sciences

Wijnhaven 107

3011 WN Rotterdam

[0850154@hr.nl](mailto:0850154@hr.nl)

<https://stud.hr.nl/0850154/>

06 september 2018

**Versie: Eerste gelegenheid**

# **Informatiepagina**

## Verslag : Afstudeerscriptie

Opleiding : Technische Informatica

## Onderwerp : Stress herkenning op basis van biometrische data

Auteur : Rhea B.S. Hau

Telefoonnumer : +31 6 1881 0887

Versie : 1.0

Status : Concept versie

Start project : 3 September 2018

Eind project : 9 Januari 2018

Datum oplevering : 9 Januari 2018

Aantal pagina’s : ?? bladzijden

## **Contactgegevens**

Afstudeerster

Naam : mevrouw Hau, Rhea B.S.

Studentnummer : 0850154

E-mailadres : [0850154@hr.nl](mailto:0850154@hr.nl)

Mobielnummer : +31 6 1881 0887

Afstudeerbedrijf

Naam : ATOS Amstelveen

Adres : Burgemeester Rijnderslaan 30, 1185 MC Amstelveen

Telefoonnummer : +31 88 265 5555

Opdrachtgever

Stagebegeleider : heer Metselaar, Michel

E-mailadres : [michel.metselaar@atos.net](mailto:michel.metselaar@atos.net)

Mobielnummer : +31 6 23356429

School

Naam : Hogeschool Rotterdam

Schoolbegeleiders : heer Mazereeuw, Peter (afstudeercommissie)

+ E-mailadres [p.mazereeuw@hr.nl](mailto:p.mazereeuw@hr.nl)

mevrouw Maas, Gwen (studieloopbaancoach)

[g.a.maas@hr.nl](mailto:g.a.maas@hr.nl)

heer Van Kruining, Gerard (afstudeercoördinator)

[g.w.m.van.kruining@hr.nl](mailto:g.w.m.van.kruining@hr.nl)

Adres : Wijnhaven 107, 3011 WN Rotterdam

Peer-student

Naam : heer Verweerd. Juno

E-mailadres : [0894785@hr.nl](mailto:0894785@hr.nl)

Mobielnummer : +31 6 2146 0635

# **Voorwoord**

Mijn naam is Rhea Hau en studeert momenteel Technische Informatica aan de Hogeschool Rotterdam. In de afgelopen periode, tussen 1 september 2017 en 31 januari 2018, heb ik voor de minor Data Science (datawetenschap) gekozen. Daardoor kreeg ik een steeds grotere interesse voor big data, verschillende wiskundige opdrachten en het leren toepassen van machine learning, wat nu heel erg populair is in bedrijven. In de toekomst wil ik ook graag goed met machine learning om kunnen gaan, zodat ik als Data Scientist de opdrachten van mijn opdrachtgevers beter kunnen uitvoeren in de toekomst.

Dit verslag is mijn eindverslag en gaat over het proces van sensoren aansluiten tot stress detectie met machine learning algoritme. Voor mijn afstudeerstage loop ik tussen 3 september 2018 en 31 janauari 2019 op het hoofdkantoor bij ATOS te Amstelveen. ATOS is een IT-bedrijf die zich bezighoudt met allerlei systeemontwikkelingen. Ze zijn ook als consultant voor hun klanten om hun technische problemen op te lossen. ATOS heeft een brede connectie en biedt heel veel mogelijkheden voor mij als stagiaire werkervaringen op te bouwen. Het project waar ik voor werk, is momenteel alleen binnen ATOS zelf. In hoofdstuk ‘Opdrachtomschrijving’ zal ik meer vertellen over wat de onderzoeksopdracht inhoudt.

Voor de Hogeschool Rotterdam bestaan er vijf competenties (beheren, ontwerpen, adviseren, analyseren en realiseren) voor afstudeerder om op eindniveau te behalen. Deze vijf activiteiten zijn hier in de scriptie geschreven in hoofdstukken.

# **Dankwoord**

Bij dit project wil ik graag een aantal mensen bedanken die mij geholpen hebben met zowel het vinden van stageplek als helpen met het wegwijzen van mijn onderzoek. Mijn klasgenoten Feyyaz Catak en Imro Brammerloo hebben stagegelopen in het afgelopen schooljaar bij ATOS. Dankzij hen ben ik hier. Daardoor ik heel veel mensen vanuit Data Science en stagiaires ontmoeten en kennis mogen maken. Ze zijn behulpzaam en de sfeer is gezellig. Verder zijn mijn theoretische en technische docenten van de hogeschool ook zeer dankbaar die mij helpen kritisch nadenken over de opdracht zelf en het onderzoeken. Vervolgens ben ik ook dankbaar voor mijn vrienden en klasgenoten die mij ook helpen met het nakijken van mijn Nederlands opbouw in mijn verslagen. Tot slot hebben de stagiaires en een aantal medewerkers op dezelfde werkvloer mij veel plezier gegeven tijdens de werktijd, waardoor het werken een stuk fijner is geworden dan alleen heel serieus te zijn over het werk gedurende de gehele stageperiode.

# **Samenvatting**

Deze afstudeeropdracht houdt in dat ik een onderzoek ga doen over stress detecteren op basis van de biometrische data die vanuit de sensoren wordt opgevraagd. De data die opgevraagd wordt, betekent niet direct stress. Daarvoor is er veel onderzoek nodig. Bijvoorbeeld onderzoeken naar wat stress überhaupt is. Vervolgens wordt er gekeken naar welke biometrische data de bestaande wetenschappelijke onderzoeken hebben gebruikt om stress te detecteren. Daarna wordt er een selectie gemaakt welke sensoren die specifieke biometrische data kunnen leveren.

