

Wearables and lifestyle

David Roelofsen
Creative Technology

Supervisor:
Randy Klaassen

Critical Observer:
Alma Schaafstal

Date:
16-07-2023

Abstract

This research is aimed at Sense-IT, an application which tries to assist its user in enhancing their emotional awareness by giving them feedback on their level of emotional arousal. It was found the algorithm that calculates these levels is too simple and that the protocol for using the application was lacking. Therefore research is conducted on how this protocol can be improved.

A final prototype was made which uses a different algorithm to calculate the users level of emotional arousal. In addition instructions were added to the application which explains the basic functionalities to the user and helps them getting started with finetuning the application to their body in order for the application to give them the most accurate and personal feedback on their emotional arousal levels.

The application was tested by four users in a within-subject design, meaning that the users have used both the current version of the application as well as the prototype that has been made. Afterwards the users were asked to rate the usability of the system. In addition they were interviewed to obtain their feedback on the prototype.

It was found that the prototype was very usable and the instructions on the functionality of the application were found very clear. The users averagely rated the usability of the current Sense-IT version with 52,81 on the system usability scale (SUS) in comparison to the prototype which was rated 71,25 on the SUS.

Based on the results of the SUS and the interviews it can be concluded that the prototype had improved the protocol for using the application.

Acknowledgement

I want to thank my Graduation Project supervisors Randy Klaassen and Alma Schaafstal for the endless feedback and motivation they gave me. Without their feedback and excellent guidance I would not have finished this Graduation Project.

Also I want to thank my friends and parents who once again after a lot of attempts kept pushing me to finish my Graduation Project.

Last but not least I want to thank my Study Advisors who gave me help whenever I needed it, even when I sometimes did not live up to my promises and I took a little longer to finally finish my Graduation Project until the end.

Table of Contents

| | |
|---|----|
| Abstract..... | 1 |
| Acknowledgement..... | 2 |
| Table of Contents..... | 3 |
| List of Figures and Tables | 5 |
| Introduction | 6 |
| 2. Background Research..... | 8 |
| 2.1 Sense-IT..... | 8 |
| 2.1.1 Mobile Health..... | 8 |
| 2.1.2 Emotional Awareness | 8 |
| 2.1.3 Emotional model | 9 |
| 2.1.4 Functionality | 10 |
| 2.2 Baseline Protocol..... | 11 |
| 2.2.1 Protocol | 11 |
| 2.2.2 Non-Metabolic Heartrate..... | 11 |
| 2.2.3 Calculating Non-Metabolic Heartrate | 12 |
| 2.3 State-of-the-Art | 14 |
| 2.3.1 Garmin..... | 14 |
| 2.3.1 Apple Watch | 16 |
| 2.4 Relevance..... | 17 |
| 3. Ideation..... | 18 |
| 3.1 Stakeholder Analysis | 18 |
| 3.1.1 Stakeholder Identification..... | 18 |
| 3.1.2 Stakeholder Prioritization | 18 |
| 3.1.3 Key stakeholders | 19 |
| 3.2 Preliminary Requirements..... | 19 |
| 3.3 Concepts Brainstorm | 20 |
| 3.3.1 Concept 1 | 21 |
| 3.3.2 Concept 2 | 21 |
| 3.3.3 Concept 3 | 22 |
| 3.4 Expert Interview | 22 |
| 3.4.1 Result Expert Interviews | 22 |
| 3.5 Final Concept..... | 23 |
| 4. Specification | 24 |
| 4.1 Requirements | 24 |
| 4.2 Requirement Execution..... | 24 |
| 5. Realization..... | 26 |
| 5.1 Final Prototype..... | 26 |

| | | |
|-------|---|----|
| 6. | Evaluation..... | 30 |
| 6.1 | Evaluation Structure..... | 30 |
| 6.1.1 | Goal..... | 30 |
| 6.1.2 | Method..... | 30 |
| 6.1.3 | Procedure..... | 30 |
| 6.2 | Results..... | 31 |
| 6.2.1 | System Usability Scale..... | 31 |
| 6.2.2 | Interviews..... | 32 |
| 7. | Discussion & Future Work..... | 34 |
| 7.1 | Primary Findings..... | 34 |
| 7.2 | Limitations & Future Work..... | 34 |
| 8. | Conclusion..... | 36 |
| | References..... | 37 |
| | Appendix A: Interviews Information Brochure..... | 37 |
| | Appendix B: Interview Consent Form..... | 43 |
| | Appendix C: Expert Interview Structure..... | 45 |
| | Appendix D: Interview with Expert A..... | 46 |
| | Appendix E: Interview with Expert B..... | 56 |
| | Appendix F: User Evaluation Information Brochure..... | 74 |
| | Appendix G: User Evaluation Consent Form..... | 76 |
| | Appendix H: User Evaluation Interview Structure..... | 78 |
| | Appendix I: User Evaluation System Usability Scale..... | 79 |
| | Appendix J: In-App Instructions..... | 80 |

List of Figures and Tables

| | |
|--|----|
| Figure 1: Affect terms placed in a two-dimensional model of valence (horizontal axis) and low/high arousal (vertical axis) according to Russell [23]. | 9 |
| Figure 2: List of measurements of PCEA values in the user interface of SI. | 10 |
| Figure 3: <i>Garmin's body battery function that measures physical activity, stress, rest and sleep in order to calculate a body battery value [0, 100] for feedback to the user [43].</i> | 14 |
| Figure 4: <i>Garmin's stress tracking application which results in a value of [0, 100] [44].</i> | 15 |
| Figure 5: <i>Garmin's heartrate monitoring application [45].</i> | 15 |
| Figure 6: <i>Google Fit heartrate tracker interface on a smartwatch [48].</i> | 16 |
| Figure 7 (left): <i>Unusual heartrate notification application [49].</i> Figure 8 (right): <i>Heartrate zones and average heartrate [50].</i> | 16 |
| Figure 9: <i>Overview of heartrate page in iHealth application of Apple [51].</i> | 17 |
| Figure 10: <i>Power versus interest graph as described by [55] and adapted from [56].</i> | 19 |
| Figure 11: <i>Performed brainstorm on A3 paper with main ideas and principles for the concept development.</i> | 20 |
| Figure 12: <i>Concepts that came out of the brainstorm.</i> | 21 |
| Figure 13: <i>Diagram of the architecture of the final prototype of SI.</i> | 25 |
| Figure 14: <i>SI application navigation flowchart.</i> | 27 |
| Figure 15 (left): <i>Opening page of SI prototype.</i> | 27 |
| Figure 16 (middle): <i>Main page of SI prototype.</i> | 27 |
| Figure 17 (right): <i>Baseline measurement overview of SI prototype.</i> | 27 |
| Figure 18: <i>Instructions (in Dutch) for performing a baseline measurement for every type of activity in the SI prototype.</i> | 28 |
| Table 1: <i>Nine criteria for Borderline Personality Disorder according to the Diagnostic and Statistical manual of Mental disorders [13].</i> | 9 |
| Table 2: <i>Non-metabolic or additional heartrate algorithm according to Myrtek [37].</i> | 12 |
| Table 3: <i>Algorithm for calculating non-metabolic heartrate by Yang et al. [42] based on work from Karvonen et al. [40] and Zakyntinaki [41].</i> | 13 |
| Table 4: <i>List of preliminary requirements.</i> | 19 |
| Table 5: <i>Table of functional and non-functional requirements ranked according to the MoSCoW method.</i> | 24 |
| Table 6: <i>Instructions for how to behave during a baseline measurement for the five types of activity of SI.</i> | 29 |
| Table 7: <i>Results of the SUS for all participants on the current SI version and the prototype.</i> | 32 |
| Table 8: <i>Baseline measurements that each participant performed for each type of activity in the prototype.</i> | 33 |

Introduction

About 13,4% of the world population is suffering from a personality disorder (PD) with about 0,7% of the population suffering from borderline personality disorder (BPD) in specific [1]. The American Psychiatric Association argued that BPD is the most occurring PD [2]. People with BPD can experience distress, a lack of social role functioning, suicidal tendencies (10% of BPD patients) and alexithymia [2], [3]. Alexithymia is the lack of the ability to describe and identify feelings of their own and of others [4], [5]. These factors make for a frequent use of mental health resources [6].

In order to treat the alexithymia part of people having to deal with BPD, an application (app) called Sense-IT was developed by the University of Twente [7]. Derks et al. describe the app as an 'ambulatory biofeedback app for mental health care that helps with learning to better recognize changes in personal emotional arousal and increases emotional awareness' [7]. It uses a smartwatch which measures the physiological part of emotional arousal by combining the users heartrate with their degree of movement. Based on this, feedback is given to the user in order to help them recognize emotional excitement better. This way they can adapt their behavior in order to prevent unwanted consequences [7], [8].

When first using the Sense-IT app one has to start a baseline measurement from their phone which calculates the heartrate (HR) average and the corresponding standard deviation (SD) [7]. This HR and SD are then used to compare real-time data when using the app. This data is very personal and different for every user. It is important that a baseline measurement is set correctly to ensure that the user has the most accurate feedback.

The problem with the current Sense-IT app is that there are no instructions for the user on how to behave during the baseline measurement. In addition there are no build-in guidelines on how to correctly set a baseline measurement. The user could be sitting still or could be cycling. Both activities give a different baseline. Another problem is that the algorithm that calculates the emotional arousal feedback for the user is rather simplistic. Heartrate is influenced by multiple factors which is currently not considered in the algorithm and thus also not in the baseline measurement. The baseline measurement is very important since it determines the behavior of the app and the feedback the user receives. Thus, a baseline protocol is necessary in order to give useful feedback to the user.

Although the application is originally developed for people with borderline, it is chosen to set students (18 – 27 year) as the main target group for SI for this research. Getting continuous feedback on the level of emotional arousal is profitable for the increase of emotional awareness for everyone. Research shows that students who are aware of their emotions can adapt their behavior accordingly which can lead to an improved learning experience [9]. In addition testing the eventual prototype with students is more practical and makes for less ethical work.

In this report it will be researched how a baseline measurement protocol can be developed in order to improve the feedback that the Sense-IT app can give the user. This will be done by looking into whether the multiple influences on heartrate can be taken considered in the baseline measurement.

For this thesis the following research questions will be defined. Different sub questions and performed research will together try to form an answer to the main research question. Starting with the main research question, the questions are as follows:

- How to improve the baseline-measurement protocol for measuring emotional arousal for the sense-it application in order to get better feedback for the user?
- How does the Sense-IT application function?
- What baseline protocol is the Sense-IT application currently using?
- How can a baseline protocol be created that accurately measures heartrate for different activities of the user of the Sense-IT application?

First in chapter 2 literature surrounding the research questions will be analyzed. Also current state-of-the-art applications will be investigated. In chapter 3 there will be ideated which will lead to the creation of three concepts. In the end of the chapter a final concept will be chosen. The results of the ideation will be described in chapter 4. Then the concept will be realized into a working prototype. After that this prototype will be evaluated and finally conclusions will be made and a discussion will be held.

2. Background Research

In this chapter the literature analysis will be described. First, the Sense-IT application (from now: SI) will be described in combination with its origins (old target user: people suffering from BPD), its future target user (students) and its current functionality. Second, there will be looked at what baseline protocol SI is currently using. Shortcomings of this baseline protocol will be analyzed and. Third, possibilities to improve this baseline protocol will be discussed. At last an analysis on the current state-of-the-art will be performed in order to find what similar applications are already out there and what can be learned from them.

2.1 Sense-IT

2.1.1 Mobile Health

SI is an application that measures real-time physiological signals through a wearable in order to get feedback for the user about their level of emotional arousal [7]. It measures heartrate and degree of movement to give the user insight in their level of emotional arousal. SI perfectly fits under the umbrella term mHealth. This abbreviation stands for 'mobile health' which is 'the use of mobile phone technology for health-related purposes' [10]. MHealth focusses on the use of mobile phone applications which use i.e. wireless data transmission in order to obtain, process and use data to improve healthcare [10]. Wearables are worn more and more often, however Derks et al. argue that SI may or may not be the first mHealth application using a wearable that provides ambulatory biofeedback to people with BPD [7]. Ambulatory biofeedback is feedback that makes the user conscious about their physiological bodily status, which is brought outside of a hospital setting (ambulatory) [11].

2.1.2 Emotional Awareness

SI was originally developed for people with BPD. People with BPD are often characterized as people with unstable relationships, unstable self-image, impulsivity, suicidal tendencies and a lack of emotional awareness [6], [7], [12]. In order to diagnose people with BPD, the Diagnostic and Statistical manual of Mental disorders (DSM) have set nine criteria (table 1) [13]. If a person complies reasonably with five of them, they can be diagnosed with BPD. Linehan argues that emotional instability is the central criterium of borderline with the other criteria as strategies to deal with the consequences of the emotional instability [14]. Lack of emotional awareness is characterized by not being able to recognize the commencement and the intensity (level of arousal) of emotional or bodily states and is found to influence the emotional instability that is part of BPD according to these criteria [15].

Perception of ones bodily state is important for the regulation of emotions [16]. Stone and Nielson for example exposed patients with alexithymia to negative emotional stimuli, which lead to physiological arousal increases, but no increase in subjective emotional intensity [17]. They experience the emotion physiologically but have a hard time experience the feeling or intensity of this emotion or emotional state, unlike people without alexithymia. Treating low emotional awareness can be done by assisting a patient with BPD in defining their bodily state [18]. Suvak et al. did research on emotional granularity (the ability to set emotional states apart from one another [19]) when performing emotion labeling tasks [18]. Patients with BPD were, as expected, responding more general to emotions. They were describing them as general negative or general positive emotions, but they put less focus on the level of arousal of an emotion [18].

Emotional awareness is found low in people with BPD. However increasing emotional awareness is not only found positive for people with BPD but also for students [9]. Research showed that emotional awareness increased among other things the learning outcomes, motivation and engagement of the students [9]. This is one of the main reasons that for this research students of age 18 to 27 have been selected as target group. From now on when the term *target user* or *user* is mentioned it is about students age 18 to 27.

Table 1: Nine criteria for Borderline Personality Disorder according to the Diagnostic and Statistical manual of Mental disorders [13].

| |
|--|
| Chronic feelings of emptiness |
| Emotional instability |
| Fear of abandonment |
| Identity disturbance or unstable self-image |
| Impulsive behavior |
| Difficult inappropriate anger control |
| Unstable interpersonal relationships |
| Recurrent suicidal tendencies or suicidal behavior |
| Paranoia or dissociation |

2.1.3 Emotional model

The feedback that SI is giving to the user is an indication of their emotional arousal. In order to describe what arousal levels are, a definition of emotion and its effects on humans is helpful. Unfortunately there is no mutually agreed definition of emotion [20], [21]. Therefore there is chosen to continue with the definition of emotion set by Kleinginna and Kleinginna [22], who came to this definition by comparing 92 scientific definitions and merging them into one final definition, namely: "Emotion is a complex set of interactions among subjective and objective factors, mediated by neural/hormonal systems, which can (a) give rise to affective experiences such as feelings of arousal, pleasure/displeasure; (b) generate cognitive processes such as emotionally relevant perceptual effects, appraisals, labeling processes; (c) activate widespread physiological adjustments to the arousing conditions; and (d) lead to behavior that is often, but not always, expressive, goal-directed, and adaptive" [22].

As point (a) describes, emotions can give rise to feelings of arousal or pleasure/displeasure. These two terms are typically used as dimensions in the circumplex model of emotion developed by Russell [23]. This model consists out of affect terms or emotional states that are placed on the circumference of a circle that fits on a two-dimensional space, where the horizontal axis equals the valence and the vertical axis equals the level or arousal/intensity (figure 1) [23]. Valence refers to whether an affective experience or emotional state is seen as pleasant or unpleasant [24].

As point (c) describes the arousal conditions make for physiological adjustments to the body. It is proven that mental states or emotional arousal have influence on physiological measures, including heartrate [25]. SI is using this mechanism to calculate feedback on emotional arousal which is given to the user as feedback.

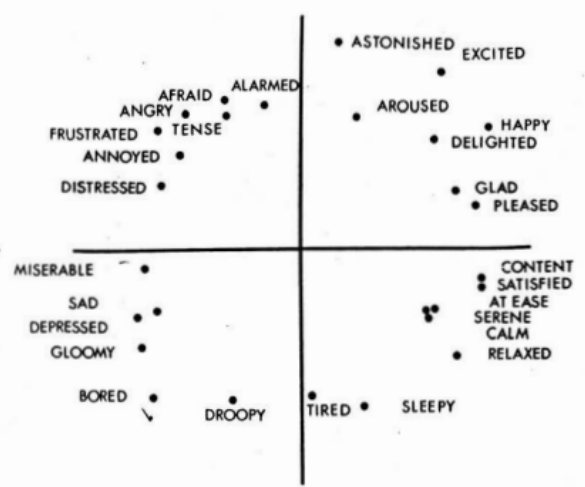


Figure 1: Affect terms placed in a two-dimensional model of valence (horizontal axis) and low/high arousal (vertical axis) according to Russell [23].

2.1.4 Functionality

SI is an ambulatory biofeedback application that gives the user continuous feedback on their physiological level of arousal, with the goal to help the user better recognize and understand fluctuations in their emotional arousal level in order to increase their emotional awareness [7]. The application consists out of one application installed on a smartwatch and one application installed on a smartphone, with both the watch and the phone running Android software [7].

The smartphone application is build up out of three parts, namely the storage of the data from the smartwatch, the algorithm that is detecting physiological arousal changes and the user interface that lets the user communicate with the program, lets them review their data and lets them set their preferred settings [7]. The data that the smartwatch sends to the smartphone is stored in a database on the smartphone and used to calculate new arousal values that can be given to the user as feedback. This arousal value will be called 'physiological correlate of arousal' (PCEA [7]) from now.

The algorithm inside the smartphone is responsible for classifying and calculating the PCEA value. Before starting the application a baseline measurement is done. This baseline measurement consists out of 300 measurements of the users heartrate which results in a mean heartrate and standard deviation of the mean heartrate. The amount of measurements (300 by default) for the baseline measurement can be changed in the settings but there are no explanations nor guidelines for this. After the baseline measurement is performed the user can use the application. Every second (depending on the hardware) the watch is measuring the users movement and heartrate. Only values that are accurate enough will be kept. Every so often the algorithm calculates the PCEA value (20 seconds by default). It does so by taking the average of the last few measurements. This average is then compared to the baseline average. The PCEA value is dependent on how much (baseline) standard deviations the current average heartrate differs from the average baseline heartrate. If the difference is less than one standard deviation the value will be '0'. When the current heartrate is i.e. 1,5 standard deviations away from the baseline average, the PCEA value will be '1' etc. The PCEA levels that are calculated are all displayed in the application (figure 2) combined with the time of the measurement and the type of movement (icon) which is classified by the Google Activity Application Programming Interface (API).

In an e-mail (R. Klaassen, private communication, April 6, 2023) one of the co-developers of SI argued that the current SI algorithm is too simple to calculate an accurate PCEA value. It is estimated by Derks et al. [7] that there are more variables necessary or a more complex algorithm in order to get the accuracy that is needed.



Figure 2: List of measurements of PCEA values in the user interface of SI.

2.2 Baseline Protocol

2.2.1 Protocol

According to the Cambridge Dictionary a protocol is 'a set of rules and acceptable behavior' when performing a task [26]. In the case of SI the acceptable behavior is a baseline value that, when used to calculate the PCEA value, gives the most accurate feedback on the level of emotional arousal to the user.

The desired baseline values could be determined in different ways. It can be determined by creating a protocol for the user that explains what behavior to perform and how to do that. This can i.e. be a task for the user to sit still or run around for five minutes, depending on what behavior is necessary in order to get accurate measurements. Another protocol of determining these values is by for example changing the algorithm such that the type of behavior is measured by the application and taken into account. One could simply install SI on the wearable and the smartphone and the application would do all the baseline measuring itself.

As mentioned earlier (subsection 2.1.4) the current baseline protocol of SI is a manual press on a button to start 300 measurements which results in an average heartrate with a standard deviation. There is a possibility to change these values in the settings. Currently the results of the baseline measurement of SI are different for everyone, which means that the application functions different for everyone which should not be the case. Being different for everyone would mean that some user receives too much or not enough fluctuations in PCEA level (wrong sensitivity), or that the user for example is constantly in low emotional arousal level because the baseline measurement is set too high. Next to the fact that everyone has a different heartrate, also the behavior of users when doing the baseline measurement might be different since there are no instructions on what the desired behavior is. Also heartrate is influenced by multiple factors including physical activity. This is measured by the application but not used for the PCEA value. It is only displayed in the application and it is up to the user to interpret this data. Therefore the influence of physical activity on heartrate will be analyzed in order for it to improve the accuracy of the baseline protocol.

2.2.2 Non-Metabolic Heartrate

SI uses heartrate to measure a PCEA value, due to its availability by smartwatches and its accuracy (almost no heavy fluctuations) outside of a lab [7]. In addition it is accurate during movement activities such as walking and running [27]. As of now SI uses only heartrate to calculate PCEA levels. This is however a questionable method [28]. It is indeed proven that cognitive load or mental states (arousal) have influence on physiological measures, including heartrate [25]. However mental state is not the only measure that affects heartrate, which makes it difficult to make conclusions on the level of emotional arousal of a person purely by measuring heartrate [28]. Other processes that influence heartrate are among other things the intake of food [29] and cardiac activity [30]. However Grossman et al. argue that body movement, or in other words physical activity, has whether or not the biggest influence on heartrate [31]. SI is currently measuring physical activity but this is not incorporated in the protocol of SI by means of instructions on the baseline measurement or being a factor in the algorithm that calculates the PCEA value for the user. Physical activity is as of now only used to determine for which type of physical activity the user will receive feedback. As an example the user can turn feedback off when the application measures that the user is driving a car, since the accompanying feedback values would not make any sense since the user is not performing physical activity but rather moving in a car.

In order to measure heartrate that is caused by emotional arousal (additional heartrate or non-metabolic heartrate [32]) it is proposed that the heartrate associated with physical activity (metabolic heartrate) is subtracted from the total heartrate that is measured [33]. This is proven to be effective [34], [35]. Brouwer et al. argue that measuring oxygen and respiration levels is better for predicting metabolic heartrate, however they argue that measuring physical activity is more practical since it does not require respiration bands but only accelerometers

[28]. SI makes use of a wearable and a smartphone which are equipped with accelerometers by default. This makes using heartrate as a variable to determine non-metabolic heartrate very practical. Therefore there will be chosen to stick with measuring heartrate for further literature.

2.2.3 Calculating Non-Metabolic Heartrate

The dominant algorithm for calculating/determining non-metabolic heartrate is developed by Myrtek and others [36]. Note that this algorithm does only measure an increase in arousal; the existing of an emotional event. The algorithm according to Myrtek can be found in table 2 [37]. It uses physical activity combined with heartrate and compares this to the average physical activity and average heartrate of the last few minutes/measurements. If there is no change in physical activity the change in heartrate can be attributed to the arousal level. This can be compared to the current functionality of SI where physical activity is not incorporated in the baseline protocol/algorithm. If there is however an increase in heartrate and in physical activity, the change in heartrate will partly be attributed to physical activity. What is left will be attributed to arousal.

The PAR variable is needed for calculating the HRPLUS. The HRPLUS is a tool to increase the threshold of increase in heartrate when an emotional event is triggered. As example; when there is no sufficient increase in physical activity the minimal required increase in heartrate for an emotional event is 3 beats per minute. However when there is sufficient increase in physical activity the HRPR makes this threshold higher to for example 5. The PAR variable is often set to 30 by default and can be used as a sensitivity setting because it influences the HRPLUS value, which on its turn influences the minimal required increase in heartrate in order to measure increase in arousal [28]. When the HRPLUS is lowered there is higher sensitivity and when the HRPLUS is enlarged than the sensitivity is lower.

From the literature it is not clear how physical activity is measured. Others however have suggested different ways of quantifying the variable physical activity which requires having two accelerometers and a vectorial addition of the two measurements with followed by other calculations [38], [39].

