**Mandaat Afstudeeronderzoek**

Stress herkenning

op basis van

biometrische data

Naam student: Rhea Hau

Studentnummer: 0850154

Naam peer: Juno Verweerd / Roy Buitenhuis

Naam opdrachtgever: ATOS Amstelveen

Naam bedrijfsbegeleider: Michel Metselaar

Datum: 21 September 2018

Status: Herkansing

# Voorwoord

Mijn naam is Rhea Hau en ik studeer 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.. In de toekomst wil ik me ook graag bezig houden met machine learning, zodat ik als *Data Scientist* opdrachten van mijn opdrachtgevers beter kan uitvoeren in de toekomst.

Dit verslag bevat het onderzoeksvoorstel, voordat ik met mijn afstudeerstage start. Ik heb mijn afstudeeropdracht gevonden bij het bedrijf ATOS. ATOS is een IT-bedrijf dat zich o.a. bezighoudt met allerlei systeemontwikkelingen. Het project waar ik voor werk, is een Atos interne opdracht. In hoofdstuk ‘2.0 Opdracht omschrijving’ wordt meer uitleg gegeven over de inhoud van de opdracht inhoudt en mijn onderzoeksvoorstel.

Voor de Hogeschool Rotterdam moet ik als student ook de vijf competenties (beheren, ontwerpen, adviseren, analyseren en realiseren) op eindniveau behalen aan het einde van de stage. Deze vijf activiteiten worden later in de scriptie beschreven.

Met veel dank aan mijn docenten en mijn klasgenoten die mij geholpen hebben met het waar maken van een afstudeeropdracht waarin kunstmatige intelligentie voorkomt. Hiermee kan ik een beter beeld krijgen van latere beroepsuitoefening.

# Samenvatting

De afstudeeropdracht is een onderzoek naar stressdetectie op basis van de biometrische data die vanuit sensoren wordt opgevraagd. De data die opgevraagd wordt is niet één op één te vertalen naar 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 opdracht op kunnen beoordelen. Anderzijds is het leren van machine learning relevant, omdat die aan belang toeneemt in het bedrijfsleven. 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 gevolgd en dat sluit goed aan met deze richting. Deze afstudeeropdracht bevat heel veel verschillende onderdelen naast het verdiepen in Data Science. Bijvoorbeeld programmeren, communicatie en de overdracht tussen de biometrische data en de ander werkomgeving en het aansluiten van sensoren aan de microcontroller en de huid om metingen te maken. Het vergt heel veel werk voor een korte termijn van vier maanden. In *figuur 3* is afgebeeld welke taken horen bij elk van de vijf competenties om aan het HBO-afstudeercriterium te voldoen.

De grootste uitdaging is verschillende algoritmes toe te passen van kunstmatige intelligentie en die gebruiken om de software te trainen stress te detecteren.

Table of Contents

[Voorwoord 2](#_Toc526474126)

[Samenvatting 3](#_Toc526474127)

[Deel 1 | Inleiding 5](#_Toc526474128)

[**1.1** **Aanleiding opdracht** 5](#_Toc526474129)

[**1.2** **Probleemstelling** 5](#_Toc526474130)

[**1.3** **Doel van de opdracht** 6](#_Toc526474131)

[**1.4** **Stakeholders** 6](#_Toc526474132)

[Deel 2 | Opdrachtomschrijving 7](#_Toc526474133)

[**2.1** **Globale opdrachtomschrijving** 7](#_Toc526474134)

[**2.2** **Scope** 7](#_Toc526474135)

[**2.3** **Hoofdvraag en deelvragen** 8](#_Toc526474136)

[**Hoofdvraag: Hoe ziet een algoritme eruit dat, op basis van voldoende biometrische data, stress bij de gebruiker kan detecteren?** 8](#_Toc526474137)

[**Deelvraag 1: Welke biometrische data is er nodig om stress te herkennen?** 8](#_Toc526474138)

[**Deelvraag 2: Welke sensoren zijn er beschikbaar om stress te kunnen herkennen?** 9](#_Toc526474139)

[**Deelvraag 3: Wat voor classificatie algoritme is geschikt om stress te vinden met zo min mogelijk ruis?** 9](#_Toc526474140)

[**Deelvraag 4: Welke privacy gerelateerde aspecten spelen een rol bij de gebruikte data?** 10](#_Toc526474141)

[**2.4** **Deliverables** 10](#_Toc526474142)

[Deel 3 | Theoretisch kader 11](#_Toc526474143)

[**3.1 Onderzoek probleemstelling** 11](#_Toc526474144)