Deze opdracht past goed bij mijn voorkeur en mijn opleiding. Enerzijds is er een technisch onderdeel waar de docenten aan het einde van de stage mijn onderzoeksopdracht kunnen beoordelen. Anderzijds is het leren van machine learning van belang, omdat die nu steeds populair wordt in de bedrijvenwereld. Voor mijn toekomst wil ik meer weten over het toepassen van machine learning tot deep learning. Tijdens mijn opleiding heb ik het vak ‘kunstmatige intelligentie’ gehad en dat sluit goed aan met deze richting. Deze afstudeeropdracht bevat heel veel verschillende onderdelen naast het verdiepen in Data Science, bijvoorbeeld het denken aan het programmeren, de communicatie en de overdracht van de data naar een ander werkomgeving en het aansluiten van de sensoren aan de microcontroller. Het vergt heel veel werk voor een korte termijn van vier maanden. In ***figuur*** 3 is te zien welke taken horen bij elk van de vijf competenties. Hiermee kan ik laten zien wat ik heb gedaan om de eindkwalificatie te behalen.

De grootste uitdagingen voor dit project zijn data uit de sensoren halen en verwerken met verschillende algoritmes. Eerst worden de meeste geschikte classificatie algoritme van kunstmatige intelligentie getraind en getest om stress te kunnen detecteren. Vervolgens wordt dat weer aan de computer uitgelegd hoe het zelf de stress ook kan detecteren, dus de machine learning gedeelte. Als laatst is mijn Nederlands opbouw voor mijn geschreven teksten. Wekelijks wordt er een aantal mensen gevraagd om mijn verslag na te kijken voor de taalfouten en daarover feedback te geven.

## **Hoofdvraag**

## **Deelvragen**

## **Eindcompetenties**

|  |  |
| --- | --- |
| Adviseren |  |
| Analyseren |  |
| Beheren |  |
| Ontwerpen |  |
| Realiseren |  |

**Inhoudsopgave**

[**Informatiepagina** 0](#_Toc528081761)

[Verslag : Afstudeerscriptie 0](#_Toc528081762)

[Onderwerp : Stress herkenning op basis van biometrische data 0](#_Toc528081763)

[**Contactgegevens** 0](#_Toc528081764)

[**Voorwoord** 1](#_Toc528081765)

[**Dankwoord** 1](#_Toc528081766)

[**Samenvatting** 1](#_Toc528081767)

[**Hoofdvraag** 2](#_Toc528081768)

[**Deelvragen** 2](#_Toc528081769)

[**Eindcompetenties** 2](#_Toc528081770)

[**Wijzigingsbladen** 6](#_Toc528081771)

[**Figuren- en tabelltenlijst** 6](#_Toc528081772)

[**Lijst met afkortingen** 6](#_Toc528081773)

[**Begrippenlijst** 6](#_Toc528081774)

[**Inleiding** 6](#_Toc528081775)

[Stress 6](#_Toc528081776)

[Atos 6](#_Toc528081777)

[Technology Lab 6](#_Toc528081778)

[**Aanleiding** **opdracht** 6](#_Toc528081779)

[**Probleemstelling** 7](#_Toc528081780)

[**Stakeholders** 7](#_Toc528081781)

[**Beheren** 7](#_Toc528081782)

[**Versiebeheer** 7](#_Toc528081783)

[**Planning** 7](#_Toc528081784)

[Rapportstructuur 10](#_Toc528081785)

[**Analyseren** 10](#_Toc528081786)

[**Requirements** 10](#_Toc528081787)

[**Theoretische** **kader** 10](#_Toc528081788)

[**Onderzoek probleemstelling** 10](#_Toc528081789)

[**Opdrachtomschrijving** 12](#_Toc528081790)

[**Globale opdrachtomschrijving** 12](#_Toc528081791)

[**Scope** 12](#_Toc528081792)

[**Hoofdvraag en deelvragen** 12](#_Toc528081793)

[**Deliverables** 13](#_Toc528081794)

[**Onderzoeksmethodiek** 14](#_Toc528081795)

[**Methodologie** 14](#_Toc528081796)

[Theoretische functionaliteit analyse 15](#_Toc528081797)

[Benchmark 15](#_Toc528081798)

[Testen op datasets 15](#_Toc528081799)

[Onderzoek 16](#_Toc528081800)

[Stress 16](#_Toc528081801)

[Bestaande onderzoeken 16](#_Toc528081802)

[Biometrische data 16](#_Toc528081803)

[Hardware 16](#_Toc528081804)

[Sensoren 16](#_Toc528081805)

[Microcontroller 16](#_Toc528081806)

[Laptop 16](#_Toc528081807)

[Software 16](#_Toc528081808)

[Arduino IDE 16](#_Toc528081809)

[Platform.IO 16](#_Toc528081810)

[Python IDE 16](#_Toc528081811)

[R Studio 16](#_Toc528081812)

[Library 16](#_Toc528081813)

[BLE Bluetooth Low Energy 16](#_Toc528081814)

[Beperkingen 16](#_Toc528081815)

[Sensor Data 16](#_Toc528081816)

[Oplossingen 16](#_Toc528081817)

[**Ontwerpen** 16](#_Toc528081818)

[Architectuur 16](#_Toc528081819)

[Sensoren aansluiting 16](#_Toc528081820)

[Data versturen 16](#_Toc528081821)

[Algoritme over data 16](#_Toc528081822)

[Classificatie algoritmes 16](#_Toc528081823)

[Voordelen 16](#_Toc528081824)

[Selectie 16](#_Toc528081825)

[Werking 16](#_Toc528081826)

[Trainen 16](#_Toc528081827)

[Performance 16](#_Toc528081828)

[Kwaliteit 16](#_Toc528081829)

[Noise Gate 16](#_Toc528081830)

[Omgevingsfactoren 16](#_Toc528081831)

[Eisen 16](#_Toc528081832)

[Testen 17](#_Toc528081833)

[Databeheer 17](#_Toc528081834)