Table 2: Non-metabolic or additional heartrate algorithm according to Myrtek [37].

| | |
|------------------|--|
| Variables | <p>HR = Current heartrate. HRPR = Average heartrate of previous measurements. HRC = Change in heartrate = HR – HRPR. ACT = Current physical activity [0,100], where 0 equals no activity and 100 equals much. ACTPR = Average physical activity of previous measurements. HRPLUS = (ACT + 90) / PAR, where PAR <= 30. NMHR = Non-metabolic heartrate</p> |
| Algorithm | <p>If the change in physical activity is smaller than or equal to 10 units (almost no physical activity) then the difference in heartrate needs to be bigger or equal then 3 for an emotional event to exist.</p> <p>If ACT is bigger than or equal to 10 (substantial physical activity) then HR needs to be bigger or equal then HRPR + HRPLUS for an emotional event to exist.</p> <p>Thus</p> <p>$NMHR = HRC / HRPLUS$, only if $HRC \geq HRPLUS$</p> <p>Note: The algorithm can only detect positive non-metabolic heartrate changes.</p> |

Yang et al. have developed an alternative algorithm to Myrtek's one (table 3) which is based on work of [40], [41]. First the heartrate demand of the user is predicted, which is based on their minimum and maximum heartrate in combination with the intensity of the current activity they are executing. To calculate the non-metabolic heartrate they subtract this predicted heartrate from the current measured heartrate. In their algorithm they make use of blood lactate and physical activity measurements in order to calculate the exercise intensity (ranging from 0 to 1). The physical activity is calculated by the current velocity of the user divided by their maximum velocity. The smartwatch in use for this research (Fossil 5e) cannot measure blood lactate. However Yang et al. argue that blood lactate is correlated with physical activity and have therefore created a formula that calculates blood lactate level based on physical activity level [42]. The HR_{min} formulas can be used to calculate the cardiovascular condition of the user (λ) since the user can manually measure their minimum heartrate at rest.

Yang et al. found that this algorithm is effective except for two cases [42]. In order to keep the algorithm simple the metabolic process of blood lactate is ignored. This is feasible for low to moderate exercise but ineffective for heavy exercise. They argue that daily life consists out of low to moderate movement most of the time which makes it acceptable to keep the algorithm simple. The algorithm is also found ineffective for cases where body movement is not really representable for physical activity [42]. This is true for certain types of movement such as cycling.

Table 3: Algorithm for calculating non-metabolic heartrate by Yang et al. [42] based on work from Karvonen et al. [40] and Zakyntthinaki [41].

| | |
|------------------|---|
| Variables | HR_{max} = Highest heartrate during maximum effort [beats/minute] $HR_{max} = 220 - \text{age}$ [beats/minute] HR_{min} = Minimum heartrate at rest [beats/minute] $HR_{min, \text{males}} = \frac{35}{\lambda}$ [beats/minute] $HR_{min, \text{females}} = \frac{35}{\lambda} + 5$ [beats/minute] λ = cardiovascular condition [0, 1] $I_{intensity}$ = Intensity of an activity [0, 1] $I_{intensity} = \begin{cases} I_p + I_l & (I_p + I_l < 1) \\ 1 & (I_p + I_l \geq 1) \end{cases}$ I_l = Blood lactate level = $I_p - \arctan(I_p)$ I_p = Physical activity level = $\frac{v}{v'_{max}}$ [km/hr] $v = \frac{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \left[\frac{m}{s^2} \right] * 1 [s] * 3600 [s]}{1000 [m]}$ [km/hr] v'_{max} = Maximum reachable velocity of the user [km/hr] $v'_{max} = 40\sqrt{\lambda}$ [km/hr] v = current measured velocity [km/hr] $NMHR$ = Non – metabolic heartrate [beats/minute] $HR_{measured}$ = Current measured heartrate [beats/minute] |
| Algorithm | $HR_{demand} = (HR_{max} - HR_{min}) * I_{intensity} + HR_{min}$ [beats/minute] $NMHR = HR_{measured} - HR_{demand}$ [beats/minute] |

Both algorithms described above were tested in daily lives of people while performing certain activities [37], [42]. The measurements were recorded by using wearable heartrate sensors which were worn by the participants. The research was not specifically for an application that uses a smartwatch.

2.3 State-of-the-Art

In this section other systems that give its user ambulatory and continuous feedback on heartrate or the level of emotional arousal will be analyzed, with as main focus their baseline protocols. Looking at already existing systems to find what is important or missing can guide the process of improving the baseline protocol of SI.

Different ecosystems and what services they provide, what target user they have, how their interface is working and their way of communicating their measurements to the user, will be analyzed.

2.3.1 Garmin

Garmin is a large company that specializes in GPS technology. It sells smartwatches and other technological devices that are either sports or health related. On their smartwatch different applications are installed. They have a few applications that use heartrate as input. There is for example the body battery application (figure 3) which is a value of [0,100] that the user gets as feedback on the 'battery' charge of their body [43]. This is based on the users physical activity, stress, rest and sleep. Garmin argues that 'stress is a state of arousal' which can be either positive or negative [43]. This can be compared to arousal on SI. They measure this by analysis of heartrate variability (HRV). When having a heartrate of 60 beats per minute the time in-between beats will probably not be perfectly 1 second. The variety of seconds in-between beats is your HRV. Garmin argues that when it is higher your body is in rest and digest state.

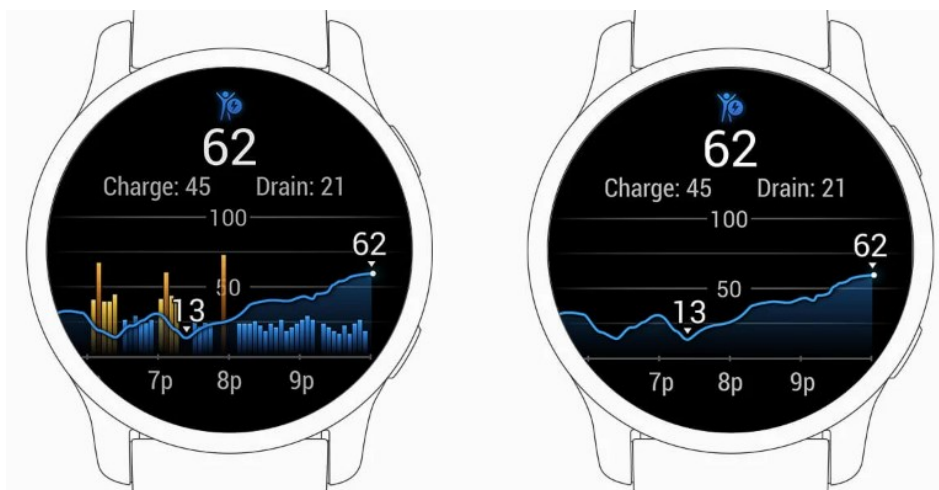


Figure 3: Garmin's body battery function that measures physical activity, stress, rest and sleep in order to calculate a body battery value [0,100] for feedback to the user [43].

They also have an application which purely tracks stress (figure 4) [44]. This stress level is explained by a value of [0, 100]. This value uses a combination of heartrate and HRV. They state this feature is not measuring stress while performing physical activity because physical activity is considered stressful on its own. This is exactly the problem that SI is currently experiencing. Garmin is however not even measuring stress (arousal) when physical activity is happening. The interface also uses colors to depict certain levels of stress. The higher the stress level the more red the color is. In the application there is also a separate interface for daily averages of the stress level.



Figure 4: Garmin's stress tracking application which results in a value of [0, 100] [44].

Garmin also has a heart rate monitoring feature (figure 5) [45]. Garmin mentions that many of their health and activity insight applications are influenced by measuring heartrate, such as the body battery, sleep tracking or respiration rate [45].

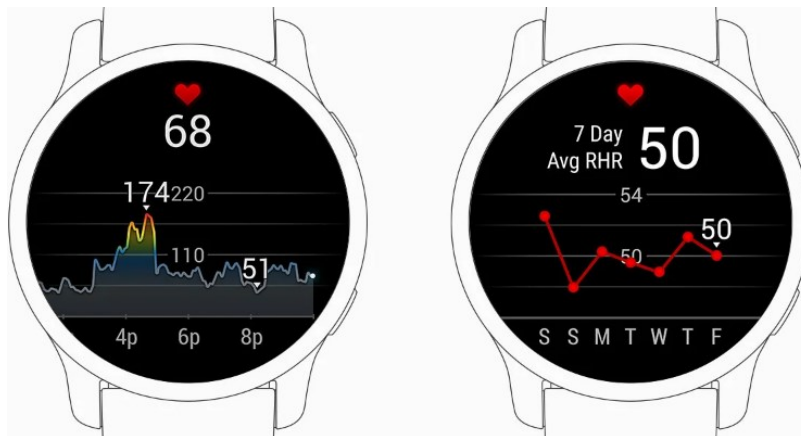


Figure 5: Garmin's heartrate monitoring application [45].

Garmin uses a PPG sensor (same as SI) to measure heartrate at the wrist [45]. On the interface on the connected smartphone one can work with heartrate minimums and maximums which can be manually set or can be overwritten by reliable real-time measurements if they occur [45]. Garmin gives advice in considering training in so-called heartrate zones, or in other words, training at for example at 50-60% or 70-80% of your maximum heartrate. They argue that low zones are better for warmup and recovery and higher for improvements [45].

2.3.1 Google Fit

Google Fit is an application that is downloadable in both the app store (Apple) and the Play store (Google) [46]. It has quite a simple heartrate tracking function which results in the following interface on the smartwatch (figure 6). As can be seen in figure 6, the type of activity at a certain moment is displayed in the application by means of an icon (bicycle). The application is showing your day to day heartrate, your current heartrate and also your minimum and maximum of that day. One can also make a current heartrate reading with the press of a button. Also there is an overview of three different heartrate zones where the user can be in [47]. Next to these functions there is really not much of an explanation by the application on how everything works . Also interpretation of the data is up to the user.



Figure 6: Google Fit heart rate tracker interface on a smartwatch [48].

2.3.1 Apple Watch

Apple watch has its own applications built-in in their smartwatches. There is the heart rate notification application (figure 7) which measures heart rate and physical activity or movement in order to measure unusual low or high heart rates in case of no movement or with movement [49]. If there is for example a high heart rate and the user is not moving it gives a notification to the user when the heart rate exceeds a certain threshold.

The workout application (figure 8) can display heart rate zones, current heart rate and average heart rate which are supposed to assist the user in exercise [50].



Figure 7 (left): Unusual heart rate notification application [49]. Figure 8 (right): Heart rate zones and average heart rate [50].

Apple also has a standard application called iHealth which organizes health related information in one place [51]. It has a separate page for heart rate related information which can be seen in figure 9. This displays the current heart rate, the average heart rate, the HRV and the resting heart rate. The interpretation of the data is entrusted to the user. Apple does not give information of what normal levels of HRV are. Since HRV is mostly used as stress measure the users have to do their own research on what normal levels are and on what HRV is actually doing in general [52]. It is possible to download alternative applications that can measure stress values which do give this background information to the user [52].

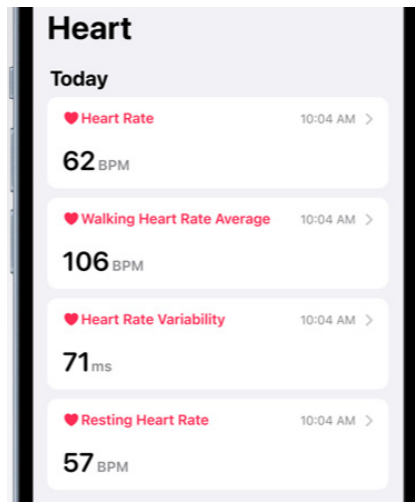


Figure 9: Overview of heartrate page in iHealth application of Apple [51].

2.4 Relevance

From the background literature on especially Sense-IT it appeared that there is no clear idea behind the current way of receiving baseline measurements by the user. The measurements are different for everybody because there is no protocol present that ensures that all users receive the same accurate feedback on their emotional arousal.

In addition it is found that measuring only heartrate in order to measure emotional arousal is inaccurate due to the influence of physical activity on heartrate values. SI does measure the type of activity and displays this next to the current PCEA value, but the values are up to the interpretation of the user. According to an expert (R. Klaassen, private communication, April 6, 2023) for the development of SI the algorithm is too simple and among other things not paying enough attention to physical activity. The lack of considering physical activity is also shown in the state-of-the-art where Garmin stated that they are not measuring stress (note: their perspective of stress is quite similar to SI's perspective on arousal) when the user is physically active since this would give inaccurate measurements.

Most devices found in the state-of-the-art make use of heartrate and or HRV in order to give the user feedback, however it is found that the user has quite a big task in interpreting this data. Some applications do give explanations of what the meaning of every variable is, but most of the times they do not. There are a lot of devices that use heartrate or HRV to measure stress but there seems to be a lack in measuring emotional arousal by combining heartrate and physical activity for the devices that are currently available on the market.

When it comes to baseline measurements it can be said that they are not really present. Applications such as the Garmin heart rate monitor allow users to manually change certain data such as maximum heartrate or minimum heartrate in the settings in order to achieve more accurate data. Others integrate measuring baselines in the algorithm of the application, such as the Garmin stress tracking application, Google Fit and Apple's iHealth. Baselines are then determined by the total measurements of the user and are possibly improved overtime. The algorithms behind the application are almost always a black box. Some companies do tell what factors are involved in the algorithms but do not reveal exactly how the calculations are made. This is expectable since these algorithms are part of their business model and it would not be smart to give them away to other companies.

In conclusion, this literature review will be succeeded by an ideation session where concepts of an improved version of SI will be created. There will be thought of how these concepts can be an improvement for the instructions for the user on how to perform the baseline measurement and an improvement for the algorithm for it to be more sophisticated and representative for emotional state.

3. Ideation

For the design process of this graduation project the Creative Technology design process, as described by Mader and Eggink, will be followed [53]. First the process of ideation will take place. This process includes investigation and analysis of stakeholders, acquiring basic requirements of SI prototype concepts and the development of concepts that will try to improve the baseline protocol of SI. Out of these concepts a final concept will be chosen and realized.

The concepts will be developed according to the findings in literature and state-of-the-art research. They will attempt to improve the current baseline algorithm that SI has. The concepts will be analyzed in order to find their advantages and disadvantages. As a conclusion of the ideation chapter one final concept will be chosen including an argumentation on why this concept is chosen. In the following chapters this concept will be further worked out into a final prototype.

3.1 Stakeholder Analysis

Stakeholders are important for designing a prototype or final product. They have certain interests and requirements for a product. In order to find how involved they are and how much influence they have on this project, first the stakeholders will be analyzed. This will be done according to the method described by Mind Tools Content Team [54]. This includes an identification of the stakeholders, a prioritization list and finally a short part where the key stakeholders will be investigated further to better understand what they want and what influence they have on this research. This is important because the concepts that will be created need to fulfill the stakeholders wishes.

3.1.1 Stakeholder Identification

Stakeholders are defined as individuals or a group of individuals who are either being influenced by an organization or project or have the possibility to influence an organization or project [55]. For this research the identified stakeholders are as follows:

- User of SI (students aged 18-27)
- Developers of SI (University of Twente)
- Google (Play store, Wear OS and Google activity API)
- Android (Android Studio, Smartphone for this research, platform for the application)
- Fossil (Wearable in use for this research: Fossil 5e)

3.1.2 Stakeholder Prioritization

In order to find which stakeholders have a big influence or interest in this project they will be prioritized by using a power versus interest graph [55]. Here power is their ability to influence the design process and interest is their interest in the final prototype or final service. Doing this this will guide the process of choosing between generated concepts because requirements can be deemed more important than others based on the stakeholders interest in them. For example, if a stakeholder with high power and high interest is requiring the final concept to have a certain requirement, they should be satisfied because otherwise they will not be happy with the final design.

The Mind Tools Content Team [54] has adapted this method from [56]. The stakeholders will be divided into four categories in a 2x2 grid where power and interest can be either low or high. High power and high interest stakeholders will need to be managed closely and need to be fully engaged. Great efforts will need to be done to satisfy them. High power and low interest stakeholders need to be kept satisfied at a low cost. Low power and high interest stakeholders will need to be kept informed and low power and low interest stakeholders will need to be monitored with minimum effort. The power versus interest graph can be found in figure 11.

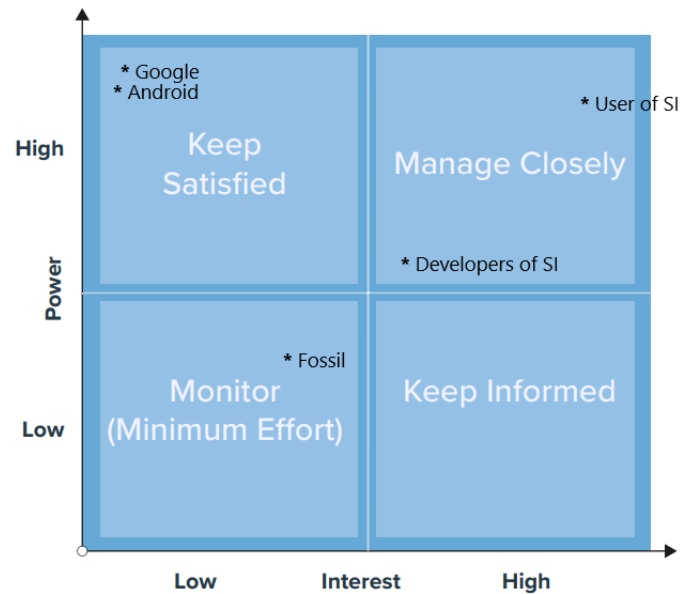


Figure 10: Power versus interest graph as described by [55] and adapted from [56].

3.1.3 Key stakeholders

The key stakeholders in this research are the users of SI. Their requirements are most important in improving the baseline protocol of SI, since the application is developed for them. Most other stakeholders have certain rules that have to be followed in order to use their services. They have to keep satisfied.

For this research smartwatches of the brand Fossil will be used since these are available at the University of Twente. This stakeholder is not the most important one due to the possibility to switch to another brand to measure the data that is necessary in order to let SI function. There are more brands which can measure heartrate, HRV or degree of movement.

3.2 Preliminary Requirements

In order to brainstorm for different concepts for a prototype of SI it is necessary to have a list of preliminary requirements. This list (table 4) will be based on the stakeholders' interest, findings in literature, findings in state-of-the-art and conversations/meetings with experts.

Based on this list of preliminary requirements three concepts will be developed out of which a final concept will be chosen. The process of selecting a final concept can be found in section 3.4.

Table 4: List of preliminary requirements.

| |
|---|
| Accurate measurements of emotional arousal for the user. |
| Improved baseline measurement protocol by giving the users instructions on what to do during the baseline measurement. |
| Improved baseline measurement protocol by integrating parts of the baseline protocol into the algorithm. |
| Simple to the point user experience. |
| Assist the user in interpreting and understanding the feedback that is given by SI. |
| Considering the influence of physical activity on heartrate and how this is integrated into the algorithm or baseline measurements. |
| Baseline measurements are based on the users personal metrics. |
| Additional sources of physiological data next to heartrate and physical activity in order to improve estimation of emotional arousal. |

3.3 Concepts Brainstorm

For SI and for state-of-the-art devices there is a lack of accurate data on emotional awareness since physical activity is not considered in the algorithm nor the baseline measurement protocol. Also there is a lack of clear instructions for the user when it comes to the current baseline protocol of SI. The following concepts that will be generated to tackle these found problems will be based on taking physical activity into account and defining a sufficient baseline protocol with clear instructions for the user. As found in the literature research, the baseline protocol can either be a baseline measurement of data which the algorithm needs before the application starts working or the baseline protocol can be integrated into the algorithm which essentially means that the algorithm is doing the baseline measurements. Having no baseline measurement is not a must have requirement since baseline measurements could possibly make the feedback more accurate.

Before determining prototypes a brainstorm was performed with four main ideas on which the concepts can elaborate (figure 11). This brainstorm existed out of a writing session on an A3 paper where the main ideas and principles were considered:

- The way of giving feedback about emotional arousal to the user. This can be achieved by calculating a PCEA level of a certain height, but the other option is to calculate an emotional heart rate as was found in emotional awareness algorithms from literature.
- Performing a baseline measurement before starting the application or make sure that measuring baselines is not necessary because it is integrated into the algorithm. Both options will need user instructions on what to do, which is described in the next bullet point.
- The way of giving instructions to the user on what task(s) they have to perform and how they have to perform these tasks in order to get the application working.
- Possibly taking physical activity into account in the algorithm.

Out of these main ideas three concepts were defined (figure 12). These concepts are still very general. In the end of this chapter a final concept will be chosen. This concept will be elaborated in chapter 4 (specification).

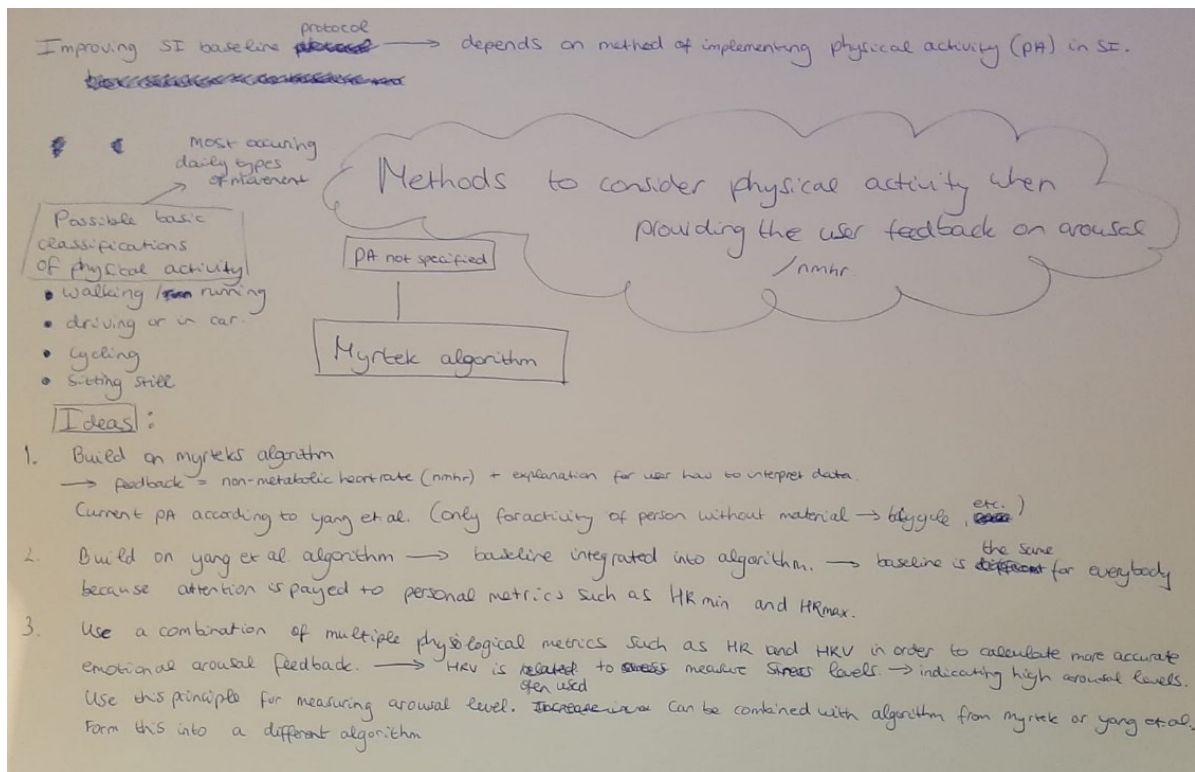


Figure 11: Performed brainstorm on A3 paper with main ideas and principles for the concept development.