[**3.2 Bestaand onderzoek I** 13](#_Toc526474145)

[*“Wearable Sensor Based Stress Management Using Integrated Respiratory and ECG Waveforms” – IEEE Xplore [1]* 13](#_Toc526474146)

[**3.3 Bestaand onderzoek II** 15](#_Toc526474147)

[*“Stress detection in working people” – ScieneDirect [2]* 15](#_Toc526474148)

[Deel 4 | Onderzoeks- en/of implementatiemethode 16](#_Toc526474149)

[Deel 5 | Planning 18](#_Toc526474150)

[**5.1** **Planning Opzet** 18](#_Toc526474151)

[**5.2** **Risicolog** 21](#_Toc526474152)

[Deel 6 | Verantwoording 24](#_Toc526474153)

[Deel 7 | Literatuurlijst 26](#_Toc526474154)

# Deel 1 | Inleiding

## **1.1 Aanleiding opdracht**

ATOS is een ITbedrijf en is continu bezig met het bedenken van IT gerelateerde oplossingen voor de uitdagingen van zijn klanten. Eén van de uitdagingen is het bedwingen van werkgerelateerde stress. 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 over 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. De mobiele applicatie kan momenteel geen informatie verwerken.

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

## **1.2 Probleemstelling**

ATOS heeft de mobiele applicatie CHO ontwikkeld zonder enige data toevoer. De mobiele applicatie kan daardoor nog niet getest worden op eigen medewerkers om hun stressniveau op het werk te verlagen. ATOS wil het in eerste instantie intern houden, omdat dit nog om een “proof of concept” gaat. Werkstress is niet goed voor de medewerkers en daarmee nadelig voor het bedrijf. Het welzijn van de medewerkers gaat achteruit en er kan veel ziekteverzuim ontstaan. Werkstress ondermijnt het werkplezier. Er moet een nieuwe aanpak komen om werkstress te verminderen. Mijn stagebegeleider heeft het als volgt verwoord:

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

## **1.3 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 applicatie. Er zijn momenteel nog geen smartwatches op de markt die specifiek stress en de accuraatheid van stress kunnen meten. Hiervoor is nader onderzoek 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 nauwkeurigheid gebruikt 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 Atos ook daadwerkelijk iets bruikbaars heeft voor de toekomst.

## **1.4 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 uitvaardigt biedt de stagiaire hun bestaande werkomgeving 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 van wat de opdrachtgever wil. Mijn stagebegeleider is ook een belangrijke stakeholder die mij vanaf het begin van de stageperiode tot het einde begeleidt. De school heeft naast het stagebedrijf ook belangen bij dit project. Zij beoordelen de vijf competenties (beheren, analyseren, ontwerpen, realiseren, adviseren) m.b.t. de student. De school bepaalt uiteindelijk het eindcijfer voor dit onderzoek en het prototype.

Het prototype die gerealiseerd door mij, wordt aan het einde van de stage opgeleverd aan Atos en de school. Proefpersonen zijn ook van belang voor het slagen van het project.

# Deel 2 | Opdrachtomschrijving

## **2.1 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 de CHO-applicatie gemaakt als “proof of concept” om te laten toetsen of de POC kan worden vermarkt. Dat doen ze door eerst het product intern te testen, of de m.b.v. de applicatie op die manier stressniveau daadwerkelijk verlaagd kan worden. Hierbij is randvoorwaardelijk dat er inputdata aan de applicatie wordt aangeleverd. Ik heb als opdracht om de data te verzamelen via sensoren. Daarmee is het schrijven van een programma van belang, want de software moet zelf de stress zien te vinden in de toekomst. Na mijn prototype wordt er gekeken naar verbetering van het product. 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.

## **2.2 Scope**

Voor dit project is 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 de mobiele applicatie.

Mijn verantwoordelijkheden:

1. Onderzoek naar betaalbare sensoren die aansluitbaar zijn met eenzelfde microcontroller, mocht de wearable device niet de goede oplossing zijn voor dit onderzoek.
2. Onderzoek 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. Een prototype bouwen in de vorm van een werkende stressherkenning en de bijbehorende data.
4. Voor dit onderzoek is het herkennen van stress met 40% accuraatheid acceptabel.

Buiten scope:

1. Er wordt geen applicatie gemaakt voor de gebruiker, want een exemplaar is er al uitgebracht door ATOS zelf.
2. Voor het onderzoek worden niet alle interne medewerkers getest. Als prototype pak ik een klein aantal mensen die aan mijn onderzoek willen meewerken 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.