[Onderzoeksresultaten 17](#_Toc528081835)

[Resultaten uit bestaande onderzoeken 17](#_Toc528081836)

[Antwoorden op de deelvragen 17](#_Toc528081837)

[Antwoord op de hofodvraag 17](#_Toc528081838)

[Model 17](#_Toc528081839)

[Besluit 17](#_Toc528081840)

[**Conclusies** 17](#_Toc528081841)

[**Discussie** 17](#_Toc528081842)

[Innovatie 17](#_Toc528081843)

[Afwijking resultaat 17](#_Toc528081844)

[Externe invloeden op resultaat 17](#_Toc528081845)

[Aansluitende literatuur 17](#_Toc528081846)

[**Aanbevelingen** 17](#_Toc528081847)

[Inplementatie 17](#_Toc528081848)

[Beeldverwerking 17](#_Toc528081849)

[Expertise 17](#_Toc528081850)

[Data 17](#_Toc528081851)

[**Evaluatie** 17](#_Toc528081852)

[Eindcompetenties onderzicht 17](#_Toc528081853)

[**Literatuurlijst** 17](#_Toc528081854)

[**APPENDIX A | Visueel Ontwerpen** 17](#_Toc528081855)

[**APPENDIX B | Functioneel Ontwerpen** 17](#_Toc528081856)

[**APPENDIX C | User Case Ontwerpen** 17](#_Toc528081857)

[**APPENDIX D | UML Ontwerpen** 17](#_Toc528081858)

[**APPENDIX E | Testrapporten** 17](#_Toc528081859)

[**APPENDIX F | Risicoloog** 17](#_Toc528081860)

[**APPENDIX G | Strokeplanning** 19](#_Toc528081861)

[**APPENDIX H | Urenregistratie** 20](#_Toc528081862)

[**APPENDIX I | Software gebruik in Windows 10 platform instructie** 20](#_Toc528081863)

[**APPENDIX J | Github terminal in Windows 10 platform instructie** 20](#_Toc528081864)

[Github 20](#_Toc528081865)

[**APPENDIX K | Benchmarks testen** 21](#_Toc528081866)

[**APPENDIX L | Code sources** 21](#_Toc528081867)

[**APPENDIX M | ....** 21](#_Toc528081868)

# **Wijzigingsbladen**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Versie | Datum | Omschrijving |
| 1.0 | 03 september 2018 | Template |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

# **Figuren- en tabelltenlijst**

Tabel 1

# **Lijst met afkortingen**

Zxczxc

# **Begrippenlijst**

Zxczxc

# **Inleiding**

# Stress

# Atos

# Technology Lab

## **Aanleiding** **opdracht**

ATOS is een detacheringsbedrijf en is continu bezig met oplossingen bedenken van IT-gerelateerde (Information Technology) problemen van zijn klanten. Eén van de problemen die er altijd al een rol speelt, is de werkstress op de werkvloer. ATOS wil zich daarin verdiepen en meer ontdekken. Het bedrijf heeft momenteel een idee en een bestaande mobiele applicatie, genaamd CHO (Chief Health Officer). Deze CHO-applicatie moet feedback gaan geven aan de gebruiker met stress. De naam “CHO” staat ook voor een visuele assistent in de applicatie zelf. Hij zal met de gebruiker meedenken aan een oplossing om het stressniveau te verlagen. Daarnaast zal “CHO” een voorstel kunnen geven aan de gebruiker, zoals een wandeling maken buiten voor vijf minuten lang. Het idee achter de applicatie is duidelijk, maar deze applicatie is nog niet bruikbaar. Die mobiele applicatie kan momenteel geen informatie verwerken.

Mijn stagebegeleider heeft mij een opdracht gegeven om de biometrische data van stress te vinden. Deze data kan vervolgens gekoppeld worden aan hun applicatie. De biometrische data kan vanuit de sensoren komen of van wearable devices. Er moet een algoritme toegepast worden om stress te vinden vanuit de gemeten data. Op deze manier kan het resultaat dienen als input voor hun mobiele applicatie. De mobiele applicatie is persoonlijk verbonden met alleen gegevens van de gebruiker. Hierbij kunnen er persoonlijke feedback gegeven worden.

## **Probleemstelling**

ATOS heeft een mobiele applicatie CHO ontwikkeld zonder enige data. De mobiele applicatie kan daardoor nog niet getest worden op eigen medewerkers om hun stressniveau op werk te verlagen. ATOS wil het graag tijdelijk intern houden, omdat dit nog om een “proof of concept” gaat. Werkstress is niet goed voor de medewerkers en dus niet goed voor het bedrijf. De kwaliteit van de medewerkers gaat achteruit en er kan veel ziekteverzuim ontstaan. Werkstress maakt mensen dus niet blijer op de werkvloer en zij doen hun werk niet meer met plezier. Er moet een nieuwe aanpak komen om werkstress te verminderen. Mijn stagebegeleider heeft het als volgt verteld:

“Voor de employee experience dienstverlening moeten er algoritmen ontwikkeld worden die gedeelde fysiologische gegevens interpreteren.” – Michel Metselaar (stagebegeleider)

**Doel van de opdracht**

Het doel is een wearable device of een smartwatch te gebruiken om biometrische data te verzamelen en daarmee verder stress te laten herkennen door de computer. Er zijn momenteel nog geen smartwatches op de markt die specifiek stress en de accuraatheid van stress kunnen meten. Hierbij is er een onderzoek voor nodig. Het onderzoek moet gericht zijn op verschillende health sensoren die geschikt zijn om stress te kunnen meten. Het resultaat van de stress data kan bij bepaalde percentage goedgekeurd worden voor het volgende onderzoek. ATOS kan hierbij het systeem verder uitwerken en de sensoren zo bouwen dat die in een wearable device passen. Het prototype wordt gemaakt door mij, zodat het bedrijf ook daadwerkelijk iets mee kan werken in de toekomst.