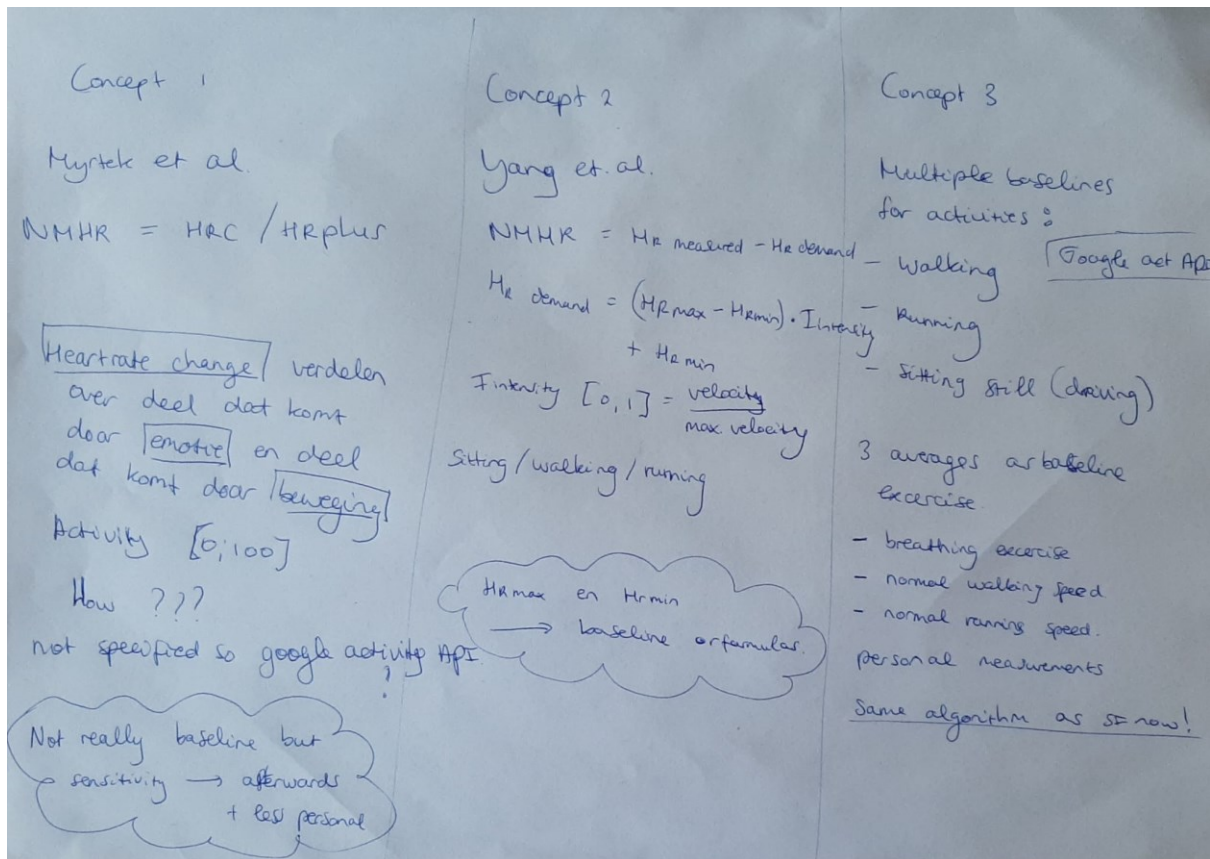


Figure 12: Concepts that came out of the brainstorm.

3.3.1 Concept 1

The SI algorithm will be changed to the algorithm as proposed by the literature of Myrtek [37]. SI will not give feedback on emotional arousal levels but rather display the non-metabolic heart rate level. This level needs to be explained to the user for them to understand what feedback they are receiving. Because the literature from Myrtek and colleagues does not explain how physical activity is measured, this will be replaced by the exercise intensity as proposed by Yang et al. with their alternative algorithm to Myrtek's one [42]. This algorithm requires the maximum achievable velocity of the user to be calculated. This will be done by taking a baseline measurement where the user is instructed to reach their maximum running velocity. Velocity can be measured by the accelerometer in the smartphone and heart rate can be measured by the PPG sensor in the smartwatch. This baseline measurement is performed by walking. Other type of activities will not have baseline measurements specifically for them. The user will be informed of this meaning that the values of other type of activities other than walking and sitting still will most likely be less accurate.

3.3.2 Concept 2

The SI algorithm will be changed to the algorithm as proposed by the literature of Yang et al. [42]. SI will not give feedback on emotional arousal levels but rather display the non-metabolic heart rate level. This level needs to be explained to the user for them to understand what feedback they are receiving. This algorithm has a lot of user metrics involved; physical activity, cardiovascular condition, maximum and minimum heart rate. This way of making the algorithm personal should result in more accurate data. The algorithm was ineffective for movement types that are not representable for physical activity such as cycling. SI can currently turn off feedback for certain activity types which are classified by Google Activity API. This function can be used to turn off feedback during cycling because the algorithm cannot accurately give non-metabolic heart rate for cycling.

Before starting the application two baseline measurement will take place where the user will be instructed to first record their minimum heartrate and second record their maximum heartrate. After this process is finishes the user can start using the application.

3.3.3 Concept 3

The current SI algorithm is measuring different types of activities by using Google Activity API. These activities are sitting, walking, running and being in a vehicle. As of now the application displays the PCEA value together with the type of activity that was performed during the measurement of that value. The type of activity is not used in baseline measuring and only displayed as a tool for the user to interpret their data. This concept focusses in creating multiple baselines for the above-mentioned different type of activities. This concept is expected to give more intuitive feedback to the user. As found in literature the more extreme the activity or exercise that the user performs is, the more inaccurate the measurements are [42]. Therefore this concept will focus on taking baseline measurements for the activities such as sitting, walking, running, driving and cycling.

3.4 Expert Interview

In order to select a final concept, a semi-structured interview (structure can be found in Appendix C: Expert Interview Structure) was conducted with two experts in the fields of either psychology, neurophysiology, health technology or computer science. Before the interview the experts were asked to read an information brochure (Appendix A: Interviews Information Brochure) and fill in a consent form (Appendix B: Interview Consent Form).

The experts were introduced to the three concepts. In addition they received questions on what their opinions were about these concepts, what they liked or disliked about the concepts, what they think is missing or what they think could be a possible improvement. The interview with Expert A can be found in Appendix D: Interview with Expert A and the interview with Expert B can be found in Appendix E: Interview with Expert B. The most important findings will be documented in the next subsection.

3.4.1 Result Expert Interviews

First a few general questions were asked about the goal of SI and the role of the experts in the development of SI. Expert A (from now: EA) argues that the goal of SI is to give the user feedback on their emotional arousal levels in their daily lives, so outside of a lab. The aim is to do it in a relatively stable way with standard hardware in order to serve different groups of target users. EA also stresses that context is very important when using SI. Biofeedback is different for everybody. Therefore there is a need for the application to be personalized according to the users metrics. Everyone has a different body that responds different to certain situations. Expert B (from now: EB) thought roughly the same about the goal of SI as EA.

When it comes to the baseline measurement, EA thinks that the baseline is very impactful for the feedback that SI gives to its user but there are unfortunately no instructions or guidelines on how to behave during the baseline measurement. When for example the user is told to perform breathing exercises during the baseline measurement, the baseline for the whole day is probably too low. In addition it is not clear what the most accurate way of measuring a baseline is. One could possibly talk to people during the baseline, which will give different results than just sitting down. Currently there is room for personalization but most users do not use them unless there are clear instructions on how to use them. The current system uses the 'one size fits all' principle, but EA doubts whether or not that was the correct solution for the SI baseline protocol back when it was being developed.

EB also finds that there is currently a lack on instructions or ideas behind the baseline measurement. EB argues that a possible solution could be to include some everyday activities into the baseline measurement such as talking to people or standing up and down. When standing up or down or talking to people ones heartrate tends to increase which makes that SI will cue the user with feedback very often is this is not taken into account in the baseline. According to EB it was found that people often argue that SI is too sensitive. That is probably

due to the baseline being very simplistic. EB also argues that the current way of measuring a baseline was originally intended to let people design their own baseline protocol, but regrets this decision now because it seems to be too hard for the users to create a proper baseline where application is not too sensitive.

The three concepts were introduced to both experts. Both EA and EB found the two concepts about emotional heartrate a bit out of scope for the goal of SI. Especially EB argued that a lot of different applications that are out on the market claim that they can measure things more accurate than they can in reality. Some devices for example claim to measure stress which is technically still not doable. The values will probably be correct most of the time but the devices give too much incorrect stress values. Therefore EB does not think SI should claim to measure emotions by giving the user a value for their emotional arousal level, but rather give the user insights into their emotions throughout the day. From all three concepts EB argues that the third concept is preferred since it takes into account more or less the physical activity of the user. EB does however stress that it is important to make correct decisions on the instructions for the users during the baseline measurements since there are a lot of small activities such as standing up, walking stairs or talking to people, which heavily influence ones heartrate.

EA also argues that the first two concepts go a bit out of the scope of this research, namely improving the baseline protocol. The first two concepts try to implement this by integrating this into the algorithm and thus possibly removing the baseline which is the main topic of this research. EA thinks that concept 3 is an interesting way of measuring baselines. Measuring multiple baselines are expected to take into account the influence of physical activity on heartrate even more. EA is interested in concept 3 and for which activity this is possibly improving the current version of SI in that activity.

3.5 Final Concept

The selection of a final concept will be based on literature, state-of-the-art and expert interviews. It was found that physical activity has a heavy influence on heartrate and thus the outcome of the current SI application. In addition there is the lack of instructions or protocol on how to measure a baseline. Three concepts were developed to tackle these problems. According to both of the experts the third concept is preferred, therefore this concept will be chosen as final concept. This concept will be specified further in chapter 4 'specification'. The preliminary requirement list will be elaborated and further specified so that there are clear functional requirements for this concept in order for a prototype to be build.

4. Specification

In this chapter the preliminary requirements found in the ideation chapter will be specified according to the needs of the third concept. Requirements which were found in the expert interviews will also be added to this list. The requirements for the prototype of concept 3 will consist out of functional and non-functional requirements and will be based on literature, state-of-the-art and expert opinion.

4.1 Requirements

The requirements will be categorized based on importance. This is done with the MoSCoW method where the requirements will be categorized to be either a must have, should have, could have or won't have [57]. The list of requirements can be found in table 5.

Table 5: Table of functional and non-functional requirements ranked according to the MoSCoW method.

| Priority | Functional Requirement |
|------------|---|
| Must have | Baselines which can be set for multiple activities. |
| Must have | Instructions for the user on how a baseline should be measured (i.e. which tasks should be executed or should not be executed). |
| Could have | In app explanation of settings that can be altered by the user. |
| Won't have | Emotional heartrate. |
| Won't have | Additional sources of physiological data next to heartrate and physical activity. |
| Could have | Instructions for the user on how to interpret the feedback they are receiving. |
| Must have | Explanation and baseline instructions when the applications is first opened. |
| Priority | Non-Functional Requirement |
| Must have | Simple to the point user experience. |
| Must have | Accurate measurements of emotional arousal for the user. |
| Must have | Baseline measurements should be based on personal metrics. |

4.2 Requirement Execution

For the new version of SI there will need to be five different baselines that can be performed. Therefore there are five different overviews necessary for the five main types of activity that the application will measure namely; sitting still, walking, running, cycling and driving (a car). These overviews will need to be conveniently grouped together and put into a convenient place inside of the application. In the overview page they should be able to perform a baseline measurement. Having five baselines of multiple types of activity means that the baseline measurement is based on the personal metrics (physical condition) of the user.

The baseline measurement page must contain an overview of information for the user that gives them instructions on how to perform a baseline measurement. Also there need to

be instructions on the whole SI application and the baseline measurement when the user opens the application for the first time. This is needed in order to fulfill the requirement of giving the user a simple and to the point user experience.

Based on personal experience with the application a few more things will be changed in the prototype. When, in the current application, certain settings are changed and the user switches tabs, the settings will not be automatically saved, but instead the user has to press the button 'save settings'. In the new application, when leaving a page where settings are changed, the user will now be asked first if they want to save their changes before they can leave the page.

Before realizing the final prototype the above specifications are worked out into a diagram (figure 13) where all new pages are sketched out including what they will look like in the final prototype. In the left-top of the diagram the opening page of the application is drawn, where the user will read text about SI and an encouragement on performing baseline measurements. When pressing the button the user will directly go to the baseline measurement overview on the left-bottom. Here the user can select an activity for which they want to perform a baseline measurement. There will be instructions present on that page on how to behave during a baseline measurement to get the best results. The right-top menu is the new main menu where the baseline measurement overview will not be hidden under the settings tab but rather receive an own dedicated tab.

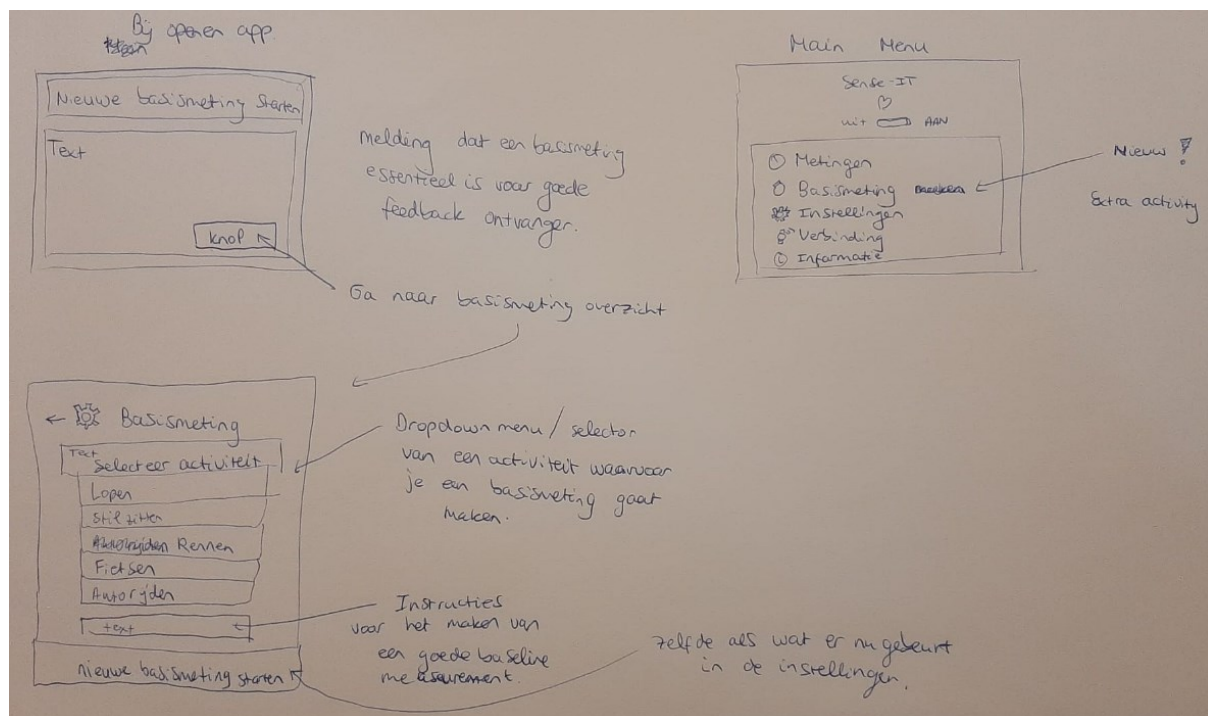


Figure 13: Diagram of the architecture of the final prototype of SI.

5. Realization

In this chapter first the final prototype will be made in combination with an explanation of the functionality of the changes that have been made in comparison to the original application. An thorough explanation of the current SI application can be found in Derks et al. [7].

The prototype consists out of applications for a smartphone and a smartwatch. The code for the SI prototype is developed in Android Studio and from there distributed on the smartphones and smartwatches that will be used for the user evaluation in chapter 6.

5.1 Final Prototype

The final prototype will be based on the current version of the SI application. To realize the new application, the old application was copied and a few changes were made. The baseline measurement overview page was moved and copied multiple times for the different types of activity. Also the algorithm of calculating the PCEA values was changed. In addition instructions on the functionality of the application and on how to perform a baseline measurement were added to the application.

To start realizing the final prototype first a flowchart is made which can be found in Figure 14. In the flowchart the orange color stands for an instruction pop-up. The green color stands for buttons that can be pressed by the user which will lead them to a new page which is indicated with the arrows.

When opening the prototype application for the first time, the user will see a page with opening instructions on the functionality of SI in combination with an explanation of why performing baselines is important (Figure 15). These instructions (in Dutch) can be found in Appendix J: In-App Instructions.

After reading this page the user can click on either 'start baseline measurement (blue)' or 'don't show this again'. When they press the 'don't show this again' button they reach the main menu which is shown in Figure 16. If the user presses on the blue button 'start baseline measurement' they will reach the baseline measurement overview menu (Figure 17), which can also be reached from the main page when clicking on 'baseline measurements' (Dutch: basismetingen).

In the baseline measurement overview the user can select the type of activity (Dutch: activiteit) they want to see the overview for. The pages look the same but the data changes according to which type of activity is selected. On every page the button 'start baseline measurement (Dutch: nieuwe basismeting starten) can be pressed. The watch and the smartphone will then start recording heartrate for the amount of measurements that is set in the settings (Dutch: aantal metingen van basismeting). The baseline measurement only takes into account accurate enough measurements as determined by the system. When the baseline measurement is finished the data of the average heartrate and the standard deviation will have changed and should be saved first (Dutch: instellingen opslaan) before leaving the page. When the user leaves the page without saving a screen will pop-up where they will be asked to either save their changes or they can choose to continue without saving them.

Inside the baseline measurements overview page of Figure 17 there is a question mark in the right-top corner of the screen. If the user presses this a new screen will open up with instructions on how to behave during a baseline measurement for a specific type of activity (). The instructions (Dutch) can be found in Appendix J: In-App Instructions.

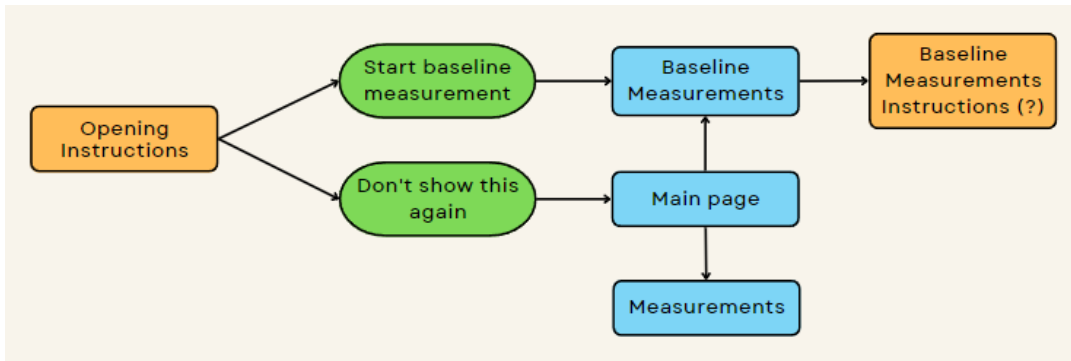


Figure 14: SI application navigation flowchart.

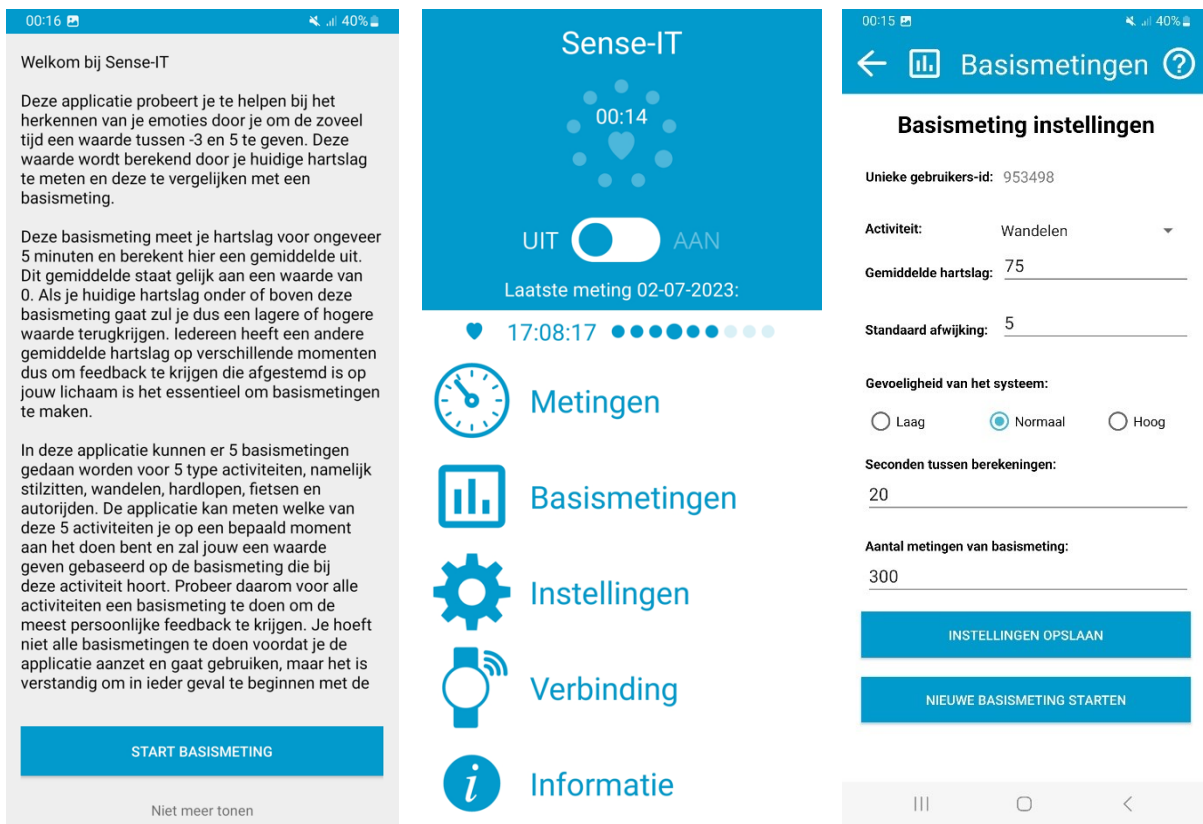


Figure 15 (left): Opening page of SI prototype.

Figure 16 (middle): Main page of SI prototype.

Figure 17 (right): Baseline measurement overview of SI prototype.

In the interview with expert B which was conducted in chapter 3, the expert mentioned that for a baseline measurement of sitting still the user should try to have a bit of social contact and also try to stand up and sit down a few times. This gives the baseline measurement more standard deviation of the users heartrate and prevents the application from giving a high PCEA value to the user when they are standing up. If they would not integrate standing up into the baseline measurement the device will, according to expert B, often give a message of high PCEA value and this is not wanted. Having sufficient variation in the baseline measurement is confirmed by research from [58] as they instruct their user to perform 1 minute of walking around and 1 minute of social interaction during their baseline measurement of the SI

application. Note that this is the current version of SI and thus only has one baseline measurement. Therefore in this prototype of SI it is chosen to instruct the user with activities during their baseline measurement that are expected to bring variation into their heartrate but do not affect their average heartrate too much. The instructions for all the five activities can be found in table 6.

With this prototype the must have requirements of Table 5 are now realized. The could have requirements are unfortunately not met in this prototype but that will remain an option for future work. The extent to which the requirements and thus the final prototype satisfied the main research question will be evaluated in chapter 6.



Figure 18: Instructions (in Dutch) for performing a baseline measurement for every type of activity in the SI prototype.

Table 6: Instructions for how to behave during a baseline measurement for the five types of activity of SI.

| Activity | Instructions |
|----------------------|---|
| Sitting still | Sit still for the most part but try getting up and sitting down a few times for variation. Also try to make a little social contact. |
| Walking | Take a walk and try to sit or take a small jump every now and then to make variation in your heart rate. Also try to make a little social contact. |
| Running | Try to run at a moderate pace. Try to walk a little slower and a little faster every now and then. |
| Cycling | Cycle at a moderate pace. Try to cycle a little slower and a little faster every now and then. |
| Driving | Start the measurement before you start driving for safety. It is expected that there will be enough variation in traffic, but preferably try to find a quiet route. |

6. Evaluation

The prototype that has been made was created for the target group of students of 18 to 27 years old. To test whether the prototype satisfied its requirements and whether it answers the main research questions of improving the current baseline protocol, a within subject user evaluation was held. Ethical permission for this user study was granted by the Ethics Committee of Computer & Information Science from the University of Twente (application number: 230419).