## **2.3 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, van welke sensoren kunnen we wel gebruik van maken om biometrische data te meten? Zo ja, hoe wordt de data dan direct overgebracht naar een ander systeem? 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 software? Allerlei vragen omtrent hetzelfde 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 ervaart fysieke effecten. Het gevolg van beginnende stress kan snelle hartkloppingen veroorzaken of toenemende transpiratie. Hierbij maak ik gebruik van wetenschappelijke artikelen om te bepalen 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 meer geavanceerde sensoren ook stress mogelijk kunnen detecteren. De focus voor dit project is uitsluitend stress detecteren en het versturen naar de bestaande applicatie. Atos kan deze kennis en POC uitbreiden voor hun nadere onderzoek.

Daarnaast is het onderscheidt tussen wel of niet sportende gebruikers van belang om te vergelijken hoe stress bij hen werkt. 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?**

Hierbij moet er onderzocht worden welke sensoren beschikbaar zijn om voor het onderzoek te kunnen gebruiken. Er wordt gekeken naar data exportfunctionaliteit en er wordt gelet op de prijsklasse. Opdrachtgever wil het liefst een smartwatch hebben, maar vanwege te korte tijd om in te kopen, kan dit worden gerealiseerd. Er wordt wel een onderzoek gedaan of een smartwatch daadwerkelijk stress kan meten in theorie.

Het isaf te raden 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 detecteren met zo min mogelijk ruis?**

Hierbij 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 kaart 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 derden die mogelijk misbruik hiervan maken. Hierbij is het vraagstuk over privacy niet uit te sluiten. Er wordt hier een onderzoek gedaan over wat de rol binnen dit project kan zijn. Hoe kijken gebruikers en de opdrachtgever hier tegenaan en welke aspecten moeten zeker besproken worden voor nodige oplossingen?

## **2.4 Deliverables**

Op te leveren producten 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 detecteren. Daarnaast zijn mijn programmeercode en allerlei verschillende rapporten ook belangrijk voor de aansluiting op de CHO-applicatie.

Op te leveren producten voor school zijn mijn onderzoeksvoorstel, mijn scriptie met behorende programmeercode en testrapporten. In de scriptie toon ik ook aan hoe ik in staat ben geweest om de vijf competenties zelfstandig te kunnen uitvoeren.

# Deel 3 | Theoretisch kader

## **3.1 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. Daarbij gebruiken de onderzoekers ook diverse classificatie algoritmes om een vergelijking te maken welke geschikt is en welke het snelst de stress kan detecteren. Voor het huidige onderzoek is dit niet met veel sensoren en rekening houdend met verschillende factoren die de stressdetectie kan belemmeren. De informatie uit verschillende wetenschappelijke artikelen kunnen wel een goede bijdrage leveren aan het huidige onderzoek. Ook worden de minimumeisen aan data gebruikt om stress te detecteren. Daarmee kan dit huidige onderzoek een bijdrage leveren aan een nieuwe conclusie.

In *figuur 1* is er een diagram getekend hoe het proces verloopt van het gehele project. Dit is een concept overzicht en in de scriptie zal de uiteindelijke versie staan. Er wordt dus eerst planning gemaakt voor het project. Vervolgens wordt er 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 worden ingekocht en data moet overgebracht worden naar een ander systeem. Daarna wordt er onderzocht welk classificatie algoritme geschikt is om stress te detecteren. Hierbij wordt eerst getest met een *training set* totdat de stress detecteren steeds accurater wordt. Vervolgens kan de software 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

## **3.2 Bestaand onderzoek I**

### *“Wearable Sensor Based Stress Management Using Integrated Respiratory and ECG Waveforms” – IEEE Xplore [1]*

Er zijn verschillende parameters die gebruikt kunnen worden om stress te detecteren. Bijvoorbeeld spierspanningen, pupil diameter, hartslagvariabiliteit, elektro-encefalografie om brainwave met betrekking tot stress te meten, cortisol en huidgeleiding. Draagbare apparaten voor de gezondheidszorg die gebaseerd zijn op IoT (Internet of Things) en fitness banden zijn beschikbaar om hartslagvariabiliteit te gebruiken om stressniveau te meten. De HRV (hartslagvariabiliteit) kan de variatie laten zien in meeste gevallen. Bijvoorbeeld de hartslag kan hoger zijn van mensen die staan dan wanneer zij zitten. Daardoor zal het gebruik maken van alleen hartslagvariabiliteit als indicator om mentale stress te detecteren tot misclassificatie leiden.