## **Stakeholders**

Bij dit project zijn er een aantal stakeholders die invloed hebben op het resultaat. De opdrachtgever, ofwel de eigenaar van de CHO-applicatie van ATOS, die de opdracht bedenkt biedt de stagiaire hun bestaande werkomgevingen en informatie aan. Bijvoorbeeld gebruik maken van betaalde software of Cloud platforms en verdere informatie die belangrijk is om aan een goed beeld te krijgen wat de opdrachtgever wil. Mijn stagebegeleider is ook een belangrijk persoon die mij vanaf het begin van de stageperiode tot einde begeleidt. De school heeft naast het stagebedrijf ook belangen aan dit project. Hier wordt op de vijf competenties (beheren, analyseren, ontwerpen, realiseren, adviseren) beoordeeld over de student. De school bepaalt uiteindelijk het eindcijfer voor dit onderzoek en het prototype.

Het prototype die gemaakt wordt door mij, wordt aan het einde van de stage opgeleverd aan het stagebedrijf en de school. Proefpersonen zijn ook van belang voor dit project die willen deelnemen aan het onderzoek.

# **Beheren**

## **Versiebeheer**

Ik heb voor Github gekozen om alle documentaties en het programma dat ik zal gaan schrijven te bewaren. Hierbij kan ik ook het versiebeheer goed bijhouden.

## **Planning**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **WBS NUMBER** | **TASK TITLE** | **START DATE** | **DUE DATE** |
|
| 100% | 90% | 60% | 40% |
| 1 | Algemeen |  |  |
| 1.1 | Gesprek met docenten | 9/12/2018 | 1/30/2019 |
| 1.1.1 | Gesprek met stagebegeleider | 9/4/2018 | 1/29/2019 |
| 1.2 | Gesprek met andere afdelingen school | 9/10/2018 | 1/21/2019 |
| 1.3 | Mandaat schrijven + afronden | 9/3/2018 | 9/21/2018 |
| 1.4 | Scriptie schrijven + afronden | 9/3/2018 | 1/23/2019 |
| 1.5 | Presentaties aan Hogeschool Rotterdam | 11/7/2018 | 1/16/2019 |
| 1.6 | Presentaties aan ATOS | 10/17/2018 | 10/17/2018 |
| 1.7 | Stagebezoek | 10/17/2018 | 10/31/2018 |
| 1.8 | Gesprek met stagebegeleider en manager | 10/1/2018 | 1/28/2019 |
| 2 | Onderzoeksfase |  |  |
| 2.1 | Requirements opstellen. | 9/5/2018 | 9/7/2018 |
| 2.2 | Literatuuronderzoek naar stress herkenning op basis van biometrische data. | 9/10/2018 | 9/14/2018 |
| 2.3 | Selectie van benodigde sensoren of die geschikt zijn om op de microcontroller aan te sluiten. (Omdat niet alle sensoren geschikt zijn voor eenzelfde microcontroller.) | 9/17/2018 | 9/21/2018 |
| 2.4 | Selectie maken van de microcontroller of een smartwatch. (Omdat ik dan weet hoe mijn ontwerp moet uitzien en welke ontwikkelomgeving ik zal gebruiken. Ik weet dan ook welke programmeertaal ik moet gaan focussen.) | 9/17/2018 | 9/21/2018 |
| 2.5 | Onderzoek welke algoritmen er bestaan voor kunstmatige intelligentie. | 10/8/2018 | 10/12/2018 |
| 3 | Ontwerpfase |  |  |
| 3.1 | Ontwerp eventueel van de aansluiting aan de microcontroller. | 9/24/2018 | 9/28/2018 |
| 3.2 | Data verzamelen en daarvan voor elke sensor een grafiek maken. Want in de grafiek kan ik dan zien wanneer stress hoe het uit zou zien. | 9/24/2018 | 9/28/2018 |
| 3.3 | Oplossingsmethode ontwerpen hoe de patroon van stress te herkennen wordt door de computer. | 9/27/2018 | 10/12/2018 |
| 4 | Bouwfase |  |  |
| 4.1 | Sensoren aansluiten op de microcontroller en op een proefpersoon (ik) | 10/1/2018 | 10/5/2018 |
| 4.2 | Realiseren van prototype o.a. programmeren. | 10/15/2018 | 11/2/2018 |
| 5 | Testfase |  |  |
| 5.1 | Stress herkenning testen bij mijzelf. | 10/15/2018 | 10/26/2018 |
| 5.2 | Bij andere proefpersonen opnieuw data verzamelen en grafiek maken. Vervolgens patroon van stress laten herkennen door de computer. | 10/29/2018 | 11/2/2018 |
| 7 | Afronding |  |  |
| 7.1 | Prototype volledig bouwen | 12/3/2018 | 12/14/2018 |
| 7.2 | Examenzitting | 1/23/2019 | 1/30/2019 |

Tab. 1 Tabel over de taken over de gehele periode

# Rapportstructuur

# **Analyseren**

## **Requirements**

1. De CHO app is gepersonaliseerd. Dat wil zeggen dat alle kenmerken van een persoon wordt gebruikt voor de CHO app. Naast de algemene verschil tussen mensen, is de data ook anders. Bijvoorbeeld hartslag, huid vochtigheid, huid temperatuur, ademhaling etc. En daaruit kan CHO-app assistent een goed voorstel geven om de stress te verminderen.

Ik maak een requirement lijst over wat er de opdrachtgever wilt hebben van mij als opleverset.