6.1 Evaluation Structure

6.1.1 Goal

The goal of the evaluation was to do research with potential users on whether the prototype with multiple baseline measurements including instructions on how to use them, is improving the current Sense-IT application, while focusing especially on the baseline measurement protocol. In addition the goal is to acquire feedback through the qualitative data from the user interviews in order to further improve SI in the future.

6.1.2 Method

A within subject design took place. Four students aged 18-27 (both male and female) were asked to use both the current and the new application for 2 days each. They have first used the current version of Sense-IT. Every time when the participants have used one of the versions they were asked to fill in a System Usability Scale (SUS), thus they each filled in two in total. A SUS is a quick and dirty way of acquiring feedback from users about the usability of a system [59]. When the four days passed, the participants were interviewed and asked about their experiences and about what they thought of both applications. These two inputs (SUS and interview) will be used to make conclusions on the main research question, which is:

- How to improve the baseline-measurement protocol for measuring emotional arousal for the sense-it application in order to get better feedback for the user?

6.1.3 Procedure

Before starting the user study the users were asked to read an information letter (Appendix F: User Evaluation Information Brochure) that contained information about their rights in this research. In addition they were asked to fill in a consent form (Appendix G: User Evaluation Consent Form) where they give consent for participating in this research.

When starting the research, first the users were told that the functionality of Sense-IT is to assist in enhancing emotional awareness by providing the user with feedback on emotional arousal levels (emotional arousal will be explained by using the emotional model of Russell [23]). In order to have accurate and personal feedback the user was instructed to perform a baseline measurement. The settings of the application were set so that the application gives notifications on the users PCEA value for every type of activity (this is not default). The user was instructed that they could change every setting on their own initiative.

When performing the user test the users were asked to behave as they would normally do in their daily life. They were asked to keep the application with them for as much as possible. In addition they were asked to show interest in the application which holds that they will spend enough time on exploring the application and all its functions. This meant not just wearing it as a watch, but also being encouraged to explore the application.

In order to let the user evaluation go as planned the user were given the previous information formed into the following instructions, which were given to the user to read for themselves before starting the user evaluation process:

User instructions before starting the user evaluation process.

Before starting I will ask you to read the information letter I sent you. After that I will ask you to read the consent form and fill it in if you agree with all the points that it contains. After you have signed the consent form the research can start. First I will give you some instructions.

The Sense-IT application is assisting you in enhancing your emotional awareness. Emotions are often described by two axis; arousal and valence. Valence means whether an emotion is either negative or positive. Arousal is the intensity of an emotion. This application gives you feedback on you emotional arousal. It does so by measuring your heartrate and calculating a value between -3 and 5 (by default), where 0 is baseline. This value is displayed on the smartwatch and smartphone as your emotional arousal level, and is updated every now and so often. The behavior of the application and how it determines the level of emotional arousal that you receive is by comparing your measured heartrate with the baseline measurement of your heartrate. Inside of the application on the smartphone you can perform a baseline measurement. In order to let the application give you accurate and personalized feedback it is necessary to perform a baseline measurement. Therefore I give you the task to perform a baseline measurement. In addition I give you the task to wear the smartwatch and use the application for four days.

After two days I will give you a different version of the application for which you will get the same instructions as I have given you now; perform a baseline measurement and wear the smartwatch and use the application for two days.

In addition you will be asked to fill in two short surveys. One after using the first application, the other after using the second application. I will send you a reminder to do this. After the fourth day you will be interviewed by me.

IMPORTANT: You are encouraged to show interest in and to explore the application and its functionality in order to get the full user experience. You are allowed and encouraged to look through the settings of the application and change them as you like at all time. If you cannot get the application working or if there are other issues, try it yourself first. Otherwise feel free to contact me.

The participants of this research will stay anonymous, therefore their names will from now on be P1, P2, P3 and P4 respectively, where the P stands for *participant*.

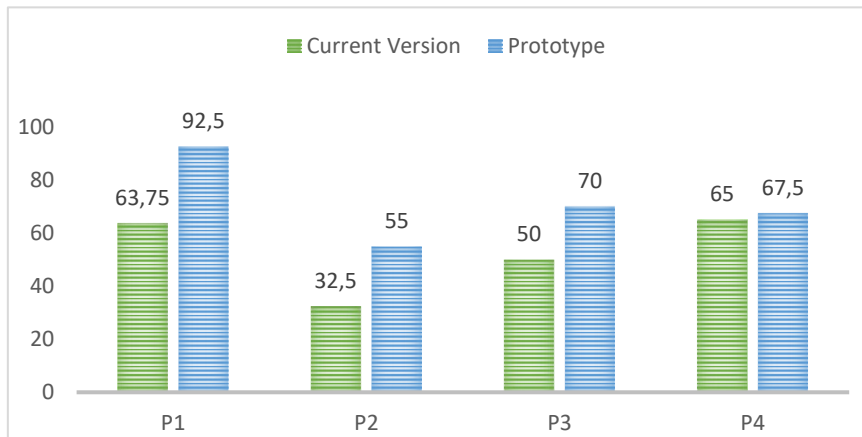
6.2 Results

6.2.1 System Usability Scale

The system usability scale (SUS) is a quick way to gather feedback of the usability of a system, in this case the SI prototype [59]. The SUS exists out of 10 questions about the usability of a system. The SUS is a Likert scale which means that all the questions can be answered from *strongly disagree* on the left to *strongly agree* on the right with a total of five possible answers [59]. An example of a SUS that the users filled in can be found in Appendix I: User Evaluation System Usability Scale. The result of a SUS is a number of 0 to 100 where 0 means that a system is not very usable and 100 means that a system is very usable. The calculations are done according to Brooke [59]. The results of the SU scales can be found in Table 7.

From the SU scales it can be concluded that all four users found the prototype more usable than the current version of Sense-IT.

Table 7: Results of the SUS for all participants on the current SI version and the prototype.



6.2.2 Interviews

The interview with the participants were held immediately after they finished the four days of user testing. The interview structure can be found in Appendix H: User Evaluation Interview Structure. The participants were asked general questions about their experience with mobile health devices. Also they were asked either general and specific baseline measurement questions about the current SI version and the prototype. To analyze the interviews the important or interesting findings in both interviews were annotated. Afterwards these annotations lead to a list of main takeaways. These were as follows:

- All participants showed a clear preference for the prototype concerning the clarity. There were build-in instructions in the application which lead them to perform baseline measurements. Also they were instructed on how to behave during the baseline measurements which they also found very helpful.
- It was found that in the current version of SI, when there are no instructions on taking a baseline measurement the users will behave like they would behave normally, so either keep sitting still and watching the smartwatch and/or the application, or just continuing with the things they were doing at that moment.
- Following the instructions in the prototype was found to take effort. It is a long list of instructions consisting out of only text. This does not motivate the user to read all of it but rather skip certain parts. One of the participants did not read the full instructions and therefore only performed one baseline measurement for the activity *sitting still*. This is the activity that is selected by default in the baseline measurement overview page. It was found very helpful that there were instructions in the first place but in general they were thus found a little inconvenient.
- When using the current version of SI almost all participants reported that the application was giving a lot of notifications of high PCEA values and thus high emotional arousal. Especially when the user was sitting still and was suddenly standing up. These sudden notifications were less apparent in the prototype, which was perceived as more stable in high emotional arousal notifications. Almost all participants reported that, because of this sensitivity for standing up, they turned off notifications for increases in emotional arousal for the current SI version. Receiving too many notifications is thus considered to be annoying by the participants. It gave them enough reason to stop using the application and change the settings. The participants did not change other settings in the prototype.
- Three of the four participants mentioned that they have performed the baseline measurement for the current SI version more than once. One participant did this because their data was not saved properly. The other two found the application not accurate enough when using it and therefore re-performed the baseline measurement.

For the prototype it was found that the participants did not perform a baseline measurement for a specific activity multiple times.

- Table 8 shows for what type of activity the participants each have done a baseline measurement. All of the participants did the baseline measurement for *sitting still* but the more movement the activity type entails the less participants have performed the baseline measurement. Only two of the four participants had a driver's license, but still no-one performed the baseline measurement of driving a car.

Table 8: Baseline measurements that each participant performed for each type of activity in the prototype.



7. Discussion & Future Work

In this chapter the results of the user evaluation will be discussed including main takeaways. Of the SUS and the interviews. In addition the limitations of the research will be mentioned in combination with possible future work.

7.1 Primary Findings

This research describes how a prototype of the Sense-IT application was developed in order to improve the baseline measurement protocol of the current version of the application. It was found that in the current version of Sense-IT there was not enough attention paid to physical activity. The type of physical activity was displayed via an icon next to the measurement that was taken at a certain moment however it was not integrated into the algorithm. This research mainly focused on two things, namely improving the baseline measurement protocol by giving the user proper instruction in the application itself and by using the physical activity of the user into the algorithm somewhere. The final concept does this by measuring multiple baselines of the user, which makes the baseline measurement values of the heartrate based on different types of physical activity. It was expected that this would make the prototype somehow accurate by having different average heartrates for different types of activity, but also having not too much variation in one single baseline measurement. As reported by the users the prototype was indeed less prone to sudden changes in emotional arousal levels due to for example standing up, walking the stairs or taking a sprint now and then.

The participants found the instructions on how to behave during the prototype very helpful in comparison to the current SI version. However in the user evaluation a learning effect is expected to be present. The participants have first used the current SI version and afterwards used the prototype which makes them already familiar with the interface and most of the functionality of the application. This lets them focus more on the new functions of the application rather than them having to explore the whole application in one take. The evaluation of both applications lasted two days which is not that much but it was expected that they wear learning from using the current SI version.

In general the participants found that the application was very usable. The outcome of the SUS was higher for the prototype for every participant. The participants did rate the current version of SI on average with an average value of 52,81 on the SUS. The new version was rated 71,25 on average. According to [60] a SUS score of above 68 can be considered a usable system and a score of below 68 can be considered a system that is not very usable. Looking at the scores that the participants of this research have ended up with it can be said that they rated the prototype as usable compared to the current SI version which they rated as not very usable.

The must have requirements that were set for the prototype were to have instructions for the users on the application when they first opened it, to have instructions on the users behavior when performing baseline measurements and to have a prototype that has an algorithm that calculates the users emotional arousal based on multiple baselines for different types of activity. All these must have requirements were met. The user found the instructions very useful but gave as feedback that they would rather have them more convenient by letting it use less text and by not taking that much effort in reading them all.

7.2 Limitations & Future Work

One of the limitations of this research is that it was executed with only four people. This makes the results less significant but it is a start of research on the Sense-IT application and possibly improving its baseline measurement protocol. For future research the number of participants could be improved in order to gather more significant results.

The time that the participants could use both applications was very short. It is expected that this reduces the impact of the learning effect on the study results, however the participants have not had the possibility to use the applications for a longer time. If they could have used

the applications for a longer time period the participants have more time to explore the multiple baselines of the application. The baselines for *driving a car* and *cycling* were almost not performed by the participants. In addition the long-term effects of the applications could be mapped even better if this research is performed in the future with multiple participants with more time available.

Not all requirements of the prototype were met. There were a few should have requirements on instructions on the interpretation of the PCEA values that the user receives. Also there were no instructions on the settings of the application. This among other things was not the primary focus of this application and the main research question of this research namely how to improve the baseline measurement protocol for the SI application. SI is a technical application which needs either a good briefing for its users beforehand by a person, or the application needs in-app instructions. As was found in the user evaluation users almost never changed the settings of the application. They have only changed them when the application was giving too much notifications for their liking. Both of these aspects of the SI application can possibly be tackled in future research.

For the prototype there are now very basic instructions on how to behave during the baseline measurements for every type of activity other than *sitting still*. Only the instructions for this type of activity are for the biggest part based on research. The other parts are extending the claim of [58] to have sufficient variation on the baseline measurement. These instructions could possibly be improved in order to have a more accurate baseline measurement.

8. Conclusion

The aim of this research was to find out how the baseline measurement protocol of the Sense-IT application could be improved. Sub-questions were set up to answer this main goal. First the functionality of the application including its baseline measurement protocol was explained in the literature review. It was discovered that a protocol can either be via instructions or by integrating (parts of) it into an algorithm. Also it was found that physical activity had a lot of influence on heart rate which is the main metric that is used by Sense-IT to measure the user's emotional arousal. These findings led to a prototype which used multiple baseline measurements for different types of activities with instructions on how to use the application and how to behave during the baseline measurements. The prototype was received very positively by the participants. They found that the instructions helped increase the clarity of the applications as well as the process of performing baseline measurements. Although the participants indicated that the instructions could be presented in a more convenient way, the prototype was met with enthusiasm by the participants.

In conclusion, it can be said that this prototype has improved the baseline measurement protocol of the Sense-IT application.

References

- [1] S. Torgersen, E. Kringlen, and V. Cramer, "The Prevalence of Personality Disorders in a Community Sample," *Arch Gen Psychiatry*, vol. 58, no. 6, pp. 590–596, Jun. 2001, doi: 10.1001/archpsyc.58.6.590.
- [2] J. M. Oldham *et al.*, *Practice Guideline for the Treatment of Patients with Borderline Personality Disorder*. in American Psychiatric Association practice guidelines. American Psychiatric Association, 2001. [Online]. Available: <https://books.google.nl/books?id=xvQ2QKok3-oC>
- [3] A. S. New *et al.*, "Empathy and Alexithymia in Borderline Personality Disorder: Clinical and Laboratory Measures," *J Pers Disord*, pp. 1–16, Aug. 2012, doi: 10.1521/PEDI_2012_26_037.
- [4] R. M. Bagby, J. D. A. Parker, and G. J. Taylor, "The twenty-item Toronto Alexithymia scale—I. Item selection and cross-validation of the factor structure," *J Psychosom Res*, vol. 38, no. 1, pp. 23–32, Jan. 1994, doi: 10.1016/0022-3999(94)90005-1.
- [5] American Psychiatric Association, "Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders," *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, May 2013, doi: 10.1176/APPI.BOOKS.9780890425596.
- [6] K. Lieb, M. C. Zanarini, C. Schmahl, P. M. M. Linehan, and P. M. Bohus, "Borderline personality disorder," *The Lancet*, vol. 364, no. 9432, pp. 453–461, Jul. 2004, doi: 10.1016/S0140-6736(04)16770-6.
- [7] Y. P. Derks, R. Klaassen, G. J. Westerhof, E. T. Bohlmeijer, and M. L. Noordzij, "Development of an Ambulatory Biofeedback App to Enhance Emotional Awareness in Patients with Borderline Personality Disorder: Multicycle Usability Testing Study," *JMIR Mhealth Uhealth*, vol. 7, no. 10, p. e13479, Oct. 2019, doi: 10.2196/13479.
- [8] W. van der Veen, "App herkent olopemde emoties bij Borderline," *Utwente*, 2022. <https://www.utwente.nl/nieuws/2022/7/714755/app-herkent-oplopende-emoties-bij-borderline> (accessed Mar. 10, 2023).
- [9] M. Arguedas, T. Daradoumis, and F. Xhafa, "Analyzing how emotion awareness influences students' motivation, engagement, self-regulation and learning outcome," vol. 19, pp. 87–103, Jan. 2016.
- [10] T. J. Betjeman, S. E. Soghoian, and M. P. Foran, "mHealth in Sub-Saharan Africa," *Int J Telemed Appl*, vol. 2013, p. 482324, 2013, doi: 10.1155/2013/482324.
- [11] "Biofeedback - Wikipedia," 2023. <https://en.wikipedia.org/wiki/Biofeedback> (accessed Apr. 13, 2023).
- [12] F. Kulacaoglu and S. Kose, "Borderline Personality Disorder (BPD): In the Midst of Vulnerability, Chaos, and Awe," *Brain Sci*, vol. 8, no. 11, Nov. 2018, doi: 10.3390/BRAINSCI8110201.
- [13] American Psychiatric Association, "Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders," *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, May 2013, doi: 10.1176/APPI.BOOKS.9780890425596.
- [14] Marsha. Linehan, "Cognitive-behavioral treatment of borderline personality disorder," p. 558, 1993, Accessed: Apr. 11, 2023. [Online]. Available: https://books.google.com/books/about/Cognitive_Behavioral_Treatment_of_Borderline.html?hl=nl&id=Gcsj0giuDrwC
- [15] J. M. Farrell and I. A. Shaw, "Emotional awareness training: A prerequisite to effective cognitive-behavioral treatment of borderline personality disorder," *Cogn Behav Pract*, vol. 1, no. 1, pp. 71–91, Jun. 1994, doi: 10.1016/S1077-7229(05)80087-2.
- [16] J. Füstös, K. Gramann, B. M. Herbert, and O. Pollatos, "On the embodiment of emotion regulation: interoceptive awareness facilitates reappraisal," *Soc Cogn Affect Neurosci*, vol. 8, no. 8, pp. 911–917, 2013, doi: 10.1093/scan/nss089.
- [17] L. A. Stone and K. A. Nielson, "Intact Physiological Response to Arousal with Impaired Emotional Recognition in Alexithymia," *Psychother Psychosom*, vol. 70, no. 2, pp. 92–102, 2001, doi: 10.1159/000056232.

- [18] M. K. Suvak, B. T. Litz, D. M. Sloan, M. C. Zanarini, L. F. Barrett, and S. G. Hofmann, "Emotional Granularity and Borderline Personality Disorder NIH Public Access," *J Abnorm Psychol*, vol. 120, no. 2, pp. 414–426, 2011, doi: 10.1037/a0021808.
- [19] L. F. Barrett, "Feelings or words? Understanding the content in self-report ratings of experienced emotion," *J Pers Soc Psychol*, vol. 87, no. 2, pp. 266–281, Aug. 2004, doi: 10.1037/0022-3514.87.2.266.
- [20] K. Mulligan and K. R. Scherer, "Toward a working definition of emotion," *Emotion Review*, vol. 4, no. 4, pp. 345–357, 2012, doi: 10.1177/1754073912445818/FORMAT/EPUB.
- [21] M. Cabanac, "What is emotion?," *Behavioural Processes*, vol. 60, no. 2, pp. 69–83, Nov. 2002, doi: 10.1016/S0376-6357(02)00078-5.
- [22] P. R. Kleinginna and A. M. Kleinginna, "A Categorized List of Emotion Definitions, with Suggestions for a Consensual Definition," *Motiv Emot*, vol. 5, no. 4, p. 981, 1981.
- [23] J. Russell, "A Circumplex Model of Affect," *J Pers Soc Psychol*, vol. 39, pp. 1161–1178, Dec. 1980, doi: 10.1037/h0077714.
- [24] C. Kauschke, D. Bahn, M. Vesker, and G. Schwarzer, "Review: The role of emotional valence for the processing of facial and verbal stimuli - positivity or negativity bias?," *Front Psychol*, vol. 10, no. JULY, p. 1654, Jul. 2019, doi: 10.3389/FPSYG.2019.01654/BIBTEX.
- [25] A. M. Brouwer, M. A. Hogervorst, M. Holewijn, and J. B. F. van Erp, "Evidence for effects of task difficulty but not learning on neurophysiological variables associated with effort," *International Journal of Psychophysiology*, vol. 93, no. 2, pp. 242–252, Aug. 2014, doi: 10.1016/J.IJPSYCHO.2014.05.004.
- [26] "PROTOCOL | English meaning - Cambridge Dictionary," 2023. <https://dictionary-cambridge-org.ezproxy2.utwente.nl/dictionary/english/protocol> (accessed Apr. 16, 2023).
- [27] S. E. Stahl, H. S. An, D. M. Dinkel, J. M. Noble, and J. M. Lee, "How accurate are the wrist-based heart rate monitors during walking and running activities? Are they accurate enough?," *BMJ Open Sport Exerc Med*, vol. 2, no. 1, p. e000106, Apr. 2016, doi: 10.1136/BMJSEM-2015-000106.
- [28] A. M. Brouwer, E. van Dam, J. B. F. van Erp, D. P. Spangler, and J. R. Brooks, "Improving Real-Life Estimates of Emotion Based on Heart Rate: A Perspective on Taking Metabolic Heart Rate Into Account," *Front Hum Neurosci*, vol. 12, Jul. 2018, doi: 10.3389/FNHUM.2018.00284.
- [29] T. C. Fagan, K. A. Conrad, J. H. Mar, and L. Nelson, "Effects of meals on hemodynamics: Implications for antihypertensive drug studies," *Clin Pharmacol Ther*, vol. 39, no. 3, pp. 255–260, Mar. 1986, doi: 10.1038/CLPT.1986.35.
- [30] A. P. J. van Eekelen, J. H. Houtveen, and G. A. Kerkhof, "Circadian variation in base rate measures of cardiac autonomic activity," *Eur J Appl Physiol*, vol. 93, no. 1–2, pp. 39–46, Oct. 2004, doi: 10.1007/S00421-004-1158-6/TABLES/2.
- [31] P. Grossman, F. H. Wilhelm, and M. Spoerle, "Respiratory sinus arrhythmia, cardiac vagal control, and daily activity," *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, vol. 287, no. 2, pp. H728–H734, Aug. 2004, doi: 10.1152/ajpheart.00825.2003.
- [32] M. Myrtec, E. Frölich, A. Fichtler, and G. Brügger, "ECG changes, emotional arousal, and subjective state: An ambulatory monitoring study with CHD patients.," *J Psychophysiol*, vol. 14, pp. 106–114, 2000, doi: 10.1027/0269-8803.14.2.106.
- [33] K. Plarre *et al.*, "Continuous inference of psychological stress from sensory measurements collected in the natural environment," in *Proceedings of the 10th ACM/IEEE International Conference on Information Processing in Sensor Networks*, 2011, pp. 97–108.
- [34] J. R. Turner, D. Carroll, J. Hanson, and J. Sims, "A Comparison of Additional Heart Rates During Active Psychological Challenge Calculated From Upper Body and Lower Body Dynamic Exercise," *Psychophysiology*, vol. 25, no. 2, pp. 209–216, Mar. 1988, doi: 10.1111/J.1469-8986.1988.TB00990.X.