HRV en bloeddruk kunnen de activiteiten van het sympathisch en parasympatisch zenuwstelsel monitoren. Huidgeleidingwordt beschouwd als een biomarker voor stress. In de metingen van de huidgeleidingis te zien dat de encriene zweet activiteit alleen geregeld wordt door het sympathisch zenuwstelsel. De variëteit van de huidgeleiding hangt af van de zweetafscheiding. Wanneer een persoon onder stress is, wordt het sympathisch zenuwstelsel in actie geplaatst. Zweetafscheiding van zweetklieren vermindert de weerstand van de huid en de huidgeleiding wordt verhoogd. Dus huidgeleiding kan men beschouwen als een indicator voor sympathische activering als gevolg van stress. Verder kan huidgeleiding samen met hartslag en huidtemperatuur als indicator voor activiteiten van het sympathisch zenuwstelsel worden beschouwd. Dat is te zien in *figuur 2*.



Fig. 2 Sympathische zenuwstelsel aciditeit van het onderzoek “Wearable Sensor Based Stress Management Using Integrated Respiratory and ECG Waveforms” (blz. 2)

Dit onderzoek gaat over een smartband waarin huidgeleiding sensor, 3-axis accelerometer, bluetooth en microcontroller zijn aangebracht. De huidgeleiding sensor wordt op de onderkant van de pols geplaatst om de fluctuatie te meten. Het signaal indiceert korte termijn fluctuatie van de huidgeleiding. De accelerometer helpt het classificeren van activiteiten zoals het zitten en het lopen. Lichaamsbeweging stimuleert ook zweetklieren die variatie in huidgeleiding veroorzaken. Hiermee kan men de spanningsdetectie accuraat meten.

De smartband monitort en meet de huidgeleiding van de gebruiker door middel van twee elektroden. De twee elektroden geven een klein schok als ware in dc-voltage door de huid heen en wacht dan op respons. De smartband houdt de uitvoer in de vorm van voltage bij. Vervolgens worden er verschillende algoritmes gebruikt om de data te analyseren, terwijl andere parameters in overweging worden gebracht om de stress conditie van de gebruiker te voorspellen.

Tot slot is deze smartband geschikt om het stressniveau continu te monitoren tijdens de dagelijkse activiteiten. Bijvoorbeeld alert berichten versturen via de mobiele telefoon, stress hanteren en de data van de gezondheidszorg met de dokters en familieleden te delen. [1]

## **3.3 Bestaand onderzoek II**

### *“Stress detection in working people” – ScieneDirect [2]*

In dit onderzoek wordt met GSR (galvanische huidreactie), HRV (hartslagvariabiliteit), HR (hartslag) gewerkt om stress te detecteren. Volgens dit onderzoek hebben er verschillende literatuurstudies onderzoek gedaan naar stressdetectie, omdat stress een belangrijk factor is voor de leefstijl van elk individu. Ghaderi et al. heeft voor zijn onderzoek stress kunnen detecteren met behulp van ademhaling, hartslag, elektromyografie, galvanische huidreactie voor voeten en handen. De ademhaling heeft aanzienlijk betrekking tot stress. En dat is terug te zien in zijn onderzoek.

Er worden dus GSR-, HRV- en HR-sensoren geplaatst op de persoon. GSR-sensor kan verschillende niveaus van de huidgeleiding detecteren wanneer een persoon in stress is. Het moment dat een persoon onder stress is, reageert het zenuwstelsel direct met zweten. Voor dit onderzoek zijn er elektroden geplaatst onder de vingers om de weerstand te meten. Terwijl ECG (elektrocardiografie) de dominante identificatie is voor stressdetectie voor zowel lang als korte termijn. ECG is het meten van elektrische activiteit van het hart op basis van de HRV. …… [2]

# Deel 4 | Onderzoeks- en/of implementatiemethode



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

Vervolgens worden er sensoren gekocht aan de hand van de wetenschappelijke artikelen. Parallel kan er een ontwerp gemaakt worden voordat de sensoren aankomen. Zodra de sensoren aanwezig zijn, wordt die aangesloten per sensor om te kijken of die goed functioneert. 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. In de cloud wordt de data verder 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 is niet gestructureerd. Er zal een oplossing moeten komen om structuur aan te brengen, zodat het de verwerkingen eenvoudiger worden. 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 op 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 gekeken 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.