## **Theoretische** **kader**

### **Onderzoek probleemstelling**

Voor dit onderzoek is er naar de probleemstelling gekeken. Het probleem is dat er nog niet bekend is welke data en welke sensoren nodig zijn voor het onderzoek. Er zijn veel wetenschappelijke onderzoeken geweest met verschillende sensoren om stress te detecteren. Voor het huidige onderzoek zijn slechts drie sensoren gebruikt voor de stressdetectie. De informatie van verschillende wetenschappelijke artikelen kunnen wel een goede bijdrage hebben aan dit onderzoek. Ook worden de minimumeisen aan data gebruikt om stress te detecteren. Daarmee kan dit huidige onderzoek een bijdrage hebben aan een nieuwe conclusie.

Daarbij gebruiken de onderzoekers ook diverse classificatie algoritmes om een vergelijking te maken welke geschikt is en welke het snelst de stress kan detecteren.

In figuur 1 is er een diagram getekend hoe het proces verloopt van het gehele project. Dit is een globaal overzicht en in de scriptie zal de concrete versie staan. Er wordt dus eerst een planning gemaakt voor het project. Vervolgens wordt er heel veel onderzoek gedaan aan het begin van de stageperiode. Wat is stress? Wat houdt stress in? Welke biometrische data speelt een grote rol tijdens de stress? Welke sensoren zijn er op de markt om aan die data te komen? Hoe worden de sensoren aangesloten? Hoe worden de sensoren zo gekalibreerd dat die accuraat kunnen meten, etc. Sensoren moeten tijdig ingekocht worden en data moet overgebracht worden naar een ander werkomgeving. Daarna wordt er onderzocht welke classificatie algoritme geschikt is om stress te detecteren. Hierbij wordt eerst getest met training set totdat de stress detecteren steeds accurater wordt. Vervolgens kan de computer met die kennis met een nieuwe dataset als test set gebruiken.



Fig. 1 Diagram van gehele proces voor huidige onderzoek stress detectie op basis van sensoren en data

## **Opdrachtomschrijving**

### **Globale opdrachtomschrijving**

Er zijn nog weinig bedrijven die aan de stress van de medewerkers werken. ATOS neemt initiatief en komt met een idee om het stressniveau van de medewerkers mogelijk te verlagen. ATOS heeft een CHO-applicatie gemaakt als “proof of concept” om te laten beoordelen of het een goed idee is om uit te breiden en op de markt te brengen. Dat doen ze eerst om eigen medewerkers te laten testen, of de applicatie op die manier stressniveau daadwerkelijk verlaagd kan worden. Hierbij is er hulp nodig om een input te geven voordat zij verder mee kunnen. Ik heb als opdracht om de data te verzamelen via sensoren. Daarmee is het schrijven van een programma van belang, want de computer moet zelf de stress zien te vinden in de toekomst. Na mijn prototype wordt er gekeken naar een verbetering. Er is veel meer te doen dan alleen stress herkennen vanuit de data die ik verzamel. Er moet meer onderzoek gedaan worden. Dat wil ATOS heel graag en ook dat ik dan als eerste hun een input kan geven. Hiermee kunnen ze zelf beoordelen hoe ze mee verder kunnen.

### **Scope**

Voor dit groot project is er een bespreking over de afbakening noodzakelijk. Mijn deel is slechts een klein stuk van het geheel voor vier volle maanden. Mijn opdracht is het zorgen voor data dat betrekking heeft tot stress, en dit te leveren als input voor hun mobiele applicatie.

Mijn verantwoordelijkheden:

1. Voor het onderzoek wordt er onderzocht naar betaalbare sensoren die aansluitbaar zijn met eenzelfde microcontroller, mocht de wearable device niet de goede oplossing zijn voor dit onderzoek.

2. Voor het onderzoek wordt er naar de minimale biometrische data die er nodig is om stress te kunnen herkennen. Hoe meer sensoren hoe accurater de metingen worden, maar dat kan ATOS in de toekomst zelf instemmen om uit te breiden.

3. Voor het onderzoek wordt er een prototype gebouwd in de vorm van een werkende stressherkenning en de bijbehorende data.

4. Voor dit onderzoek is het herkennen van stress 40% accuraatheid ook acceptabel.

Taken voor anderen:

1. Voor dit project wordt er geen applicatie gemaakt voor de gebruiker, want een exemplaar is er al uitgebracht door ATOS zelf.

2. Voor het onderzoek wordt niet alle interne medewerkers getest. Als prototype pak ik een klein aantal mensen die aan mijn onderzoek willen helpen om de accuraatheid te verbeteren en de conclusie daarvan.

3. Voor het onderzoek wordt er geen rekening gehouden met gebruikers die bepaalde ziekte hebben of welke leeftijdsgroep zij zich bevinden.

### **Hoofdvraag en deelvragen**

#### Hoofdvraag: Hoe ziet een algoritme eruit dat, op basis van voldoende biometrische data, stress bij de gebruiker kan detecteren?

Het doel van dit onderzoek is om de stress te kunnen detecteren op basis van de biometrische data die gemeten wordt vanuit de wearable device of van verschillende losse sensoren. Maar heeft een reguliere wearable device genoeg sensoren om stress te kunnen detecteren? Zo niet, welke sensoren kunnen we wel gebruik van maken om biometrische data op te meten? Zo ja, hoe wordt de data dan direct overgebracht naar een andere werkomgeving? Als de data opgevraagd en ontvangen zijn, op welke manier wordt de data dan zo gescheiden dat er een stress patroon te herkennen is door de computer? Allerlei vragen over eenzelfde doel om stress te kunnen detecteren. Hieronder volgen de deelvragen met de bijbehorende onderbouwingen.

#### Deelvraag 1: Welke biometrische data is er nodig om stress te herkennen?

Iemand met stress heeft bijzondere gevoelens bij. Het gevolg van beginnende stress kan snelle hartkloppingen veroorzaken of een zweterige huid aan de handpalm. Hierbij wordt er onderzocht met behulp van wetenschappelijke artikelen welke sensoren worden gebruikt om stress te kunnen detecteren. Hierbij wordt ook gekeken naar de minimale biometrische data die er nodig is, omdat het niet rendabel qua kosten en tijd om een onderzoek te doen welke uitgebreide sensoren ook stress mogelijk te detecteren. De focus voor dit project is puur stress detecteren en het te versturen naar het bestaande applicatie. Het stagebedrijf kan deze kennis en het idee uitbreiden voor hun verdere onderzoek.