- [35] M. Myrtek and S. Spital, "Psychophysiological Response Patterns to Single, Double, and Triple Stressors," *Psychophysiology*, vol. 23, no. 6, pp. 663–671, Nov. 1986, doi: 10.1111/J.1469-8986.1986.TB00690.X.
- [36] M. Myrtek, *Heart and emotion: Ambulatory monitoring studies in everyday life*. Ashland, OH, US: Hogrefe & Huber Publishers, 2004.
- [37] M. Myrtek and G. Brügner, "Perception of emotions in everyday life: studies with patients and normals," *Biol Psychol*, vol. 42, no. 1, pp. 147–164, 1996, doi: [https://doi.org/10.1016/0301-0511\(95\)05152-X](https://doi.org/10.1016/0301-0511(95)05152-X).
- [38] M. Kusserow, O. Amft, and G. Tröster, "Modeling arousal phases in daily living using wearable sensors," *IEEE Trans Affect Comput*, vol. 4, no. 1, pp. 93–105, 2013, doi: 10.1109/T-AFFC.2012.37.
- [39] J. Streb, O. Keis, M. Lau, K. Hille, M. Spitzer, and Z. Susic-Vasic, "Emotional engagement in kindergarten and school children: A self-determination theory perspective," *Trends Neurosci Educ*, vol. 4, no. 4, pp. 102–107, 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.tine.2015.11.001>.
- [40] M. J. Karvonen, E. Kentala, and O. Mustala, "The effects of training on heart rate; a longitudinal study," *Ann Med Exp Biol Fenn*, vol. 35, no. 3, pp. 307–315, 1957, [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13470504>
- [41] M. S. Zakyntinaki, "Modelling Heart Rate Kinetics," 2015, doi: 10.1371/journal.pone.0118263.
- [42] Z. Yang, W. Jia, G. Liu, and M. Sun, "Quantifying mental arousal levels in daily living using additional heart rate," *Biomed Signal Process Control*, vol. 33, pp. 368–378, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2016.11.003>.
- [43] "Body Battery™ Energy Monitoring | Garmin Technology," 2023. <https://www.garmin.com/en-US/garmin-technology/health-science/body-battery/> (accessed Apr. 21, 2023).
- [44] "Stress Tracking | Garmin Technology." <https://www.garmin.com/en-US/garmin-technology/health-science/stress-tracking/> (accessed Apr. 21, 2023).
- [45] "Heart Rate Monitoring | Garmin Technology." <https://www.garmin.com/en-US/garmin-technology/health-science/heart-rate-monitoring/> (accessed Apr. 21, 2023).
- [46] "Google Fit: Activity Tracking - Apps on Google Play." <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.fitness&hl=en> (accessed Apr. 21, 2023).
- [47] "Track your heart rate with your watch - Android - Google Fit Help." <https://support.google.com/fit/answer/9429085?hl=en-GB&co=GENIE.Platform%3DAndroid> (accessed Apr. 21, 2023).
- [48] M. Sawh, "How to use Google Fit – the complete guide - Wareable," 2021. <https://www.wareable.com/sport/how-to-use-google-fit-get-set-with-the-android-fitness-platform> (accessed Apr. 17, 2023).
- [49] "Healthcare - Apple Watch - Apple." <https://www.apple.com/healthcare/apple-watch/> (accessed Apr. 21, 2023).
- [50] "Watch - Why Apple Watch - Apple." <https://www.apple.com/watch/why-apple-watch/> (accessed Apr. 21, 2023).
- [51] "iOS - Health - Apple." <https://www.apple.com/ios/health/> (accessed Apr. 21, 2023).
- [52] "Stress meten met de Apple Watch: dit zijn je opties." <https://www.iculture.nl/tips/stress-meten-apple-watch/#apple> (accessed Apr. 21, 2023).
- [53] A. H. Mader and W. Eggink, "A Design Process for Creative Technology." *The Design Society*, pp. 568–573, 2014. Accessed: Apr. 21, 2023. [Online]. Available: <https://research.utwente.nl/en/publications/a-design-process-for-creative-technology>
- [54] "Stakeholder Analysis - Winning Support for Your Projects." <https://www.mindtools.com/aol0rms/stakeholder-analysis> (accessed Apr. 21, 2023).
- [55] R. E. E. Freeman and J. McVea, "A Stakeholder Approach to Strategic Management," *SSRN Electronic Journal*, Jul. 2005, doi: 10.2139/SSRN.263511.

- [56] A. L. Mendelow, "Association for Information Systems AIS Electronic Library (AISeL) Environmental Scanning-The Impact of the Stakeholder Concept", Accessed: Apr. 21, 2023. [Online]. Available: <http://aisel.aisnet.org/icis1981/20>
- [57] "MoSCoW – projectmanagementsite." <https://projectmanagementsite.nl/moscow/#.ZEKyM3ZByUI> (accessed Apr. 21, 2023).
- [58] J. F. ter Harmsel, M. L. Noordzij, T. M. van der Pol, L. T. A. Swinkels, A. E. Goudriaan, and A. Popma, "Exploring the effects of a wearable biocueing app (Sense-IT) as an addition to aggression regulation therapy in forensic psychiatric outpatients," *Front Psychol*, vol. 14, p. 983286, Mar. 2023, doi: 10.3389/FPSYG.2023.983286/BIBTEX.
- [59] "(PDF) SUS: A quick and dirty usability scale." https://www.researchgate.net/publication/228593520_SUS_A_quick_and_dirty_usability_scale (accessed Jun. 27, 2023).
- [60] A. S. for P. Affairs, "System Usability Scale (SUS)," Sep. 2013.

Appendix A: Interviews Information Brochure

INFORMATION LETTER

Title of research project: Improving baseline measurements and integrating physical activity in an emotional awareness application for students.

Student researchers:

Dear participant,

We would like to invite you to take part in an interview on baseline measurements and physical activity in an application that supports its user in recognizing emotional states. Before you decide on whether to participate, you need to understand why the interview is being done and what it would involve for you. Please take time to read the following information carefully. Ask questions if anything you read is not clear or if you would like more information. Take your time to decide whether or not to take part.

1. Study Duration

The study will take place on **[TBD]** and will last ± 45 minutes.

2. Study Nature

The overall aim of this study is to gain insights in improving baseline measurements for the Sense-IT application. Therefore you will be asked a few questions related to topics such as the current advantages and disadvantages of the application; the possible improvements of the current baseline measurement protocol and/or algorithm of the application; or parts of the application that the user likes or dislikes.

The study is conducted as a part of a bachelor graduation project for the study Creative Technology at the University of Twente. The project aims to improve the current baseline measurement protocol of the Sense-IT application.

3. Voluntary participation

Participation in this study is completely voluntary. You do not have to give any reason if you do not want to participate. Even if you give your permission now, you can withdraw this permission at any time without having to give a reason.

4. Possible Advantages and Disadvantages

Participating in this study will not provide you with any direct advantages or disadvantages.

5. Confidentiality of personal details and access by third parties

The information collected in this study will be treated confidentially. All data will be handled abiding by the regulations of secure storage and processing as outlined in the European Union's General Data Protection Regulation (GDPR). All personal details collected during this study, as well as the transcript resulting from the audio recording, will be anonymized via participant numbers. Only these numbers will be used for study documentation and in the final report of the project. The person corresponding to a code number can only be identified by the main researchers and the project supervisors. The

audio recording and the anonymized transcripts will be safely stored on a hard drive of a computer for the duration of the study. When the study is finished the audio recordings will be deleted. The anonymized transcripts will be used in the final paper but will stay anonymous. All other sources containing the anonymized transcripts will be removed.

At all times it is possible to get insight into your own data and/or make changes.

6. Who should you contact for further information?

For any further information you can contact one of the researchers:

d.f.roelofsen@student.utwente.nl

If you have questions about your rights as a research participant or wish to obtain information, ask questions, or discuss any concerns about this study with someone other than the researcher(s), please contact the project supervisors through:

r.klaassen@utwente.nl

a.m.schaafstal@utwente.nl

Additionally, you can contact the Secretary of the Ethics Committee of the Faculty of Electrical Engineering, Mathematics and Computer Science at the University of Twente through ethicscommittee-cis@utwente.nl.

Appendix B: Interview Consent Form

Consent Form for Wearables and Emotional Arousal Applications

YOU WILL BE GIVEN A COPY OF THIS INFORMED CONSENT FORM

Please tick the appropriate boxes

Yes No

Taking part in the study

I have read and understood the study information dated [...../...../.....], or it has been read to me. I have been able to ask questions about the study and my questions have been answered to my satisfaction.

I consent voluntarily to be a participant in this study and understand that I can refuse to answer questions and I can withdraw from the study at any time, without having to give a reason.

I understand that taking part in the study involves an audio-recorder interview by a mobile phone which will be transcribed as text and removed after the research is finished. I understand that taking part in the study involves wearing a smartwatch and smartphone to measure heartrate and movement to store emotional heartrate data on the smartphone.

Use of the information in the study

I understand that information I provide will be anonymously used for a bachelor graduation project report.

I understand that personal information collected about me that can identify me, such as [e.g. my name or where I live], will not be shared beyond the study team.

I agree that my information can be quoted in research outputs.

Consent to be audio recorded

I agree to be audio recorded.

Study contact details for further information

David Roelofsen

d.f.roelofsen@student.utwente.nl

Signatures

Name of participant

Signature

Date

I have accurately read out the information sheet to the potential participant and, to the best of my ability, ensured that the participant understands to what they are freely consenting.

Researcher name

Signature

Date

Appendix C: Expert Interview Structure

Doel

Expert opinion ontvangen over de huidige Sense-IT application en zijn basismeting protocol en functie.

Een uiteindelijk final concept kunnen kiezen uit de concepten die gegenereerd zijn in de Ideation phase.

Introduction

Vertel wie ik ben en wat ik aan het doen ben in het kort (GP).

Vertel hoe het interview zal verlopen.

Consent Form & Information Letter lezen & ondertekenen.

Vragen (algemeen)

- Welke rol heeft U met betrekking tot Sense-IT?
- Welk doel heeft de Sense-IT application volgens U?
- In welke mate draagt Sense-IT momenteel bij aan dat doel?

Vragen (basismeting)

Uitleg over baseline protocol en bevindingen vanuit literatuur.

- Wat is het doel van de basismeting in Sense-IT?
- Wat voor invloed heeft de basismeting op de resulterende feedback van de applicatie?
- Is er in de toenmalige ontwerpfase van Sense-IT een protocol/idee gecreëerd m.b.t. de huidige manier van basismetingen maken?
- In welke mate vind u het huidige basismeting protocol bijdragen aan de resulterende feedback van de applicatie? (met toelichting waarom)
- Er is een lijst van mogelijke toevoegingen/gebreken van de huidige applicatie gepubliceerd. Er staat niks specifiek over de basismeting bij. Wat betekent dit?
- Zijn er andere manieren/opties vanuit uw vakgebied die ik gemist heb die belangrijk zijn voor dit onderzoek?

Vragen (concepten)

Vindingen literatuur over protocollen en andere algoritmes om 'emotional arousal' te berekenen vertellen/laten zien.

Requirement lijst die gemaakt is toelichten + Concepten uitleggen vanuit Ideation phase thesis op basis van literatuur.

Vragen voor een oordeel over de concepten op basis van de requirements en hun expert opinion.

Appendix D: Interview with Expert A

Expert A

Ik ben (Expert A). Ik heb ooit op een vrijdagmiddag een smartwatch gekocht en gekeken, wat kunnen we daarmee? En daar is Sense-IT uit geboren, dus ja, gekeken welke sensoren zitten erin? Wat voor mogelijkheden hebben we om data op te slaan en om te verwerken om te presenteren? Waarvoor zou dat nuttig kunnen zijn. We zijn begonnen met anxiety, paniekaanvallen. Maar dat bleek veels te moeilijk te zijn. En toen zijn we later gewoon naar arousal levels gaan kijken en dat was leuk totdat het moment daar was dat we de mensen van psychologie tegenkwamen. Die precies op zoek waren naar zo'n soort systeem om mensen met borderline te helpen, het gedurende de dag die juist hun spanningen, hun gevoelens minder goed kunnen waarnemen, terwijl hun lichaam daar nog gewoon op reageert... gewoon op reageert zoals... normale mensen klinkt, gek, maar je snapt wat ik bedoel. Mensen zonder borderline. En de technologie kan het wel, en hoe kunnen we dan die mensen helpen dus daar is Sense-IT uit voortgevloeid.

Researcher

Ja oké inderdaad. De psychologie tak dan moet ik dan denken aan andere mensen zoals (name)?

Expert A

Ja, (name), (name), dus Psychology Health en Technology groep. En (name) is natuurlijk ook gewoon behandelaar bij GGNet en was (...?), dus die... zijn onderwerp was... nou ja emotieherkenning en die had daar wel oren naar. Die zocht zoiets. En, daar zijn we verder met de behandelaars en met de cliënten, zijn we verder Sense-IT gaan uitbouwen en door ontwikkelen tot iets wat het nu is.

Researcher

Yes, oké duidelijk. Welk doel heeft de applicatie volgens u op dit moment hè? Dus was net al inderdaad gezegd. Mensen met borderline inderdaad helpen.

Expert A

Voor mij op dit moment heeft Sense-IT als doel of is het een middel om op een relatief stabiele manier met relatief standaard hardware allerlei doelgroepen te ondersteunen in het, ja emotieregulatie zullen we het maar noemen. Bio-cueing. In the wild, dus niet in het lab. Niet in een hele gecontroleerde omgeving. Zonder mensen aan kabels vast te binden of heel erg tot last te zijn. Nee, gewoon een standaard consumenten hardware die we bij de mediamarkt kunnen kopen. Die inzetten, dus ja, we weten ook dat het by far 10 keer beter kan, maar dan zitten we in een lab.

Researcher

Ja, qua hoe accuraat die dan is?

Expert A

Absoluut. Maar qua flexibiliteit en qua stabiliteit is het wel heel goed. En kunnen we daar therapeuten en cliënten mee helpen. Dus dat is de grote winst? De vraag is ook, hoe goed moet het zijn?

Researcher

Ja om daar even op in te haken, inderdaad. Je zei dat het in het lab dan veel beter zou kunnen zijn. En wat zijn dan bijvoorbeeld de punten dat je denkt dat vooral ontbreken in het echt, zeg maar in vergelijking met het lab.

Expert A

De context is dus super belangrijk, dus Sense-IT heeft nou ja als eerste doelgroep gehad borderline patiënten. Later nog mensen met ADHD, jeugddelinquenten. We hebben van alles langs zien komen, en die hebben allemaal hun eigen behoefte, dus ergens moet Sense-IT flexibel zijn en dan moet het ook instelbaar zijn. Het is Natuurlijk super persoonlijk en het maakt uit of we Sense gaan gebruiken in een uurtje therapie aan deze tafel, of dat we Sense-IT aan Mensen meegeven tussen 9 en 5 voortdurende een dag en al hun therapie, lunches, ervaringen die ze hebben. Ja, wat is dan nodig? En wie is die persoon en wat wil je ermee bereiken? En geef je de feedback aan de cliënt, geef je de feedback aan de therapeut? Heb je helemaal geen feedback? Doe je alleen maar observaties? Het kan het allemaal. Maar hoe zet je dit in?

Researcher

Ja want inderdaad, de doelgroep was dus origineel borderline, maar dat is dus nu ook echt zeg maar eigenlijk iedereen in principe of is het nog specifiek?

Expert A

Het is ontwikkeld voor en met borderline patiënten inmiddels zitten we dus ja, dus ook studies gedaan met jeugddelinquenten en agressieregulatie aan... nou ja, kinderen of jongeren met ADHD. Mensen met eetstoornissen.

Researcher

Dus eigenlijk is de doelgroep zou je eigenlijk zeggen dat iedereen die het soort van nodig zou kunnen hebben, daar is het voor. Dus Het is eigenlijk vrij breed.

Expert A

Precies en ik merkte denk ik 'oh ik zit eens even rustig voor e mails te werken, maar dat zijn niet de rustig momenten.' Dat blijken hele stressvolle momenten te zijn. Dus dat is wel...

Researcher

Fijn dat het in ieder geval zo'n brede doelgroep heeft. Top nou, dit waren eigenlijk een beetje mijn algemene vragen. Eigenlijk wil ik nu wat verder duiken op technische kant en vooral de basis meting. Nou ja, wat is het doel? Er zit dus een basis meting In de app en je zei al iets over context. Wat is het doel van de basis meting in Sense-IT?

Expert A

Nou ja, Het is een bio cueing, dus het reageert op je lichaam en we weten gewoon ieder lichaam is anders, reageert anders. Iemand heeft misschien wel in rust 100 hartslagen. Iemand anders... een topsporter zal daar 50 hebben. Dus op basis van hartslag en wel of geen beweging, of beweging is een element dat we mee proberen te nemen, moet Sense-IT reageren. En zal het een niveau aanduiden. Die niveaus zijn inderdaad nu gebaseerd, dus de nul tot 5 op het schema wat borderline patiënten gebruiken in hun therapie, die moeten zo een matrix invullen en daar zitten 5 niveaus in van spanning. Spanning kan oplopen op aflopen. En daar zitten allerlei rijen met acties, dus wat moet ik zelf doen? Wat kan iemand anders doen? Wat betekent dit? Wat moet ik iet doen? Wie moet ik bellen? Nou ja niveau één tot 5. Nou die niveaus, dat pannetjes model zoals het dan volgens mij gewoon In de praktijk heet. Dat is dan de basis, maar ja. Wat is 5? Voor mij kan 5 boven de 80 hartslagen zijn, dan ben ik heel gestrest, maar iemand kan anders kan 80 hartslagen in rust hebben. En die is dan heel rustig, dus ja. Je moet weten, bij wie ben je om de pols?

Researcher

En heb je het idee, dat zeg maar de basis meting hoe het nu is, dat dat voldoet aan die eisen die je dus dan nu uitlegt? Of die je erbij hebt?

Expert A

In de basis, ja, maar. We weten ook als jij mij dus eerst rustig laat worden op een stoel. Een of ander ademen gaan oefening laat doen. Dan heb je mijn rusthartslag te pakken, maar hoe vaak zit je in je rusthartslag gedurende de dag? Dus hoe ga je het gebruiken? En, nu hebben we maar één baseline. En dat is nou ja, als jij mij instructies geeft, ga eerst 5 minuten op een stoel zitten. Doe dan 10 minuten ademhalingsoefeningen. Nou, dan breng je mijn uitslag omlaag Als je dan gaat meten. Heb je dus een hele lage basis meting?

Researcher

En dan krijg je ook hele hogere waardes constant.

Expert A

Dan krijg je hogere waardes. We nemen het gemiddelde en de standaarddeviatie, dus ja, wat? Is de standaard deviatie? Als jij mij echt heel rustig hebt, dan ben ik misschien wel 300 metingen strak op de 60. Wat is dan is dat de standaardafwijking? Nul? Ik weet ook dat andere mensen zeggen, nee, we gaan toch wel een gesprekje aan. Of een kleine oefening doen tijdens die basis meting ja, dan krijg je andere waardes. Maar aan de andere kant kunnen we ook inmiddels wat activiteiten herkennen, dus Misschien. Weet je als ik rustig loop, heb ik een andere uitslag dan als ik rustig zit? Maar als ik rustig loop en ik knal tegen iemand op of iemand roept mijn naam kan ik schrikken en dat is nou weer spanning tijdens het lopen, dus. Dus daar zitten nog wel... daar is ruimte voor exploratie en ideeën.

Researcher

We hebben het over best wel onderdelen gehad. In welke mate vindt de huidige basis meting? Zeg maar hè, het idee erachter, bijdragen aan de resulterende feedback van de applicatie?

Expert A

Nou wat ik net zei...

Researcher

En dan ook Waarom?

Expert A

We nemen nu volgens mij, by default 300 metingen betrouwbare metingen. Dat kun je instellen. Ik kan er ook 100 van maken of 3000. Afhankelijk van hoeveel tijd je hebt of wil hebben. En daar komt het gemiddelde aan de standaarddeviatie uit. Dan kun je nog zeggen of dat nou, dan heb je niveaus. Wat is dan welk niveau? 1, 2, 3 4 standaarddeviaties boven het gemiddelde? Dat is dan normale gevoeligheid. Als je het wat gevoeliger maakt, is het 0,5 en als je het wat minder gevoelig maakt, is het 1,5 standaarddeviatie. Dat zijn gewoon een beetje statistische trucjes. Dat is hoe het nu in elkaar zit, en de vraag was hoe je waar? Wat?

Researcher

Nou ja, in welke mate is het huidige basismetings protocol... draagt dat bij, zeg maar aan de feedback die er dus uitkomt.

Expert A

Nou ja, dat bepaalt dus, dat bepaalt dus het niveau die Sense-IT probeert af te leiden. Het arousal niveau, of additional arousal niveau. En afhankelijk van niveau komt er feedback en dat kan zijn... Dat kun je ook zelf instellen in de settings. De bzzzt. Op je Watch de tekst die je op je Watch ziet of in je telefoon in je tijdlijn. Dat is allemaal. Wanneer je van niveau wisselt of terug naar boven, naar beneden, en dat kun je helemaal zelf instellen. Wat ik al zei. Je kunt ook alle feedback uitzetten, dan kan je alleen maar... Achteraf gezien, dit was jouw dag en zo gingen de levels, van boven naar beneden, en dan kun je hebben; nou wat gebeurde hier. Hier ging je heel hard omhoog, wat gebeurde er daar? Nou toen liet ik mijn koffie vallen. En dan krijg ik geen feedback. Maar als ik alle feedback mogelijkheden aanzet, dus bij alle activiteiten bij alle mogelijke veranderingen op alle niveaus. Ja, dan kan ik de feedback krijgen die ik zelf instel. Dus het geeft niet direct de feedback, Het is een trigger voor de feedback.

Researcher

Ik zit even te kijken met hè, wat je net ook zei hiervoor. Je kan zelf op verschillende manieren, hè, dus we gaan even een stapje terug. Want je kan op verschillende manieren dus jezelf gedragen of opstellen, zeg maar tijdens zo'n basis meting. En er zijn al inderdaad ook nog via de instellingen bijvoorbeeld over de sensitivity, de gevoeligheid van de app dat je dus hè kan zeggen van dat hij bij kleinere stapjes meer verschil in feedback aangeeft. Of bij kleinere veranderingen, Laten we zeggen in je hartslag dat die sneller een stap extra zet van 3 naar 4 bijvoorbeeld.

Expert A

Ja absoluut ja.

Researcher

Maar dat is Natuurlijk heel erg afhankelijk op die basis meting, want als je bijvoorbeeld een basis meting wat meer accuraat zou hebben, zou je dan ook bijvoorbeeld die instellingen minder hoeven aan te passen?

Expert A

Ja wat is accuraat?

Researcher

Per persoon gebonden, zeg maar dat het per persoon...

Expert A

Waarschijnlijk wel, Maar dat kan ook met de activiteiten te maken hebben. Dus misschien is 'one size fits all' wel niet the way to go en dat was toen gewoon laten liggen.

Researcher

Denk je dat er in een basis meting dat dat inbegrepen zou kunnen zijn, dat je bijvoorbeeld die sensitiviteit in de instellingen kan aanpassen dat dat dus niet meer nodig zou kunnen zijn, zou dat het ideale zijn?

Expert A

Dat weet ik niet. Dat zou onderdeel kunnen zijn van de instructie. Nu is het een verborgen setting die je moet kennen, maar niemand behalve als je het uitlegt weten het. En de vraag is ook, wie doet de baseline hè? Dus in dit geval was het een therapeut en een cliënt en je deed samen de baseline en de settings. Maar als je het andere use cases laat gebruiken; studenten. Die hebben geen therapeut.

Researcher

Heb je het idee dat de app zeg maar voldoet aan mensen die het gewoon zouden gebruiken zoals jij en ik. Hè, we downloaden een app in de App Store... Denk je dat de app zelf daar goed genoeg voor is? En waar ontbreekt het dan vooral?

Expert A

Instructies. Nee totaal niet, want de hele uitleg ontbreekt.

Researcher

Ja en dan hè. Die meerdere plekken, hè, wat denk je wat het grootste gebrek is qua instructie. Op welke plek van de app specifiek?

Expert A

Je weet niet waar je moet beginnen. Dus het is niet bekend dat je met een met een baseline moet beginnen.

Researcher

Zijn er andere manieren opties vanuit je vakgebied die ik heb gemist, die bijvoorbeeld belangrijk zijn voor dit onderzoek, waar we het nu nog niet echt over gehad hebben, of iets wat je nog wil toevoegen, dat je denkt van, Dat is wel heel belangrijk, als je wilt onderzoeken naar de baseline en naar de instructie die erbij komen?

Expert A

Nou ja, dat algoritme kan zo goed zijn als mogelijk, maar als je niet weet wat je moet doen, zal dat nooit tot het beste resultaat leiden. En nou ja. Het gaat om biocueing, dus het reageert op je lichaam, dus ja... garbage in garbage out bijna. Als jij heel rustig je baseline doet maar eigenlijk een heel druk leven hebt, zal die altijd false positive of false negative reageren. Dus er moet... gelet worden op de persoon of op de target group, of nou ja, Misschien heb je wel meerdere baselines nodig. Een baseline voor als je naar een lecture zit te luisteren. Een baseline voor als je naar college loopt. Een baseline voor als je met vrienden staat te kletsen. Allemaal activiteiten die we wel kunnen detecteren, en het opslaan, maar nog niks mee doen. Tenminste, niet in de baseline.