# Deel 5 | Planning

## **5.1 Planning Opzet**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 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 op 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 |

## **5.2 Risicolog**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **#** | **Risico Beschrijving** | **Kans** | **Impact** | **Risico\*** | **Maatregel** | **😶** | **Status Omschrijving** | **Datum** |
| R1 | Stagebegeleider kan ziek worden. | 2 | 5 | 10 | Zo snel mogelijk en zoveel mogelijk de vragen stellen. Niet te laat ermee beginnen. | N | Stagebegeleider heeft een agenda waar iedereen in kan zien wanneer hij afspraak heeft en niet aanwezig zal zijn op het hoofdkantoor. | Hele periode |
| R2 | Ik kan ziek worden. | 5 | 8 | 40 | Genoeg kleding, eten meenemen voor extra energie. Anders thuis doorwerken als ik echt niet lekker voel. | ? | Er is contact tussen mijn stagebegeleider en ik via het mobiele nummer of eventueel e-mail als er iets is om door te geven. | Hele periode |
| R3 | Niet genoeg data kunnen verkrijgen vanuit de sensoren. | 7 | 8 | 56 | Ontwerp van het prototype aanpassen zodat het niet makkelijk los van de huid gemeten wordt. | ? | 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. | Hele periode |
| R4 | Niet de goede sensoren of sensoren gaan stuk. | 5 | 8 | 56 | Zo snel mogelijk de geschikte kopen en de oude terugsturen. | ? | Zodra de sensoren binnen zijn, worden de sensoren op tijd getest. | Hele periode |
| R5 | Verkeerde keuze maken waardoor ik te lang aan eenzelfde onderzoek hang. | 7 | 9 | 63 | Bespreken met de stagebegeleider of docent voor feedback. | ? | Momenteel zijn er 2-wekelijkse vergadering met mijn stagebegeleider en mijn manager om over de voortgang van het project te bespreken. | Hele periode |
| R6 | Niet accuraat kunnen meten met de sensoren. | 7 | 8 | 56 | Kalibreren met een bestaande sensor of een smartwatch / fitness band die bepaalde sensor ook heeft. | ? | Momenteel is er een alternatieve smartwatch aanwezig om als indicatie te hebben voor het kalibrern. | Hele periode |
| R7 | Niet accuraat stress kunnen detecteren met behulp van kunstmatige intelligentie. | 7 | 8 | 56 | Hierbij heb ik begeleiding nodig van mijn stagebegeleider. | ? | 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. | Hele periode |
| R8 | Verkeerde algoritme kiezen waardoor tijd te kort ontstaat voor verdere onderzoek. | 5 | 8 | 40 | Na het testen van een gekozen algoritme en het niet meer nuttig lijkt te zijn, tijdig aangeven en bespreken met mijn stagebegeleider. | ? | Er zal eerst een ontwerp gemaakt worden met bijbehorende onderbouwing. Die zal ook eerst worden nagekeken door mijn stagebegeleider. |  |
| R9 | … |  |  |  |  | ? |  |  |
| R10 | … |  |  |  |  | ? |  |  |

# Deel 6 | Verantwoording

Deze onderstaande tabel kan afwijkingen bevatten. Er wordt verder aan gewerkt om een concrete indicatoren aan te geven in welke hoofdstukken van de scriptie terug te vinden zijn.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Hoofdstuk** | **Onderwerp** | **Activiteiten** | **Indicatoren** |
| 1 | Inleiding |  |  |
| 2 | Opdrachtomschrijving | Analyseren | A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7 |
| 3 | Theoretisch kader | Analyseren | A8, A9 |
| 4 | Methode | Beheren, Realiseren | B1, B2, R2 |
| 5 | Planning | Realiseren |  |
| 6 | Resultaten | Ontwerpen, Realiseren | O1, R1, R2, R4, R6 |
| 7 | Conclusie | Adviseren | D1 |
| 8 | Aanbevelingen | Adviseren | D2, D3 |
| 9 | Literatuurlijst |  |  |
| Bijlage 1 | Technisch ontwerp + functioneel ontwerp | Ontwerpen | O2, O3, O4, O5 |
| Bijlage 2 | Testplan + testrapport | Beheren, Realiseren | B3, B4, R5 |
| Bijlage 3 | Gebruikershandleiding |  |  |
| Bijlage 4 | Risicomanagementplan | Beheren | B5 |



Fig. 4 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.

# Deel 7 | Literatuurlijst

[1] Kemeng Chen, Wolfgang Fink, Janet Roveda, Richard D. Lane, John Allen, Johnny Vanuk. (2015). Wearable sensor based stress management using integrated respiratory and ECG waveforms. (Ongepubliceerd eindwerk). University of Arizona, Tucson.

[2] Sriramprakash.S ­, Prasanna Vadana. D, O. V. Ramana Murthy. (2017). Stress Detection in Working People (Ongepubliceerd eindwerk). Department of Electrical and Electronics Engineering Amrita School of Engineering Coimbatore, India.