Daarnaast is het onderscheiden tussen wel of niet sportende gebruikers van belang om te vergelijken hoe stress bij hen werken. Uiteindelijk moet er een selectie komen van welke sensoren er gebruikt kunnen worden voor dit onderzoek.

#### Deelvraag 2: Welke sensoren zijn er beschikbaar om stress te kunnen herkennen?

Hiermee moet er onderzocht worden welke sensoren die beschikbaar zijn om voor het onderzoek te kunnen gebruiken. Er wordt gekeken naar de beschikbaarheid van de data exporteren en er wordt gelet op de prijsklassen. Opdrachtgever wil liefst een smartwatch hebben, maar vanwege te krappe tijd om in te kopen, kan dit niet waarmaken. Er wordt wel een onderzoek gedaan of een smartwatch daadwerkelijk stress kunnen meten in theorie.

Het is niet aangeraden om smartwatches in combinatie te gaan met losse sensoren in verband met de data exporteren. Dat kan namelijk heel vervelend zijn, omdat dit gestructureerd werken is met verschillende data. Het zal geen baat hebben bij deze. Hierin wordt er een selectie gemaakt van losse sensoren voor dit onderzoek om toe te passen.

#### Deelvraag 3: Wat voor classificatie algoritme is geschikt om stress te vinden met zo min mogelijk ruis?

Hierin wordt onderzocht hoe stress gedetecteerd wordt vanuit de gemeten biometrische data. Bij sommige wetenschappelijke artikelen hebben de onderzoekers verschillende machine learning algoritmes toegepast, omdat het werken met data met machine learning bepaalde patronen kunnen vinden om stress te kunnen bepalen. Er zijn ook onderzoeken geweest die alles in het grafiek brengen en daarmee de stress detecteren. Deze deelvraag neem ik mee naar mijn onderzoek waar verschillende manieren bestaan om stress te kunnen detecteren.

#### Deelvraag 4: Welke privacy gerelateerde aspecten spelen een rol bij de gebruikte data?

De data die wordt gemeten vanuit een persoon kan heel gevoelig zijn voor een ander die mogelijk misbruik kunnen maken. Dus hierbij is het gedachte over de privacy niet weg te denken. Er wordt hier een onderzoek gedaan over wat de rol binnen dit project kan zijn. Hoe kijken gebruikers en de opdrachtgever tegenaan en welke aspecten moeten zeker besproken worden voor nodige oplossingen?

## **Deliverables**

De opleverset voor ATOS is mijn prototype in de vorm van werkende sensoren of een wearable device die de biometrische data kan opmeten en daarmee de stress kunnen detecteren. Daarnaast zijn mijn programmeercode en allerlei verschillende rapporten ook belangrijk voor de uitbreiding van CHO-applicatie.

De opleverset voor school zijn mijn onderzoeksvoorstel, mijn scriptie met behorende programmeercode en testrapporten. In de scriptie laat ik ook zien hoe ik in staat ben om de vijf competenties zelfstandig kunnen uitvoeren.

**Uitdagingen**

# **Onderzoeksmethodiek**

## **Methodologie**



Fig. 3 Vijf competenties op volgorde met bijbehorende taken die worden uitgevoerd voor huidige onderzoek. Dit is ook terug te vinden in de scriptie voor meer informatie

Voor de eerste deel van het onderzoek gebruik ik voor de sensoren en data onderzoeken een literatuuronderzoek methode. Daarmee kan er gekeken worden welke sensoren die ooit waren gebruikt voor onderzoek en welke resultaten uitkwamen. Literatuuronderzoek zoals wetenschappelijke artikelen uit de website van ScienceDirect of IEEE zijn meest betrouwbaarste bronnen op internet. Hierin worden veel geschreven waarom ze voor die sensoren zijn gegaan en welke methode zij gebruikt hebben om stress te kunnen herkennen.

Vervolgens worden er dus sensoren gekocht aan de hand van de wetenschappelijke artikelen. Daarmee kan er een ontwerp gemaakt worden voordat de sensoren aankomen. Zodra de sensoren er aanwezig zijn, wordt die aangesloten per sensor om te kijken of die werkt en of die goed werkt. Hierbij is kalibreren van belang. Daarvoor zijn er dus ook andere sensoren, bijvoorbeeld smartwatch / fitness band, aanwezig om mee te vergelijken of de data wel ongeveer overeenkomt met de metingen, zoals de hartslag metingen. De data wordt verwerkt in een aparte omgeving waar je ook een grafiek ziet in de vorm van een lijn plot. Hiermee kan er bekeken worden wanneer ik als proefpersoon niet stress op verschillende momenten achter elkaar.

Vervolgens wordt er gekeken welke methode gebruikt kan worden om stress op te wekken. Hiermee wordt er weer gekeken naar de data die zeer waarschijnlijk stress kan betekenen. Er is dan ook een extra persoon nodig om te noteren wanneer de proefpersoon in stress is. De data die omgezet wordt in een grafiek vorm is dan te zien bij welke parameters als stress gezien kan worden. De kans is groot als de lijngrafiek een piek heeft dat er daadwerkelijk stress heeft plaatsgevonden. Daarna wordt de data verzameld en verstuurd naar de cloud toe. In de cloud wordt er verder met de data verwerkt door middel van classificatie algoritme van machine learning.