Researcher

Dan bedoel je ook Google Activity API, zeg maar.

Expert A

Bijvoorbeeld. En er zijn nog wel meer dingen die je zou kunnen uitproberen.

Researcher

Heb je het idee dat... want ik heb bijvoorbeeld gevonden in onderzoek, dan ga ik even wat toevoegen. Er wordt nu gemeten op hartslag. En hartslag is dus ook bewezen dat hè emotie daar invloed op heeft tot een zekere mate. Maar er zijn natuurlijk meerdere factoren die daar invloed op hebben. In hoeverre denk je dat dat hè... de feedback die je krijgt aantast of beïnvloed?

Expert A

Nou ja, Fysieke activiteit is natuurlijk het grootste stoorzender als jij gaat lopen of springen of rennen gaat je hartslag omhoog, Dat is gewoon wat... dat zal iedereen je vertellen. Dat wanneer je schrikt, dan zegt; ja mijn hart zit in mijn keel. Maar ik denk dat mensen minder bewust zijn van wat mentale stress met je hartslag doet. Ja, dus ja. Je moet die fysieke componenten proberen uit te halen en dat kun je doen door die activiteit te herkennen. Of sommige algoritmes nemen de laatste 3 minuten mee en dan gewoon de intensiteit. Ik denk dat het allemaal een beetje op hetzelfde neerkomt, Maar daar doen we helemaal niks mee in de baseline. We gebruiken nu fysieke activiteit om te filteren wanneer we feedback geven.

Researcher

Misschien even een concluderende vraag voordat ik dan naar mijn concepten ga, die ik uit de literatuur heb. Wat zou ik zeg maar in het kort jouw advies zijn als jij dat zou moeten aanpakken, hè? Welke richting zou je dan op gaan? Wat zou je als eerste aanpakken?

Expert A

Nou, ik zou proberen te kijken of de baseline slimmer kan. We weten dat het reageert op beweging, dus misschien moeten we wel voor alle bewegingen die we kunnen onderscheiden... dat is mijn idee wat er al 3 jaar ligt maar waar ik geen tijd voor heb. Kan ik voor alle mogelijke classificerende activiteiten van watch, of in de telefoon... kan ik daar een aparte baseline voor maken. Hoe je die gaat afnemen welke instructies je geeft weet ik niet. Misschien moet je gewoon eerst een week data verzamelen voordat je überhaupt een baseline kan berekenen. Het is gewoon echt gewoon data verzamelen en dat is... In mijn PHD tijd heb ik gekeken naar wat is nou een doel voor... ik wil meer gaan bewegen. Ik wil meer fysieke activiteit doen. Dan moet je eerst weten, wat is jouw fysieke activiteitsniveau? En daar was gewoon heel normaal; hier heb je de sensor stop hem maar een week in je broekzak en drag

hem maar. En na een week gaan wij berekenen, wat is nou eigenlijk jouw niveau op dit moment en dan gaan we afspraken maken over hoe gaan we dat verbeteren. Maar je moet eerst weten, wat doet iemand? Is die heel actief in de ochtend? Is die heel actief in de middag of in de avond? Of altijd? Of nooit? Dan kun je ze beter feedback geven en begeleiden. Stel al je beweging zit in de ochtend en de rest van de dag zit je op de bank nou, dan moet je ze dus 's avonds van de bank af zien te krijgen.

Researcher

Specifieke feedback dan inderdaad geven en dat zou je dus eigenlijk ideaal bij dit ook willen.

Expert A

Precies. Nouja, feedback is de laatste stap. Volgens mij is het eerst.... Sense, think, act. Dus, meten, interpreteren, presenteren. Maar ja, als we moeten weten wat we willen meten? Nu meten we één ding voor alles.

Researcher

Ja nee, eigenlijk wil je eerst inderdaad het hè? Meten is weten. Maar je wil wel eerst goed meten, anders kan je niks weten.

Expert A

Nou ja, goed precies, dus dat zou mijn mening zijn...

Researcher

Nou en dan heb ik mijn concepten, Ik heb 3. Ik wil ze even voorleggen. Ik heb een soort brainstorm gedaan. Ik heb allemaal aspecten die bijvoorbeeld invloed zouden kunnen hebben op de app zelf, hè? Dus hoe zou je een basis meting moeten doen, hè? Der zijn bijvoorbeeld verschillende type activiteiten. Kan ik daar iets mee doen, hè? Kan ik het integreren ergens voor? En wat voor soort feedback zou je geven, hè, maar dat is natuurlijk alles bij elkaar. Maar het begint natuurlijk vooral bij de basismeting. Maar er zijn bijvoorbeeld ook opties dat je het algoritme aanpast waardoor je als het ware niet specifiek hè een basis meting hoeft te doen. Maar dat het algoritme... dat het geïntegreerd zit in het algoritme. Dus dat je gewoon data meet... dat die gewoon data meet van jou, hè? Wat je net ook zei, bijvoorbeeld een week. En dat hij op basis daarvan je laagste hartslag en de hoogste hartslag pakt. En dan kun je er vanuit gaan dat dat dan enigszins representatief is, maar hè? Stel iemand zit een week op de bank, dan zou dat natuurlijk niet handig zijn. Dus daar heb ik vanaf gezien hè. Het is natuurlijk het beste als je dus bij een besmetting kan zeggen tegen iemand, joh, ga nu volledige rust helemaal niks doen en tegen iemand zeggen, ren je helemaal verrot voor 10 minuten. Dan gaan we dan je maximale hartslag meten. Daar heb ik een beetje rekening mee gehouden. En, Ik denk dat het grootste verschil hier nu is bij mijn concepten die ik hier heb. Ik heb er twee, dat zijn best wel rigoureuze veranderingen zo te zeggen. Sense-IT is nu eigenlijk gebaseerd op heartrate. En, die heeft daar... een type activiteit geeft hij erbij, zodat je als het ware zelf een beetje kan kijken van oh, het is nu heel hoog. De feedback die je krijgt.

Expert A

De feedback... nou het level.

Researcher

Of het level die ik krijg, die is nu heel hoog voor mijn emotie, Maar ik was ook aan het rennen, weet ik toevallig en dat staat er ook bij. Zo een renpoppetje dus dan kan ik het enigszins verklaren. Alleen, Ik heb dus gevonden, ook in literatuur dat er bijvoorbeeld een algoritme is van Myrtek, iemand die dat onderzocht heeft. En een variatie daarvan. En die berekenen eigenlijk als het ware emotionele hartslag om het zo zeggen. Dus hartslag wordt beïnvloed door meerdere delen. Door fysieke activiteit onder andere. En hartslag die je dus meet, daarbij wordt een berekening gemaakt... een estimate over een verwachting van wat jouw hartslag zou zijn bij de activiteit die je momenteel aan het doen bent. En die hartslag haalt hij af van

de hartslag die die nu meet en dan zou het deel dat over blijft hetgene moeten zijn dat veroorzaakt moet zijn door emotie. Dus je haalt als het ware de hartslag die veroorzaakt wordt door de fysieke activiteit, haal je van de hartslag die jij nu hebt af. En dan zou de hartslag die veroorzaakt wordt door emotie overblijven. En, dat zou je dan ook, bijvoorbeeld als terugkoppeling naar een gebruiker kunnen geven. Joh, dit is je emotionele hartslag. Dat heet ook wel non metabolic heartrate.

Expert A

Ja, en dat zou gewoon dan vertaald kunnen worden naar een level.

Researcher

Ja dat kan. Dit zijn eigenlijk twee concepten dus hè? Het ene... het algoritme is dus gebaseerd op literatuur. En, nou ja, Ik heb iets wat ik net uitgelegd heb, zo ziet het eruit. En wat ik dus net uitgelegd heb. Je hebt dus een hartslag die veroorzaakt wordt door fysieke activiteit. Maar dan is het de vraag, hoe meet je dan dus die fysieke activiteit. Nou ja, kijk dit algoritme is er best wel onduidelijk over. Maar er is een variatie hierop door een andere groep onderzoekers gemaakt. En die heeft in het algoritme een minimale en een maximale hartslag zitten. En de mate van beweging die meten ze door een accelerometer in een telefoon. Die snelheid berekend als het ware.

Expert A

Ja, je versnelling.

Researcher

Ja of je versnelling inderdaad en daarop kan hij dus een emotionele hartslag uitrekenen. En dat zou dus betekenen dat als ik daarmee door zou gaan, dat je dus, hè... de gebruiker instrueert van joh, ik wil een minimale hartslag hebben, dus daar beginnen we mee. Dus zorg dat je volledig tot rust komt. Doe iets wat jouw volledig tot rust brengt? Nou, Ik ga ervan uit dat een gebruiker dat weet maar zit stil of doe een ademhalingsoefening. Dat is even heel breed het idee. Vervolgens daarna een maximale meting. De gebruiker kan dan zelf klikken van 'ja' en dan kan ik instrueren van; ga voor 15 minuten rennen of ga fietsen. Of ga iets doen. Dat je je telefoon meeneemt en gewoon zorgt dat je je helemaal uit de naad werkt om een maximale hartslag te berekenen. Hè, dus die kan hem zelf aanzetten van; ik ga het nu doen.' En dan kan je hem stopzetten en dan kun je hem resetten eventueel. Dat zou dan het idee zijn. En op basis van die metingen werkt het algoritme dus. En hij meet constant de telefoon, hè. Hoe die beweegt. Een telefoon zit meestal in je broekzak. Dus dit zou dan eigenlijk alleen goed werken bij lopen en zitten. En autorijden. Want fietsen, daar beweegt je telefoon op een andere manier, hij beweegt heel snel. Hij kan het wel detecteren dat je ook aan het fietsen bent. Maar dit algoritme... ja uit literatuur blijkt dat fietsen niet een accuraat type beweging is. Nou daar kan ik heel diep op ingaan, Maar dat is denk ik niet nodig voor nu.

Expert A

Oké oké ja.

Researcher

Ja, dus dan zou je bepaalde activiteiten moeten filteren, dus vandaar dat ik het dan wil houden op in ieder geval hè, gewoon bewegen zonder externe middelen, zeg maar. Dus stil zitten en bewegen. En zoals de versie van Sense-IT er nu bij staat wordt het al lastiger, zeg maar om het te interpreteren dus dat zou dan...

Expert A

Hoe bedoel je dat?

Researcher

Nou ja, als je bijvoorbeeld rent dan gaat je waarde eigenlijk bijna altijd omhoog.

Expert A

Maar je weet dat je aan het rennen bent.

Researcher

Je weet inderdaad dat je aan het rennen bent, Maar het is heel lastig om met bolletjes te kijken van in hoeverre heb ik dan emoties.

Expert A

Nee, precies, Dat is het probleem. De baseline is waarschijnlijk zittend gedaan.

Researcher

Ja, maar dit concept pakt dus vooral inderdaad het lopen en het stilzitten aan. Dus nog niet het, hè, de andere type bewegingen, dus dat zou deze optie zijn, dit concept.

Expert A

Dat is concept één?

Researcher

Ja concept twee is dus die eerste die ik noemde. Dat is een andere soort Formule, maar wel het zelfde idee. En de fysieke activiteit die in de Formule zit, dat neem ik dan over van die aangepaste versie die ik net uitgelegd heb, dus het is eigenlijk hetzelfde idee, maar een andere formule die erachter zit. En dan zou ik kunnen kijken welke dan het meest praktisch is. Vervolgens is er een optie... nou ja, wat je ook zegt, je hebt meerdere typen activiteiten en hij kan er een aantal meten en voor nu wordt er nog niks mee gedaan...

Expert A

Nee, het wordt gefilterd op..

Researcher

Het wordt gefilterd op en het wordt laten zien per meting die opgeslagen wordt. Of staat er een figuurtje naast van; deze activiteit was je toen en toen aan het doen. En je kan aanzetten of uitzetten of je meldingen wil tijdens dat je zo'n activiteit het doen bent. Maar idealiter zou natuurlijk zijn, hè dat als je fietst dat je daar een basis meting voor hebt? En als er al wat gebeurt tijdens het fietsen. En dan ga je er vanuit dat je niet aan het wielrennen bent of echt heel sloom aan het fietsen bent, maar gewoon gemiddeld fietsen. En dat kun je dan ook de gebruiker instrueren om dat te doen. En als er dan tijdens het gemiddelde fietsen iets gebeurd is, dan kan de gebruiker zelf bepalen hè van... en dat wordt dan ook uitgelegd, van; joh, ik ben nu normaal aan het fietsen. Dat weet ik. Snel hij gaat toch omhoog, dan lijkt het dus emotie te zijn.

Expert A

De kans is aanwezig ja.

Researcher

Maar als je natuurlijk heel hard aan het fietsen bent, dan moet er wel geïnstrueerd worden, hè, van... het is een vraag of het natuurlijk heel representatief is. De basis meting is een gemiddelde. En dat zou dan een gemiddelde zijn voor meerdere activiteiten. Dus de activiteiten die er dan bij die Google Activity API uitkomen, die die kan lezen met de smartwatch. En dan zou je dus eigenlijk de gebruiker instrueren voordat het begint. Hè, dat er een soort pop-upje komt met je gaat nu een basis meting doen. Dat is nodig voordat je de app gebruikt. Er zijn verschillende activiteiten die deze smartwatch kan meten en wij willen graag voor elke activiteit specifieke feedback kunnen geven op basis van een gemiddelde hartslag van jou als je die activiteit aan het doen bent. En nou, dan komt er een optie om dus activiteiten aan te klikken met basis meting. Een vakje met een activiteit en dan klik je erop en dan komt

er nog iets van info. Maar dat zou dan het idee zijn, zeg maar als je dus voor elke activiteit een basismeting doet. Dat zijn eigenlijk de 3 hoofdconcepten. Als je moest kiezen, welke zou je kiezen? En wat vind je van deze ideeën?

Expert A

Ik vind het leuke ideeën. Ik vraag me af of je die algoritmes op die manier kan implementeren, gezien het ecosysteem wat we gebruiken, dus de eerste twee concepten. Ikzelf speel al langer met het idee van verschillende baselines voor verschillende activiteiten. Hoe? Nou ja, dat is de uitdaging. Dat is denk ik onderdeel van de opdracht voor jou. Of dat nou met instructies is van tevoren of dat het instructies is en na een week kijken, wat hebben we eigenlijk voor data en kunnen we. Moeten we hem dan aanpassen? Ja tof. Mijn hart gaat sneller kloppen, mijn niveau van arousal gaat omhoog bij idee 3.

Researcher

Ja dus inderdaad, verschillende baselines. Voor elke activiteit.

Expert A

Ja ik ben ook benieuwd voor welke activiteiten, voor welke situaties dit een verbetering of verslechtering oplevert ten opzichte van het nu doet.

Researcher

Want wat geeft dan aan voor de andere concepten. Die twee met die andere, laten we zeggen, algoritmes. Dat je minimaal...

Expert A

Dan haal je de baseline er eigenlijk uit.

Researcher

En wat zou je daarvan vinden als ik het eruit zou halen? Zeg maar, heb je het idee dat dat goed of slecht zou zijn?

Expert A

Als het werkt, werkt het. Dat lijkt me tof om even te proberen, maar ik weet ook dat die algoritmes in het lab zijn ontwikkeld met hele betrouwbare gevoelige apparatuur.

Researcher

Dat is een hele goede opmerking.

Expert A

Ik weet niet hoe geschikt ze zijn voor hetgeen Sense-IT sterk maakt, zal ik maar zeggen.

Researcher

Ja, Dat is inderdaad een hele goeie. Ik moet zeggen dat ik daar niet iets over gelezen heb toen ik die artikelen doorgenomen heb, maar het zou best kunnen dat het in... volgens mij was het ook buiten het lab deels, die tweede. Maar dat is inderdaad een goede om rekening mee te houden tijdens het beoordelen tussen de concepten?

Expert A

Dat het punt vooral van Sense-IT hè, dat het gewoon mee in het leven kan.

Researcher

Zou je er nog dingen willen toevoegen. Of dat je denkt van nou, Ik weet niet of dat handig is of?

Expert A

Nee, ik ben heel benieuwd. Nouja, houdt me op de hoogte. Laat maar een demo zien als je het afhebt!

Researcher

Ga ik doen. Bedankt!

Appendix E: Interview with Expert B

Expert B

Mijn naam is (Expert B). Ik ben hoogleraar hier bij de vakgroep psychologie, gezondheid en technologie. En mijn leerstoel heet gezondheidspsychologie en persuasieve technologie. Waarbij ik bijzondere interesse heb voor Wearable Technology dus dat komt al mooi in de richting denk ik van jouw onderwerp ook. Van je bachelor opdracht. Nou ik, sinds ik hier start ben, dat is alweer 14 jaar geleden, ben ik eigenlijk direct in die wearable wereld terecht gekomen. Ik heb een achtergrond meer als cognitieve neurowetenschapper. Ik heb ook wel meer het brein bestudeerd. Maar Toen ik hier naar Twente kwam, wilde ik graag meer een dagelijks leven psychologie. Nou ja, neurofysiologie eigenlijk en gedrag van mensen in echte, emotionele alledaagse toestanden gaan meten. En op dat moment kwamen ook de eerste ... eigenlijk voor het eerst kwamen er wearables op de markt, die ook huidgeleiding meten, ambulante of voor het eerst, echt voor het eerst doen? En, Dat is best heel interessant. Dan kun je een bepaald gedeelte van het zenuwstelsel heel goed mee meten. Dus ik ben direct bij betrokken geraakt bij een project dat hebben we buienradar genoemd, waarbij we bij mensen met een zware verstandelijke beperking eigenlijk inzicht wilden geven in dat sympathische stelsel aan zorgverleners die aangaven dat het heel moeilijk is in te inschatten wat er nou bij die mensen gebeurde. Ik kan nog eens heel boos worden en ja, kan nou een wearable en informatie van een zenuwstelsel een soort extra signaal zijn ook extra hulpmiddelen. Dus dat was heel interessant. Ze hebben echt ook een app gebouwd samen met een bedrijf. En toen werd eigenlijk die wearable opeens van de markt gehaald. Die is van Empathica.

Researcher

Oh, daar heb ik gehoord inderdaad.

Expert B

Oh dat was toen nog een andere ... de cue sensor was er toen nog? Dat is best wel een schok of zo. Der was best wel veel geïnvesteerd in dat project en dat was voor mij ook echt wel een leermoment. Niet zozeer dat het idee nou een slecht idee was, maar wel het implementatie gewoon niet heel resiliënt was voor ... ja wat die startups doen en wat er in de markt gebeurt. Dus toen nou was er bij (name) zijn vakgroep werd op een vrijdagmiddag-project was de Sense-IT gemaakt en dat was ook een app die iets meette aan het autonome zenuwstelsel. Wel via hartslag. Dus niet die huidgeleiding. En binnen Android Wear, en dat vond ik zelf wel hele interessante toepassing. Ik zag wel wat nadelen aan dat het hartslag was, maar wel voordelen aan dat je een groter ecosysteem hebt met allerlei verschillende wearables die eigenlijk ... dat ze een beetje hetzelfde kunnen meten zal maar zeggen, give or take. Dus als je dan een app bouwt samen met zorgverleners met het oog van daar wil de zorg iets mee. En dan gaat weet ik veel, Fossil zomaar stoppen met het maken van smartwatches, dan heb je de Samsung die nog steeds en Google zal ook niet zomaar stoppen met zo'n systeem. Kan natuurlijk nog steeds, maar de kans is kleiner, dus dat was voor mij de eerste connectie met de Sense-IT, en ook via (name) die toen zijn promotieonderzoek deed, hebben we ook daar verder aan gewerkt. Echt Samen. Ja, binnen de geestelijke gezondheidszorg. Waarbij het bij de Sense-IT dus echt gaat om mensen die op de een of andere manier moeite hebben met het herkennen van hun eigen emoties. Het gewaar worden van, Hey? Er speelt iets ... en een component daarvan is natuurlijk vaak dat er ook iets in je lichaam gebeurt? Dus ja, Als je het zelf niet opmerkt, hé, ik zit hier met jou te praten ... Ik heb een hartslag van 85 of zo nu, maar je zou opeens naar 110 gaan omdat iets wat jij zei irriteert me ofzo ... of ik zit dadelijk nog iets heel anders te denken, dat heeft niks met jou te maken. Ja heb ik dat wel door. Is misschien heel relevant of je een gesprek aan het voeren bent met een hartslag van 85 of 110. Het kan een ander gesprek worden. Nou ja, de Sense-IT is dus eigenlijk zo eentool die je daarop cued. Hè dus eigenlijk in scenario's van weinig beweging krijg je een cue als het voor jou een interessante stijging is ... en dat is dus relevant voor geestelijke gezondheidszorg. Er is op een gegeven moment ook een ander project met (name) in Amsterdam ... een ander

promotietraject. Dat ging meer over agressieregulatie, maar ook binnen agressieregulatie hebt je natuurlijk hetzelfde verhaal van. Hé, dat gaat echt om mensen die dan veroordeeld zijn voor een geweldsmisdrijf, die dus echt hebben laten zien van als wij heel boos worden, kunnen ze een ander echt beschadigen. Verliezen ze zichzelf dusdanig dat ze gaan vechten. Nou, die krijgen soms een jaarlang therapie. En zeker in het begin van die therapie gaat het ook weer om herkennen van wat gebeurt er in je lichaam. En de state-of-the-art binnen die therapie is introspectie? Dus je moet datzelfde ...

Researcher

Wat is introspectie?

Expert B

Ja, dus dat je dat je naar binnen kijkt, hè, dus je je kijkt niet naar buiten, maar je probeert ... wat gebeurt hier nou..., wat is nu mijn hartslag? Is mijn lichaam druk?

Researcher

Een soort zelfreflectie, zeg maar, Dat is hetzelfde. Ja.

Expert B

Zelfreflectie als een soort bio reflectie zou je kunnen zeggen. Interoceptie wordt dat ook wel eens genoemd. Sommige mensen hebben bijvoorbeeld al snel dat er in hun nek spanning zit. Of als je teveel achter de computer zit. Ja, heb je dat? Voel je dat of niet? Nou ja hetzelfde als je misschien boos wordt, of iemand geeft je een douw in de supermarkt, of je zit in de auto, je wordt afgesneden. Javoel je dan dat er ook in je lichaam iets gebeurt. Je kunt natuurlijk wel opmerken van 'ik word pislank', maar dat zijn toch vaak gedachten, van wat gebeurt er nou hier? Ja, kunnen we die treatment verbeteren met zo'n biocue. Samen met (name) heb ik toen een review geschreven. Daar hebben we ook die term geïntroduceerd van een biocue. Ik vind dat zelf wel mooi want vaak wordt het ook wel biofeedback genoemd wat Sense-IT doet. Dat doet het ook wel. Maar in eerste instantie is het gewoon echt. Ja, je moet niet zelf doorhebben dat er een hoge hartslag is, maar die technologie die cued je. Door middel van je lichaam.

Researcher

Ja, heel veel mensen die herkennen het denk ik wel. Ik heb ook wel eens dat mijn emotie echt eengrens over gaat, zeg maar, dat ik heel chagrijnig ben. En, ik heb het idee soms dat je het wel ... je weet wel dat er dingen gebeuren en dat je geïrriteerd raakt, maar soms gedraag je je er misschien niet naar. Is het echt daarvoor bedoeld, zeg maar? Want, want ergens kun je verwachten dat de meeste mensen natuurlijk een soort vorm van zelfreflectie hebben daarin. Dus in welke mate draagt Sense-IT dan bij?

Expert B

Ja nou in brede zin zou mijn antwoord eigenlijk zijn dat ik dat een hele interessante onderzoeksvraag eigenlijk vind die jij nu noemt ... waarbij ik geen tool had om echt aan mijn vragen toe te komen. Bijvoorbeeld met jonge ouders die met kinderen lopen. Die worden ook behoorlijk getest. Weinig slaap. Ja, die gaan soms ook behoorlijk uit hun plaat of überhaupt in de opvoeding. Ja, of in het verkeer? En je hebt opeens een tool waarbij jouw grenzen wat duidelijker ook worden gecued. Is dat nou interessant hè? Het is in die zin ook wel een soort Human Computer Interaction vraagstuk, waarbij de oplossingen die ik vaak zag, bijvoorbeeld van Garmin. Die heeft gewoon een stress meting, zeggen ze op hun horloge. Die geeft aan van nou... veel stress. En dat kun je dan terug zien. Voor mijn gevoel is dat al te snel. Dat gaat er al vanuit dat mensen dat maar willen. Gaat er ook vanuit dat je echt stress kan meten op die manier, en dat vind ik ook nog wel wat ...

Researcher

Dat is al dubieus...

Expert B

Ja dat denk ik ook. Ik denk eigenlijk dat dat niet klopt om verschillende redenen. Maar dat is misschien voor nu niet zo relevant. Maar eigenlijk die vraag zoals jij, dat stelt, dat is voor mijn gevoel een onderzoeksvraag waarbij vaak hele fundamentele studies in het lab worden gedaan. Dan kijken mensen naar boze plaatjes, wordt een hartslag gemeten, worden relaties gevonden en daar geëxtrapoleerd naar situaties zoals jij dan in het dagelijks leven zou zijn. En hoe je dat dan doet terwijl ik denk, ik wil dat gewoon in het dagelijks leven meten. Ook als onderzoeker, kijk, ik ben ook geïnteresseerd in die therapieën. Maar eigenlijk ook gewoon om gewoon om bij gewone mensen wat langer te meten en gewoon dat soort cues iets te variëren en misschien ook samen te..., mee te ontwerpen. Misschien is het wel helemaal geen stress... Misschien is het voor sommige mensen wel iets heel anders, waarin een lichaams cue jou net even iets laat inzien. Who knows.

Researcher

Er zijn natuurlijk genoeg opties.

Expert B

Dat is voor mij ook wel een beetje de open vraag, die je met z'n cue kan.

Researcher

Ja wat het nut nou is, hè? Want op zich zou je kunnen zeggen, We hebben Sense-IT, we laten het de gebruiker zien en als de gebruiker zegt dat die het wel nuttig vindt. Ja, dat is natuurlijk ook makkelijk gezegd ergens hè. Maar wat is nou echt het effect daarvan inderdaad. In welke mate draagt dat dan bij?

Expert B

Nou ja, je ziet ook wel vaak dat bepaalde klachten die mensen ontwikkelen, bijvoorbeeld rond stress, over hele lange tijd zich pas ontwikkelen. Dus je hebt natuurlijk een zeker zelfinzicht die iedereen misschien wel een beetje heeft. Maar die is waarschijnlijk wel psychologisch, dus dat is op het niveau van .., je kijkt naar je eigen gedachten, je kijkt misschien naar eigen gedrag. En daar heb je dan bepaalde ideeën over, van hoe je functioneert. En misschien stuur je dingen bij in je leven. Maar door technologie, kunnen we eigenlijk andere verhalen over onszelf ook introduceren die ook over langere tijd.., waarbij misschien op een gegeven moment bijvoorbeeld gaat ontstaan dat jij opeens 20 keer per week een bio-cue gaat krijgen. En jezelf eigenlijk niet snapt waarom. Kijk, moet je daar iets mee? Daar ligt volgens mij wel een beetje een soort fronteer van onderzoek, maar ook wel van interventies. En te vaak nog heb ik het idee dat dat nu heel erg een beetje naïef, realisme ... wordt toegepast op het nut van dit soort interventies, waarbij ja het evident allemaal een beetje hetzelfde aan moet geven. 'Oh want toen had ik veel stress... was mijn hartslag variabiliteit laag... was er hogehuidgeleiding... oh ja, dat is mooi dat het een beetje gelijk is...'. Maar dat is allemaal heel erg in het moment en vaak lopen die dingen niet overheen. Je kunt hele vervelende gedachten hebben met een hartslag van 180, 160, 140, 120 tot 60. En, hoe werkt dat?

Researcher

Het zijn heel veel factoren en wat is nou het belangrijkste? Wat is nou degene die het er echt toedoet op het moment? Eén factor kan natuurlijk veel heftiger zijn.

Expert B

Ja dus hè? Je kan daar ook natuurlijk de vraag bij hebben; Sommige dingen zijn ook waar mensen helemaal niet zo in de loop zijn, wat meer passief gemeten wordt. Waarbij je ook op een gegeven moment patronen gaat ontdekken waar voor heel veel mensen niks interessants is. Kijk, Dat is. Natuurlijk ook wel. Hé eventueel terug te springen naar de Sense-IT dat (name) ook vaak als

voorbeeld noemt, wat ze zowel bij mensen in een eet-kliniek hebben gevonden. Dat voorbeeld heb je misschien al gehoord? We komen het wel vaker tegen het eigenlijk het belangrijkste nu is dat mensen ontdekken dat het leven eigenlijk niet zo interessant is. Of in ieder geval, nou ja, weet je? Als je gewoon jouw leven zou opnemen met een recorder en gewoon wat je zegt en wat je doet... ja je loopt naar de afvalbak je opent je computer, je typt wat in. Weet je, als je er gewoon een beetje naarkijkt... it is nothing special. 90% van de tijd... je smeert een boterham... weet je en dat that's life. En zeker mensen zeker die op een gegeven moment in de knoei komen met zichzelf, die hebben juist heel erg het beeld van; 'Ik ben helemaal naar de *****!' En Als je dan de Sense-IT gaat dragen, dan merk je momenten van extreme pieken. Heel vaak is je hartslag dus in een heel normale zone. Want ja, je homeostase werkt gewoon, je lichaam werkt gewoon. Alles werkt op een briljante manier eigenlijk, en dat kan een enorme ontdekking zijn. Dus dat is denk ik ook wel iets onverwachts misschien in het nut, dat we vaak denken van 'we moeten de piekmomenten... en dan word je heel agressief... of dan klap je helemaal door'. Terwijl we veel beter zien, hè, dat dat het leven gewoon wel oké gaat kan voor heel veel mensen een enorme opluchting zijn, maar daar hebben ze heel veel hulp bij nodig. Ook misschien van designers, van Creative Technologies, van psychologen. Want heel veel mensen denken dat alles sh*t is. Ik bedoel, lees maar eens hoe mensen de hele tijd ook reageren op social media... het is heel reactief. Maarja het is misschien wel een beetje een misvatting...

Researcher

Het zijn inderdaad wel mooie inzichten. Ja, mooi. Ik heb hier heel veel van opgestoken, denk ik. Ik stel voor om nu iets meer op Sense-IT te duiken, ook de baseline he... de basismeting. Zit Sense-IT allemaal nog helemaal helder hoe het een beetje werkt? Het algoritme en alles eromheen?

Expert B

Ja, zeker.

Researcher

Kijk dat is top. We hebben het natuurlijk een beetje over wat Sense-IT nu doet. Maar ja, voordat je het kan gebruiken, gaan er natuurlijk een proces aan vooraf. Dat is de basis meting, hè. Dat is dan het idee. Wat is volgens jou het doel van die basis meting?

Expert B

Nou ja, kijk op het moment dat je Sense-IT echt gaat dragen na de basis meting, dan verwachten mensen nu toch dat ze een cue gaan krijgen van de Sense-IT als er iets gebeurt wat opvallend is in hun lichaam. Maar ja, dan moet je natuurlijk wel een instelling hebben... een basis zal ik maar zeggen, waarbij dat waar is. Dus even een heel simpel voorbeeld als jij een basismeting doet. 'Nou, meneer mevrouw, gaan maar even staan en even zitten, want er zit een groot verschil tussen staan en zitten in Uw hartslag. Daar komt ook variatie door. Nou, doe dat 5 minuutjes nou mooi hé, dan hebben we een mooie baseline. Vervolgens stapt iemand uit het kantoor. Dus Sense-IT gaat aan en er is een echt gesprek, en dat ding gaat opeens keihard af. Maar het is een gesprek over koetjes en kalfjes, maar gewoon puur het praten met een ander verhoogt je hartslag. Als dat niet in een baseline meting zit en vervolgens stap je eruit en je hebt gewoon voor de rest de standaardinstellingen van de Sense-IT, ja, dan gaat dat ding dus af.

Researcher

En wat zou dan de oplossing zijn? Bijvoorbeeld in zo'n geval?

Expert B

Nou ja om bijvoorbeeld dus een stukje sociale interactie erin te hebben, hè, dat je even een gesprekje voert. Niet over een heel lastig onderwerp, maar dat toch even doet. En misschien zelfs staand een gesprekje voeren. Misschien ook wel zittend. Want dan zit dat in de baseline.

Hè, dus dat draagt ook bij aan de variatie die dat bij iemand oproept. En mensen verschillen natuurlijk ook heel erg in hun fitheid. Als je heel veel hardloopt, bijvoorbeeld. Die zullen een veel lagere rusthartslag hebben, Misschien ook wel minder variatie. Nou ja, dat soort dingen wil je ook afhangen. Nou ja, de een is veel sociaal angstiger dan de ander, dus op het moment dat er een gesprek plaatsvindt of dat zou niet in de baseline zitten... Kijk lastiger wordt het, en dan komt er op een gegeven moment context bij, dat je zegt van ja? Maar ja, Ik ben nu net met een beetje een training bezig rond sociale angst en gesprekken voeren met Mensen. Hè? Dat is iemand die nooit meer met iemand praat? Dus dat dat, hè? Dus daar zitten nogal weer wat nuances ook van; 'is er één baseline?' Nee, ik denk dat er altijd wel wat context afhankelijkheid kan zijn. Maar grosso modo denk ik dus dat je toch wel toe moet naar een soort gestandaardiseerde batterij. En (name) heeft daar wel een voorstel voor gedaan. Ook in een van haar artikelen volgens mij. Dus zou ik je nog naar kunnen verwijzen of je hebt het misschien al gezien. Maar ja, het nut is dus echt om om alledaagse... wat alle-daagse-acties in in zowel staand als zittende en misschien zelfs wel een beetje lopen, hè? Langzaam lopen wil je er misschien ook wel in hebben? Zodat vervolgens die Sense-IT niet gevoelig is. Dat is een ding wat we eigenlijk keer op keer op keer op keer terug krijgen van bijna iedereen dat die vaak te gevoelig is. Dat kan dus heel logisch verklaard worden als die baseline heel simplistisch is. Want dan krijg je een vrij lage hartslag met vrij lage variëteit. Nou zoals Sense-IT dan nu op dit moment volgens het algoritme werkt, nou dan gaat hij direct naar zijn hogere niveaus als hij in actie komt.

Researcher

Ik vind het wel interessant wat je zegt nu inderdaad, maar in de app zelf vind ik bijvoorbeeld geen instructies terug. En daarbij wil ik even naar mijn volgende vraag; is er toentertijd een protocol gemaakt voor hoe een baseline zou moeten verlopen?

Expert B

Ja, nou ja met (name) hebben we dus wel een vorm daarvan op een gegeven moment bedacht. Kijk, het idee was juist omdat het Sense-IT bedoeld was als een soort ontwerptool eigenlijk, ook voor therapeuten. Dat we meer de mogelijkheid wilden hebben dat mensen gewoon hun eigen protocol konden maken en ook zo lang als nodig was. Je kunt instellen hoe lang het duurt hè bijvoorbeeld ook omdat je met mensen werkt die in een hele bijzondere setting zitten of misschien wel bijzondere eigenschappen hebben.

Researcher

Een beetje een persoonlijke baseline?

Expert B

Ja, maar inmiddels denk ik wel; 'dat is niet slim'. Want het is gewoon te moeilijk. Mensen hebbendaar geen beeld bij. Ze hebben gewoon niet zo een beeld over überhaupt van dat die fysiologie zoverschillend is tussen mensen. Op een gegeven moment zijn we ook meer papers op het spoor gekomen van ook wel als standaarden. Er zijn gewoon best wel standaarden over rusthartslag tussen verschillende leeftijdscategorieën met standaardafwijking. Want als je me nu weer zou vragen, zou ik denken; je moet natuurlijk nog steeds een optie hebben van de vrije baseline voor de expert, zal ik maar zeggen. Maar vervolgens heb je een baseline volgens academische normen dat je zegt, Hé, ik volg dit paper. Daarin zitten deze rust hartslagen en deze afwijkingen. En vervolgens heb je het Universiteit Twente-voorgestelde protocol en een batterij van taken om te doen. En hè, hoe lang het duurt met staan, zitten, praten...

Researcher

Bestaat dat? Dat Universiteit Twente-voorgestelde protocol?

Expert B

Nee, die ben jij nu aan het maken?

Researcher

Ja nee, oké, maar die bestaat dus niet?

Expert B

Niet? Nee, nee, ja, ja, We hebben. Ik heb wel die met (name) gemaakt. Maar wat ik dus merkte toen is dat Mensen dat heel spannend vinden om dat te maken. Dus ook met een gevestigd therapeut...

Researcher

Waar ligt dat aan denk je?

Expert B

Ja, omdat nog niemand de eerste stap heeft gezet en dan durven mensen dat niet te doen.

Researcher

Misschien om even duidelijk te hebben tussendoor, er zit nu in de app... als je hem nu zou downloaden als particulier, dan sta je eigenlijk een beetje in het open. Dan is er geen instructie, niks.

Expert B

Nee, klopt. Maar ik heb daar elke keer op gehamerd met de psychologen of met wie ik ook samenwerk, was het toch moeilijk om dat prioriseren. Ook omdat op de een of andere manier mensen een soort vertrouwen erin leken te hebben, dat als je hem gewoon even aanzet dat dat dangoed komt. Dus ik heb een beetje overschat dat het echt nodig is om daar een batterij te hebben. Dus gestandaardiseerd. Anders komt het niet goed. Dus op gegeven moment hebben we dat wel voor die studie van (name). Het zat daar wel in... ook voor haar klinische trial. Die was best aardig en we hadden daar dus ook heuristische voor als er niet uitkwam wat we wilden. We hadden wel een soort ondergrenzen voor hoe hoog de rusthartslag moest zijn en hoe variabel.

Researcher

Maar zij heeft dus een soort protocol als het ware voor een basis meting? Zou ik die ergens kunnen krijgen op de mail. Misschien zou dat interessant zijn.

Expert B

Ja zeker zeker? Ja zeker.

Researcher

Stel jij zou nu hè? Los van de informatie van (name) bijvoorbeeld, hè? Een basis meting maken nu met terugwerkende kracht voor de Sense-IT applicatie, hoe had je dat dan gedaan? En wat denk je dat dan de belangrijkste factoren zijn?

Expert B

Ja nou ja, in ieder geval dus dat je. Goed varieert tussen staande zittende en lopende activiteiten, waarbij je misschien iemand ook bijvoorbeeld koffie laat drinken, daar moet ik nog even over nadenken, Maar dat dat zou er in kunnen zitten. En dat je echt wel langer dus die sociale interactie doet. Zowel zittend als staand. Nou ja, als je me nu zo direct vraagt, zou ik ook na moeten denken van, wil je er toch ook nog een klein taakje in doen bijvoorbeeld, hè? Dus dat mensen ook nog een puzzeltje doen, of toch even een milde cognitieve taak doen? Dat kan ik me ook voorstellen. Is er dan nog iets. Ja, nou ja, goed, ik zou daar misschien nog iets langer op papier over na moeten denken. Als je nu echt vraagt van teken hem helemaal uit... dat had ik nog niet gedaan.

Researcher

Is niet erg.

Expert B

Dus die elementen zou ik erin doen, en ik zou er dan dus ook... nog weer even kijken naar die tabellen die we hadden. We hadden nu z'n soort heuristische over van wanneer is het nou gelukt? Soms was het gewoon duidelijk mislukt en daar hebben we nu een soort aanzet toe en die zou ik nogverder willen opplussen door de Papers waar we al naar verwijzen, waar dan normen in staan? Hè? Want die zou ik dus ook eigenlijk als protocol nog daarnaast willen hebben. Gewoon je scientificnorm protocol van 'Oh, u bent zo oud, u bent een man of u bent een vrouw.' 'Dit is dan rust...'

Researcher

Ja personal metrics zegmaar?

Expert B

Ja, personal metrics, maar dus wel gestandaardiseerd op basis van normen. Niet op dat moment gewoon gemeten, maar gewoon. Er is nu natuurlijk zo'n standaard default instelling van 75 en eenstandaarddeviatie van 5.

Researcher

Ja van hartslag.

Expert B

Ja van hartslag ja en die zou ik dus gewoon... die zou ik dus ook wat uitbreiden naar hè? Op basis vandit paper zijn dit de uitgangswaarde als u niks zou willen instellen... U doet geen baseline protocol, dan is dit dus standaard. Je leeftijd vul je in en dan gaan we hiervan uit. Wel een waarschuwing van; 'dit is natuurlijk maar een groep gemiddelde.' Maar dat is beter dan wat nu is.

Researcher

Nu is er niks. Er staat start en...

Expert B

Nu staat gewoon die waarde daar. Op zich niet eens zo... ja, er staat 75.

Researcher

Ja, maar die waarde zit niet eens op het eerste scherm, zeg maar.

Expert B

Nee, die kun je niet eens zien.

Researcher

Nee, dus dan moet je al zeg maar geïnteresseerd genoeg zijn om daar op te klikken.

Expert B

We hebben er natuurlijk al best wel heel serieus aan gewerkt, en al best wel lang. Ook met wetenschappers, met designers en met praktijkmensen en ergens is het zonde dat in die app zou datnog wat... Ik denk als je zegt van hé, we hier de norm tabel instelling volgens dit paper? En ja, het slaat ook gewoon nergens op. Dat komt vaak best wel goed uit. Dus, die zou ik er ook bij doen. Nou ja, en nog even over dat baseline protocol. Kijk, de realiteit heeft ons ook geleerd, het moet ook niet te lang duren. Als je een gestandaardiseerd protocol doet ja... Dat is dan toch in een soort lab. En je weet gewoon niet wat voor setting je het dan inzet en hoeveel mankracht je nodig hebt. Ja kun je datmisschien ook automatiseren dat het In de app zit, dat die je de instructies geeft. Hé, dat je het ook elke dag opnieuw zou kunnen doen dat je even her-kalibreert. Want de ene dag is de andere niet, intermen van je rusthartslag. Ja, dan zou

het dus daarin moeten staan en dan wordt het natuurlijk weleven lastiger. Daar heb ik ook weer niet beter over nagedacht. Want wat dan als je dwingt dat iemand met iemand anders moet praten? En 'iemand' woont alleen.

Researcher

En dan heb je ook gelijk weer een stress waarde, en dan is de basismethode natuurlijk ook weer nietgoed.

Expert B

Ja precies, dus voor je het weet wordt het weer een kerstboom aan factoren...

Researcher

Het zijn heel veel factoren.

Expert B

Maar goed, Je kunt natuurlijk ook kleine stapjes zetten van. Hè toch eerst van? Ik denk dat het hè eerst toch uitgaat van een situatie waar het toch meer in de Mental Health wordt ingezet, waar er een therapeut is die gewoon even helpt.

Researcher

Ja, ja, Dat is misschien ook wel interessant om erbij te vermelden, maar voor mijn afstudeerproject heb ik als doelgroep gesteld gewoon studenten van 18 tot 27. Dus in principe is dat breder buiten therapeut, zeg maar, dus dan is het ook wel denk ik juist belangrijk dat dus die instructies hè of basismeting soort van goed aangegeven is, maar om maar even door te pakken op die kerstboom. Ik heb een hele mooie kerstboom met 3 ballen. Ik heb gebrainstormd met de dingen die ik gevonden heb uit literatuur en ja, expert opinion heet dat dan, en State of the art ja apparaten applicaties of apparaten die zoiets soortgelijks hebben, en ik ben eigenlijk op 3 concepten gekomen waarvan twee ergens vergelijkbaar zijn en één overeenkomende eigenschap hebben. En dat is iets breder. Sense-IT die geeft voor nu geeft hij een PCEA waarde. Of jou, hoe zeg je dat een correlate of emotional arousal, dus een deel van je emotie die zeg maar in hartslag te meten is. Van min 3 tot 5. Laten we in ieder geval zeggen de waarde die je als feedback zou krijgen op Sense-IT. Dus Ik heb twee algoritmes gevonden? Die eigenlijk dat systeem omdraaien, die geven je eigenlijk een emotionele hartslag.

Expert B

Ja, Dat is wel risky, want dat dat hè zo'n additional heartrate bedoel je achtig iets?

Researcher

Nee een non. Non metabolic heartrate en eigenlijk wat ze daar doen, ik zal je... concept één is dan eigenlijk hè? Je hebt een hartslag en hartslag. Die wordt eigenlijk beïnvloed door meerdere aspecten, ook emotie. Onder andere, Dat is eigenlijk het deel waar je naar op zoek bent voornamelijk. En, maar hartslag wordt ook beïnvloed door andere dingen. Dus is dus voornamelijk de component. Daar is onderzoek naar gedaan en die zijn er uitgekomen dat dus beweging de ja meest belangrijke component is. En als je dus de bewegings component van ja van je gemeten, hartslag op het moment af zou halen. Dan zou je dus de emotionele hartslag overhouden en dat noemen ze dan non- metabolic heartrate. En dan hebben ze ook een algoritme voor bedacht. Oké en, Dat is dus gebaseerd op een ja fysieke activiteit, een waarde van nul tot en met 100 en dan is nul dat je niks doet en 100 maximaal. Eén waarde zit erin die als een soort sensitiviteit van de applicatie geldt zeg maar en wat het eigenlijk inhoudt, is dat ze als jij heel veel beweegt dat dat de treshhold om zeg maar emotie te hebben omhoog gaat, want als jij beweegt, dan is het natuurlijk voornamelijk dat hartslag omhoog gaat door beweging. De hartslag verhoging die je meet op het moment die is hoger naarmate je... die moet hoger zijn om emotie te meten. Als je beweegt.

Expert B

Ja zeker ja.

Researcher

Dat is eigenlijk het idee achter die ... achter dat algoritme. Dat is concept één soort van en ja om die te gebruiken is er niet echt een baseline. De activiteit hoe ze dat hoe ze dat meten de fysieke activiteit, Dat is niet echt duidelijk. Maar waarschijnlijk is het met een accelerometer op een telefoon, zeg maar of iets hè, waar je beweging mee kan meten, maar Er zijn natuurlijk heel veel opties daarvoor. En dat brengt me eigenlijk naar concept twee. Die heeft ook iets, dus een beetje soortgelijk, maar iets aangepast en andere variabelen die ze gebruiken In het algoritme. Dus die meten ook ... die berekenen ook non-metabolic heart rate. Dus het emotionele deel van je hartslag als het ware. En die doen dat dan weer anders. Die berekenen op basis van je activiteit van je beweging, zeg maar. Hoeveel hartslag je zou moeten hebben? En je hartslag die je nu meet op dit moment. Daar halen ze die hartslag demand halen ze er vanaf die voorspelling, zeg maar. Wat er dan over zou zijn, zou dan je emotie zijn. En die doen dat wel dan met maximale hartslag, minimale hartslag en ook weer snelheid. Zeg maar of beweging. En deze twee concepten die ja hernemen vooral dan beweging ook mee in het berekenen van dingen.

Expert B

Ja, Het gaat eigenlijk niet over de baseline.

Researcher

Ook, want ik denk en ook uit literatuur. Kijk een basis meting is natuurlijk. Ja instructie is een soort basis meting, maar in principe zit de basis meting hier verwerkt het algoritme. Want een basis is natuurlijk een persoonlijk iets en je doet bepaalde dingen en ieder lichaam reageert daar anders open in dit geval reageert ieder lichaam anders op een bepaalde beweging en iedereen heeft een andere maximale hartslag of minimale hartslag. Ja, dus dat zou dan eigenlijk soort van de basis meting zijn en dan houdt het eigenlijk wat dat er dan overblijft voor een soort ja, hè ... basismeting wat er nu bij Sense-IT is, daar misten ze ook een soort instructie, dat zou dan een soort van de basis zijn, Maar dat is dan niet echt meer een meting. Dat is meer een soort basis instructie, zou het dan worden.