Voor het tweede deel van het onderzoek wordt er ook literatuuronderzoek gebruikt. De data die binnenkomt vanuit de sensoren zijn niet gestructureerd. Er zal een oplossing moeten komen voor het in structuur aan te brengen, zodat het makkelijk wordt met de verwerkingen. Vervolgens wordt er gekeken naar de bestaande oplossingen die stress kunnen herkennen. Er zijn verschillende classificatie algoritmen in machine learning, zoals decision tree, k-nearest neighbors, artificial neural networks en naive bayes, die daarop toegepast kunnen worden. Daarbij worden de meest geschikte classificatie algoritmen die gebruikt zijn in wetenschappelijke onderzoeken om stress te herkennen toegepast aan dit huidige onderzoek. Daarmee wordt er een vergelijking gemaakt. De data wordt dan in de vorm van een tabel met percentage aangegeven gezet. Hiermee wordt er bekeken naar de nauwkeurigheid van de stress detectie. Ten eerste wordt er een training set gebruikt. Dit is gebruikelijk bij classificatie algoritmen, want de computer zal het zelf moeten calculeren in de toekomst. Hiermee kan er een deel van de dataset gebruikt worden om handmatig stress te detecteren. Er bestaat altijd wel ruizen in de dataset. Dat wil zeggen dat de data veel afwijkende waarden bevatten die eigenlijk niet veel doet, maar wel invloed kan hebben op conclusie. Wanneer er sprake is van minimaal 40% accuraatheid, dan kan een deel van de dataset voor als test set gebruikt worden. Dat wil zeggen dat ander deel van de dataset bewaard wordt voor de computer om die zelf de stress uit de data te detecteren.

## Theoretische functionaliteit analyse

## Benchmark

## Testen op datasets

**Methode van aanpak (implementatieonderzoek, experiment…)**

**Probleemstelling en rationele**

**Uitvoering van het onderzoek**

# Onderzoek

## Stress

## Bestaande onderzoeken

## Biometrische data

## Hardware

### Sensoren

### Microcontroller

### Laptop

## Software

### Arduino IDE

### Platform.IO

### Python IDE

### R Studio

## Library

### BLE Bluetooth Low Energy

## Beperkingen

## Sensor Data

## Oplossingen

# **Ontwerpen**

## Architectuur

## Sensoren aansluiting

## Data versturen

## Algoritme over data

# Classificatie algoritmes

## Voordelen

## Selectie

## Werking

## Trainen

## Performance

## Kwaliteit

## Noise Gate

### Omgevingsfactoren

## Eisen

## Testen

## Databeheer

# Onderzoeksresultaten

## Resultaten uit bestaande onderzoeken

## Antwoorden op de deelvragen

## Antwoord op de hofodvraag

## Model

## Besluit

# **Conclusies**

# **Discussie**

## Innovatie

## Afwijking resultaat

## Externe invloeden op resultaat

## Aansluitende literatuur

# **Aanbevelingen**

## Inplementatie

## Beeldverwerking

## Expertise

## Data

# **Evaluatie**

# Eindcompetenties onderzicht

# **Literatuurlijst**

# **APPENDIX A | Visueel Ontwerpen**

# **APPENDIX B | Functioneel Ontwerpen**

# **APPENDIX C | User Case Ontwerpen**

# **APPENDIX D | UML Ontwerpen**

# **APPENDIX E | Testrapporten**

# **APPENDIX F | Risicoloog**

|  |  |
| --- | --- |
| # | R1 |
| Risicobeschrijving | Stagebegeleider kan ziek worden. |
| Kans | 2 |
| Impact | 5 |
| Risico | 2 x 5 = 10 |
| Maatregel | Zo snel mogelijk en zoveel mogelijk de vragen stellen. Niet te laat ermee beginnen |
| Status omschrijving | Stagebegeleider heeft een agenda waar iedereen in kan zien wanneer hij afspraak heeft en niet aanwezig zal zijn op het hoofdkantoor. |
| Datum | Hele periode |

|  |  |
| --- | --- |
| # | R2 |
| Risicobeschrijving | Ik kan ziek worden. |
| Kans | 5 |
| Impact | 8 |
| Risico | 5 x 8 = 40 |
| Maatregel | Genoeg kleding, eten meenemen voor extra energie. Anders thuis doorwerken als ik echt niet lekker voel. |
| Status omschrijving | Er is contact tussen mijn stagebegeleider en ik via het mobiele nummer of eventueel e-mail als er iets is om door te geven. |
| Datum | Hele periode |

|  |  |
| --- | --- |
| # | R3 |
| Risicobeschrijving | Niet genoeg data kunnen verkrijgen vanuit de sensoren. |
| Kans | 7 |
| Impact | 8 |
| Risico | 7 x 8 = 56 |
| Maatregel | Ontwerp van het prototype aanpassen zodat het niet makkelijk los van de huid gemeten wordt. |
| Status omschrijving | Er zijn genoeg gereedschappen om de sensoren zo goed aan de huid te plaatsen voor de juiste meting. Het ontwerp komt nog en zal worden omschreven in de scriptie. |
| Datum | Hele periode |

|  |  |
| --- | --- |
| # | R4 |
| Risicobeschrijving | Niet de goede sensoren of sensoren gaan stuk. |
| Kans | 5 |
| Impact | 8 |
| Risico | 5 x 8 = 40 |
| Maatregel | Zo snel mogelijk de geschikte kopen en de oude terugsturen. |
| Status omschrijving | Zodra de sensoren binnen zijn, worden de sensoren op tijd getest. |
| Datum | Hele periode |

|  |  |
| --- | --- |
| # | R5 |
| Risicobeschrijving | Verkeerde keuze maken waardoor ik te lang aan eenzelfde onderzoek hang. |
| Kans | 7 |
| Impact | 9 |
| Risico | 7 x 9 = 63 |
| Maatregel | Bespreken met de stagebegeleider of docent voor feedback. |
| Status omschrijving | Momenteel zijn er 2-wekelijkse vergadering met mijn stagebegeleider en mijn manager om over de voortgang van het project te bespreken. |
| Datum | Hele periode |

|  |  |
| --- | --- |
| # | R6 |
| Risicobeschrijving | Niet accuraat kunnen meten met de sensoren. |
| Kans | 7 |
| Impact | 8 |
| Risico | 7 x 8 = 56 |
| Maatregel | Kalibreren met een bestaande sensor of een smartwatch / fitness band die bepaalde sensor ook heeft. |
| Status omschrijving | Momenteel is er een alternatieve smartwatch aanwezig om als indicatie te hebben voor het kalibrern. |
| Datum | Hele periode |

|  |  |
| --- | --- |
| # | R7 |
| Risicobeschrijving | Niet accuraat stress kunnen detecteren met behulp van kunstmatige intelligentie. |
| Kans | 7 |
| Impact | 8 |
| Risico | 7 x 8 = 56 |
| Maatregel | Hierbij heb ik begeleiding nodig van mijn stagebegeleider. |
| Status omschrijving | Er zijn meerdere Data Scientists aanwezig op de werkvloer voor vragen van mij. Zij zijn ook bereid om mij te helpen als ik hulp nodig heb. |
| Datum | Hele periode |

|  |  |
| --- | --- |
| # | R8 |
| Risicobeschrijving | Verkeerde algoritme kiezen waardoor tijd te kort ontstaat voor verdere onderzoek. |
| Kans | 5 |
| Impact | 8 |
| Risico | 5 x 8 = 40 |
| Maatregel | Na het testen van een gekozen algoritme en het niet meer nuttig lijkt te zijn, tijdig aangeven en bespreken met mijn stagebegeleider. |
| Status omschrijving | Er zal eerst een ontwerp gemaakt worden met bijbehorende onderbouwing. Die zal ook eerst worden nagekeken door mijn stagebegeleider. |
| Datum | Hele periode |

|  |  |
| --- | --- |
| # | R9 |
| Risicobeschrijving |  |
| Kans |  |
| Impact |  |
| Risico |  |
| Maatregel |  |
| Status omschrijving |  |
| Datum | Hele periode |

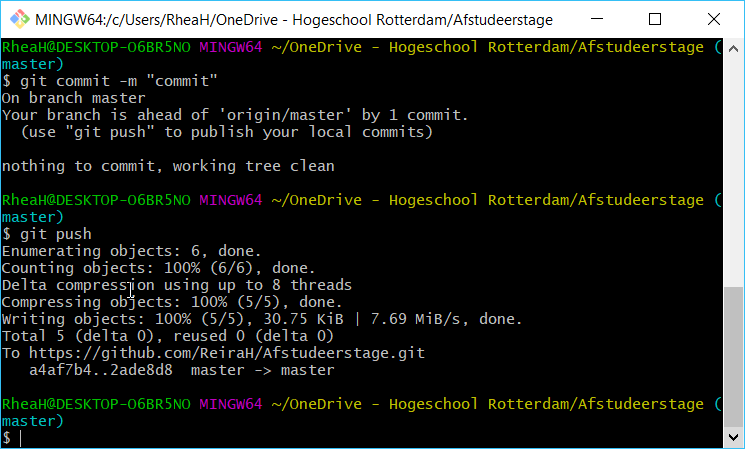
# **APPENDIX G | Strokeplanning**

# **APPENDIX H | Urenregistratie**

# **APPENDIX I | Software gebruik in Windows 10 platform instructie**

# **APPENDIX J | Github terminal in Windows 10 platform instructie**

## Github



RheaH@DESKTOP-O6BR5NO MINGW64 ~/OneDrive - Hogeschool Rotterdam/Afstudeerstage (master)

$ git status

On branch master

Your branch is up to date with 'origin/master'.

Changes to be committed:

(use "git reset HEAD <file>..." to unstage)

new file: docs/concept\_scriptie.docx

new file: docs/mandaat.docx

RheaH@DESKTOP-O6BR5NO MINGW64 ~/OneDrive - Hogeschool Rotterdam/Afstudeerstage (master)

$ git commit -m "Initial Commit"

[master 2ade8d8] Initial Commit

2 files changed, 0 insertions(+), 0 deletions(-)

create mode 100644 docs/concept\_scriptie.docx

create mode 100644 docs/mandaat.docx

RheaH@DESKTOP-O6BR5NO MINGW64 ~/OneDrive - Hogeschool Rotterdam/Afstudeerstage (master)

$ git status

On branch master

Your branch is ahead of 'origin/master' by 1 commit.

(use "git push" to publish your local commits)

nothing to commit, working tree clean

RheaH@DESKTOP-O6BR5NO MINGW64 ~/OneDrive - Hogeschool Rotterdam/Afstudeerstage (master)

$ git add .

RheaH@DESKTOP-O6BR5NO MINGW64 ~/OneDrive - Hogeschool Rotterdam/Afstudeerstage (master)

$ git commit -m "commit"

On branch master

Your branch is ahead of 'origin/master' by 1 commit.

(use "git push" to publish your local commits)

nothing to commit, working tree clean

RheaH@DESKTOP-O6BR5NO MINGW64 ~/OneDrive - Hogeschool Rotterdam/Afstudeerstage (master)

$ git push

Enumerating objects: 6, done.

Counting objects: 100% (6/6), done.

Delta compression using up to 8 threads

Compressing objects: 100% (5/5), done.

Writing objects: 100% (5/5), 30.75 KiB | 7.69 MiB/s, done.

Total 5 (delta 0), reused 0 (delta 0)

To <https://github.com/ReiraH/Afstudeerstage.git>

a4af7b4..2ade8d8 master -> master

RheaH@DESKTOP-O6BR5NO MINGW64 ~/OneDrive - Hogeschool Rotterdam/Afstudeerstage (master)

$

# **APPENDIX K | Benchmarks testen**

# **APPENDIX L | Code sources**

# **APPENDIX M | ....**