Expert B

Ja, nou ja, Dit is. Dit is echt een andere. Dit is echt iets anders dan dan wat Sense-IT nu is? Want Sense-IT is nu eigenlijk gewoon hartslag feedback in zittende, niet drukke situaties. Zodat je niet teveel beweegt maar, maar Je kunt ook wel feedback krijgen. Je kunt ook zeggen, doe het gewoon altijd en dan is het eigenlijk gewoon versimpelde hartslag feedback.

Expert B

De slimheid daaraan is is eigenlijk de domheid. Het probleem van veel van de huidige feedback diensten als van Garmin die gewoon stress teruggeeft. Die hè die die die die die overselt zal ik maar zeggen wat het echt meet, het meet gewoon hartslagvariabiliteit op een behoorlijk knullige manier aan de pols ... niet zo goed. En zeg dan dat de stress. Maar wat is stress? Vraag ik het aan jou krijg je een antwoord, vraag ik het aan iemand anders, krijg je een totaal ander. Antwoord, hoe kan het nou?

Researcher

Ja je kan moeilijk iets meten als er geen definitie aan zit.

Expert B

Nee dus hé, stress is heel breed gedefinieerd en hetzelfde hier. Ik bedoel, Ik vind het een heel interessant idee. We zijn daar ook mee aan het werk. Ik zou dit zeker wel, hè, overwegen maar, maar dan stap je dus echt wel naar dat je zegt Van. Ik wileigenlijk veel dichter komen bij een cueing die echt alleen gebeurt als het meer emotioneel is, hè, een beter die nog veel beter

eigenlijk die die die metabole stijgingen opnemen. Het probleem is bijvoorbeeld daar alleen bij als je het hier doet zo waar die zit. En Mensen gaan staan of zitten. Dan kun je wel aardig vaststellen. Het moet wel even, het zit niet altijd in zo'n algoritme, Maar het kan best lastig zijn, Maar het kan 20 beats schelen in je hart slagen staan of zitten. Dus ja, als dat als dat al niet helemaal goed is verwerkt en jouw algoritme zou 'perfect' emotie pakken, dan ben je mensen direct kwijt. Als ze gaan staan en dat ding gaat af denken ze. Ja, hallo, Ik ga staan. Hè? Dat vinden ze nu al erg terwijl we zeggen, ja, weet je, het geeft hartslag door. Soms heeft hij niet snel door dat je gaat rennen. Ja dan kan hij alsnog afgaan, maar als jij hebt beloofd van ja, hè, we filteren dat uit en het is de emotionele component, dus ik vrees dat je hè nog hogere beloftes maakt en het zijn best ingewikkelde. Trucs soms die Je moet doen om dat goed geïmplementeerd te hebben. Ik zou het wel heel interessant vinden, maar Als je me dan had gezegd, had ik inderdaad een ander verhaal verteld over wat er dan nodig is voor de baseline.

Researcher

Hè? Maar inderdaad, Ik vind het heel interessant inderdaad. De derde optie komt er wellicht wat dichterbij In de buurt. De derde optie of derde concept dat is ja meerdere baselines ... meerdere basis metingen. Op basis van verschillende activiteiten. Want Sense-IT zoals het nu is die meet zeg maar verschillende soorten activiteiten volgens mij 6 stuks.

Expert B

Ja, hij gebruikt het, ja?

Researcher

Google Activity API.

Expert B

Algoritme en die ja 6 of 7 ofzo ook in een auto.

Researcher

Autorijden, stil zitten, fietsen, rennen, lopen. Dat dat inderdaad daar inderdaad van. En Dat was eigenlijk het idee om voor verschillende activiteiten een verschillende basis meting te gebruiken. Dus Als het ware, hé... iemand een instructie geven in het begin. Oké, je gaat nu stil zitten. We doen een basis meting en doe gewoon normaal, zeg maar, We gaan gewoon stil zitten en doe wat voor jou de basis hè? Of doe een. Doe iets, hè, koffie, drinken of wat dan ook, Maar dat maakt voor nu even niethet erg uit, maar hè? Dus stil zitten en ga gewoon een rondje lopen en doe een basismeting. 5 minuten dus, hè? Bijvoorbeeld een soort schermpje dat bijvoorbeeld opkomt en nou voordat je de app start, heb je hier een aantal soorten activiteiten om de app beter te Laten werken. Dan kun je voor elke activiteit een basis meting doen. Nou dit duurt 5 minuten, dan klik je de tijd aan. En dan gaje dat uitvoeren, zeg maar, en dan geeft die soort instructie erbij. Dat is eigenlijk Concept 3 In het kort.

Expert B

Ja, dus dan heb je per activiteit..., maar ja, dan zou je dus ook de sociale component bijvoorbeeld erbij moeten houden. Dat ook heel veel met hartslag doet. In die activiteit, als dat er niet in zit, ja, dan zitten mensen..., dan gaan ze praten, en dan gaat dat ding dus af.

Researcher

Ja, ja, Dat is Natuurlijk ook inderdaad een aardige invloed op hartslag. Alleen Het is inderdaad vooral Omdat ik gevonden heb, ook in de literatuur, dat fysieke activiteit de grootste invloed heeft, wil ik me vooral daarop focussen, dus bij deze zeg maar ook eigenlijk heb je een soort basis meting ook voor rennen, zeg maar of voor lopen. Want Ik heb het idee dat Sense-IT zit zoals het nu is, inderdaad, wat jij ook aangaf net vooral. Laten we zeggen actief tijdens niet hele rigoureuze, fysieke ja activiteiten en anders wordt het vrij inaccuraat snel.

Expert B

Ja ja, en ook omdat ja, als mensen rennen. Ja, dan gaat een hartslag al heel erg omhoog.

Researcher

Nee Daarom, daar zijn alle concepten een beetje op gericht eigenlijk dus voornamelijk om die fysieke activiteit. En er zijn natuurlijk meerdere richtingen. Wat jij bijvoorbeeld noemt is inderdaad ook hè? Het is vooral voor de mildere activiteiten en welke...? Want dan zijn het natuurlijk andere aspecten, want je hebt bijvoorbeeld, hoe zeg je dat... hartslag heeft natuurlijk heel veel factoren die er invloed op hebben, maar Als je er natuurlijk op rekent dat Sense-IT dus voornamelijk goed werkt bij lichte activiteit ... als de fysieke activiteit of invloed op Sense-IT wegvalt, dan zijn die invloeden Natuurlijk van belang, zoals sociale contacten of koffie, drinken of staan of zitten. En met deze concepten wil ik eigenlijk juist de andere richting op. Met dat je voor alle activiteiten een soort basismeting hebt, dusdan is het nog niet per se dat het heel veel accurater zou worden bij stilzitten, Maar dat het juist bij juist heftiger mate van beweging waar Sense-IT nu ook nog niet heel accuraat zou zijn dat daar dus wat meer stabiliteit in zou komen.

Expert B

Oké, ja nu nu zeggen we vaak van zet het gewoon uit, hè? We, gebruiken het eigenlijk alleen maar. He als je gaat rennen dan gebruik je het gewoon niet.

Researcher

Ja nee ja. Ja, want nu kun je dus kiezen inderdaad, ja. En het idee is dus hè, want nu heb je een soort van nu zie je dat die omhoog gaat als je bijvoorbeeldaan het rennen of aan het fietsen bent en er staat een icoontje bij van je type beweging, maar daar moet je eigenlijk zelf een soort van ... interpretatie uithalen zeg maar. En op zich is het dus bij elke beweging die je doet gaat hij omhoog en hoeveel? Ja wie weet het dus op het moment dat je gaat bewegen, dan is de app eigenlijk al niet heel bruikbaar meer.

Expert B

Als je gaat wandelen bedoel je?

Researcher

Nou, ja ja, dan gaat die waarde omhoog, maar je weet dan niet Als ik heel erg aan het stressen ben of iets tijdens het wandelen, hoe hoeveel hoger moet die dan worden? Bijvoorbeeld dat, Dat is dan eigenlijk niet te zien, niet af te lezen. Dit is denk ik juist heel erg ... deze concepten zijn bedoelt om ook bij echte activiteit, zeg maar, om dan ook te meten.

Expert B

Ja, Het is wel een beetje ... wat ik een beetje bang voor ben is. Het is een soort. Over interpretatievan wat we hier hebben geprobeerd, met met de Sense-IT. Waarbij Het is een beetje dat naïeve realisme. Van, Ik denk iets. Dat hart gaat mee... terwijl dit is een homeostatische systeem en het is voortdurend heel erg bezig. Met hele grote bandbreedte... en naar binnen. Prima lekker doen. Maar op een gegeven moment kom je naar buiten? En dan, wil je dat detecteren eigenlijk hè. En cue-en. Dit is best interessant. Dus, kijk bijvoorbeeld naar mijn Withings (smartwatch). Daar zit het ook al in.

Researcher

Wat is dat?

Expert B

Maar in mijn Withings. Dit is een hybride, die doet het ook, maar die doet het nu voor fysieke dingenom echt hartaanval niveau te te doen. Dus Ik kan hem niet zo heel goed tweaken ik, ik mag hem nietlager zetten dan 104. Dus Als ik 5 minuten stil zit, en ik heb een hartslag boven dan cued ie. Nou, Dat is echt echt heel hoog. Ik heb het één keer gehad in twee jaar en toen

was ik apex Legends aan het doen met mijn zoon. En ik was echt helemaal aan het doorflappen? En toen opeens ging dat ding trillen ..

Researcher

Kan ik me voorstellen? Games zijn heel stressvol.

Expert B

Eigenlijk denk ik dus met die wat die met je hè? Dus ja, daar zit ook een baseline op, zal ik maar zeggen, die is ook op basis van mijn rusthartslag, maar die kijkt dus echt naar naar ja cardiac eventsbijna, dat je denkt van WOOW wat is hier aan de hand? Nou, dat wil je dus ook bijna nooit cuen natuurlijk. Als dat elke dag zou aangeven van 'goh gaat wel lekker joh met je hart'.

Researcher

Dan neem je het ook niet serieus meer.

Expert B

En dan neem je niet serieus. Dus volgens mij hier hè. Dus ook bij dit idee. Ik vind het wel heel interessant om een veel meer gepersonaliseerde baseline te hebben voor verschillende activiteiten, Maar ik denk dus wel dat je ook in het oog moet houden dat het dus gaat om om een soort relevantebandbreedte, en dus dat hij ook niet heeel accuraat hoeft te zijn. In zekere zin, je wilt gewoon voor iemand. Weet van nee, je bent gewoon je leven aan het lijden, je hebt wat argumenten je, je verveeltje. Je kijkt Netflix, je taak lukt niet. Oké, weet je wel... Moet dat ding dan cue'en? Nee maar op een gegeven moment kom je in een situatie waar waar voor jou... Nou ja, Misschien toch wel echt overvraagd wordt. En, en ja heb je dat wel door en dan moet hij eigenlijk cue'en en dat moet dus voor mijn gevoel net net... Ik baalde er dus van dat ik het niet gewoon zelf kan instellen. Gewoon deabsolute waarde... Het is. Heel super simpel maar het mag niet onder de 100. Ik zou gewoon, hè, hetgewoon uit willen proberen?

Researcher

Gewoon een keer op 95 zetten en kijken hoevaak hij het dan doet..

Expert B

Ja precies en hoe vaak doet hij het dan? Dus dat is echt super simpel. En dat, dat zou je ook de meeste gebruikers niet aan willen doen. Dat is gewoon mijn fascinatie. Dat ik dan gewoon ja..

Researcher

Jij wil eigenlijk veel cues als ware?

Expert B

Veel gedetailleerder en. Ja Ik wil misschien veel cues, of weinig... en op een gegeven moment helemaal er gevoel voor krijgen, maar om dan uiteindelijk mensen te helpen die er misschien heel weinig ... ideeën, over hebben hoe dat misschien zou kunnen worden ingeregeld. Maar goed hè, dus dus bij het rennen. Ja, Natuurlijk kan het interessant zijn om te cue'en van, je bent aan het rennen enen hè, je bent ook nog boos.. Dat is op zich wel interessant, maar ja, op dit moment zit dus ook in diestandaard baseline zit nog helemaal geen protocol. En, dat gaat dus vaak nog fout, hè? Als je ook zegt, studenten die gebruiken dat. Ja, Als je gewoon niet even staan, zitten en een gesprekje erin hebt zitten. Ja, hij trilt zo vaak.. denk ik ja. Dus Het is, Het is soms een beetje... De makkelijke stap is nog niet gezet. Dan ben ik een beetje bang als je dan iets heel anders doet dan wat wij nu hebben gedaan. En dat dat misschien andere problemen met zich mee gaat brengen en overwegingen waarwe nu misschien niet eens aan kunnen denken, omdat het nog niet.. dat niet hadden. Natuurlijk maakt dit voor jou thesis niet uit he, als je zeg van.. nee, ik bedoel, Ik vind het hartstikke interessant hoor, als je

dit probeert te implementeren. We zijn nu ook bezig samen met mensen uit Amsterdam met een additional heartrate algoritme.

Researcher

Additional heartrate is ook zo iets toch?

Expert B

Ja, Dat is een beetje hetzelfde. Ja, Het komt uit... Ik heb toevallig hier ook.. dit gekocht. Het komt uit 1974. Daar deden ze het echt met helikopterpiloten. Super interessant, kan ik je ook nog even sturen. Dan meten ze zuurstof om beter die metabole demands echt te meten en dan de hartslag tevoorspellen.

Researcher

Jaa zuurstof intake zeg maar... Respiration rate heet dat toch?

Expert B

Ja, nou nee, en ook gewoon hoeveel zuurstof je verbruikt. Dat schijnt heel goed voorspellend te zijn voor je metabolic demand waar je dan ook ziet dat er enorme additional, zoals jij zegt, non metabole heartrate is.

Researcher

Dat is Natuurlijk ook, dat is wel binnen een lab vaak, want als je Natuurlijk met zo'n kap op je hoofd...

Expert B

Maar dit was.. dit zijn helikopterpiloten, dus die vliegen gewoon bovenop Noorwegen met helikopters.

Researcher

Maar hebben ze dan zo'n mondmasker?

Expert B

Ja denk ik. Ja, die hebben ze natuurlijk vaak al wel bij...

Researcher

Ja, Dat is Natuurlijk wel zo bij hen zou het dus wel meer praktisch zijn. Als ik door het dagelijks levenga lopen en ik wil een meting hebben, dan ga ik niet met zo'n mondmasker oplopen. Dat vind ik een beetje teveel. Maar een smartwatch kan dat, maar bij piloten is dat misschien wel normaal.

Expert B

Nou ja, ze deden het ook voor het experiment om dan vast te stellen of het er überhaupt was. Maar goed, daar zijn we nu ook aan het onderzoeken.. kunnen we ook gewoon met een accelerometer, hoe, hoe goed kunnen we daar nou.. daar hebben we ook experimenten in een lab. Daar hebben we ECG en hebben we ook zuurstof en dan kunnen we daar naar kijken? Maar goed, het is wel tricky. Want vaak ook als je dat dan doet dan ga je op een gegeven moment ook heel tegenstrijdig min-hartslagen vinden dus dat je eigenlijk een soort van overschat. Dus ja, het levert wel andere problemen op.

Researcher

Misschien dat je, Als ik het nu een soort van mag samenvatten, dan wil je als Sense-IT niet te snel conclusies voor de gebruiker maken. Maar meer een soort goede instructie geven hoe de gebruiker zelf soort van conclusies kan trekken. En als het ware de data iets openlaten, he, want je wilt natuurlijk wel een soort van feedback hebben.

Expert B

Ja, ik zie het ook een beetje als taak van de Universiteit om juist dat soort systemen te bouwen terwijl ik denk... Kijk, commercieel is het veel interessanter om te zeggen, wij...

Researcher

Wij kunnen iets.

Expert B

..wij kunnen nu je resilience meten, en we gaan naar je beste zelf toe werken. We hebben een 30 dagen programma en daarna.. woohoo. Daar betalen mensen dan voor en dat is prima. En voor sommige mensen zal dit top werken. Alleen wat we vaak zien is dat die dingen een beetje als een tang op een varken slaan voor mensen die zwaar depressief zijn bijvoorbeeld of heel ontregeld. Maar misschien ook voor sommige studenten die helemaal niet lekker in hun vel zitten angstig zijn, en dankrijg je readiness en stress en dat zorgt eigenlijk alleen maar voor meer stress en als het dan...

Researcher

Ja, want je denkt: woohoo wat is er aan de hand? Wat kan ik doen...

Expert B

Nee ja, ik voel me al niet lekker en eigenlijk op het moment dat het wat zou kunnen doen, dan leg je het ding weg. Dan zeg je, nu wil ik het niet weten. Dus natuurlijk het idee van die hele Sense-IT en de neutraliteit en de hele eenvoud was ook wel om mensen een beetje te verlokken. Eigenlijk om er toch naar te blijven kijken en lange tijd blijven gebruiken. En ja, je moet op een gegeven moment moet je ook mensen helpen met dat saaiheid. Dus dat het leven.. dat je eigenlijk dus ontdekt dat..

Researcher

Het valt mee, zeg maar.

Expert B

Het valt wel mee weet je wel, je longen doen het heel goed, en je hart. En het mag wel wat doen. Nou ja, en misschien zijn er soms dagen. Teveel gedronken.. ruzie gehad met je vriendin, weet ik veel, en. Oeh het is echt een shit dag en dat ding gaat sochtends al 4 keer af. Ja, Het gaat 's ochtends 4 keer af. Dan heb je normaal nooit, dus misschien toch wel interessant. Misschien niet jouw topdag, en het is misschien een dag om gewoon, hè, toch maar Netflix aan te zetten. Weet ik veel, dus dat dat kan ook voor studenten of mensen die helemaal niet ontregeld zijn of gewoon normale levensstijlen, maar wel. Ja, hè, en dan soms als zoiets dan twee weken duurt toch, voor je het weetloop je toch al bij de psycholoog kan. Het kan ook wel weer snel gaan. Of dat mensen aan zichzelf gaan twijfelen. Nou ja. Dus in die zin zou ik wel willen pleiten ook voor..

Researcher

De kunst, de kunst van de eenvoud.

Expert B

Ja maar ja. Goed, ik ben natuurlijk ook maar een simpele psycholoog, dus dat is ook, ook door denoodzaak ingegeven.

Researcher

Dat zijn niet mijn woorden, haha.

Expert B

..dat ik dat doe. Maar ik zie ook gewoon vaak richting de implementatie. Als het ook wel weer teingewikkeld wordt dan dan wordt het ook wel weer kwetsbaar. En ik denk. Hé, ik heb echt

zoveel dingen tegengehouden bij de Sense-IT. Soms zijn er dingen doorgeglijpt en die zorgen ook altijd welweer. voor problemen, en...

Researcher

Eigenlijk zou het saai moeten zijn en dan verlaagt het je stress misschien wel. Dat je gewoon doorhebt hoe saai je eigenlijk bent. Het komt wel goed.

Expert B

Ja nou ja precies en, dat biocue'en het ook gewoon doet, want vaak zie je ook dat door de ingewikkelde dingen die we inbouwen, de basisfunctionaliteit, gewoon dat idee van hé als het 90 is, krijg ik gewoon eens een keer een cue... dat dat het dan niet meer doet op een gegeven moment. Dus dat dat net niet meer... Dus ja, wat mij betreft; alles wat helpt om dat basisidee van een gepersonaliseerde, zinnige biocue waar je ook nog een beetje zelf aan kan tweaken door je baseline opnieuw te doen of door hè... je kunt die gevoeligheid natuurlijk nu al iets variëren. En dat dat het gewoon goed? Dat je daarmee kan gaan ontdekken hoe mensen daar ook mee zelf gaan experimenteren, hè? Daar kun je daar natuurlijk ook weer een stressmanagement programma omheen doen, van twee weken. De Sense-IT wordt dan ook weer een soort motortje...

Researcher

Een soort tool.

Expert B

Een soort tool in iets waar ook nog echt wel iets bij moet van een uitdaging of zo. Of van een challenge die je twee weken doet en dat je ook iets ziet gebeuren daar dan.

Researcher

Ja. Misschien twee vragen even afsluitend dan nog. Eén, van welk concept denk je dat dan hetmeest... het dichtst bij Sense-IT blijft misschien?

Expert B

Die (concept 3). Ja die. Dit is een heel goed idee, maar het is echt een versie 3.0 met een ander algoritme waar je zegt, ik ga dit echt anders aanvliegen en ik wil... want nu is het gewoon hartslag en hier zeg je, ik wil echt meer naar die emotional heartrate... nouja...

Researcher

Hier ga je dan claims maken over dat je emotie kan meten bij wijze van?

Expert B

Nou ja, hè? En je gaat je gaat, ik zou zeggen, daar moet je energie gaan naar zo goed mogelijk dat algoritme uit die accelerometer halen. En hartslag voorspellen. Metabole hartslag. Ja, dat is daar de game. En hoe beter je dat doet, hoe beter je... nou ja.. en dan wordt eigenlijk gewoon daar de vraag van vergelijk het nou eens met die oude set. Draag er een hier en de ander daar... twee telefoons. En laat mensen dat nou maar ervaren. Hier ben ik ook heel erg in geïnteresseerd, maar het heeft nietzoveel te maken, denk ik met hè. De baseline bij de oude Sense-IT standaardiseren in de app. Ook hier mis ik nog een beetje van. Ja, hoe ziet dat er dan designtechnisch uit en hoe help je daar mensen daarmee doorheen... doen ze dat elke dag opnieuw. Hè, dus er zitten nog wel wat vragenbij... ja.

Researcher

Ja, en dan als laatste. Je hebt het al wel een beetje gezegd eigenlijk, hé, maar wat voor advies heb je dan hier... qua instructies laat ik maar zeggen, want dat heb je ook al wel een beetje gezegd, denk ik...

Expert B

Ja, ik zou rennen... Dat weet ik dus gewoon niet zo. Heel veel Mensen rennen ook nooit, bijvoorbeeld.

Researcher

Ja nou ja, Dat is wel zo, ja.

Expert B

Maar lopen zeker wel.

Researcher

Auto rijden of fietsen of lopen, dat zijn natuurlijk wel.

Expert B

En autorijden is natuurlijk ook echt op zich wel een interessante, emotioneel gezien, waar veel mensen... normale mensen ook vrij onredelijk uit hun plaat kunnen gaan.

Researcher

Het valt natuurlijk ook een beetje onder zitten eigenlijk, hè?

Expert B

Ja ik verwacht ook wel dat dat hetzelfde...

Researcher

Maar dan zou je wel emotie kunnen meten, als je dat..

Expert B

Ja en ik zou dus altijd. Ik ben het met je eens, natuurlijk als je gaat staan, dat doet enorm veel met je hartslag en fysieke activiteit, maar maar binnen zo'n activiteit. Ja dat sociale aspect, als je ook kijkt naar hè. Ongezonde stress is ook vaak gekoppeld aan sociaal evaluatieve situaties. Ook in het lab; als je mensen een fysiologische reactie wilt laten uitlokken en het is niet fysiek, dan doe je dat met zo'n comité. Je zegt Nou, geef maar even een toespraak over dit onderwerp of zing eens een liedje! En dan zitten de mensen zo heel sjachrijnig van...

Researcher

Ga eens op een ballon zitten...

Expert B

Ja ballon kan ook wel. Maar zeker als je op een ballon gaat zitten en mensen gaan je dan heel strengaan zitten kijken of.

Researcher

Het moet een beetje ongemakkelijk worden zeg maar.

Expert B

Ja en ook dat je het gevoel hebt dat je niet voldoet aan de norm van de groep. Als dat niet in je baseline een beetje zit... Ik denk niet extremer, maar dus gewoon even kletsen. Vaak bij mensen kan je al 5 beats meer zien.

Researcher

Dus misschien een advies, hè, die om die basis meeting zo goed mogelijk te doen. Heel veel mensendie doen het vaak in rust. Die denken, goh, klik en... die doen niet zoveel.

Expert B

Ja, Dat is echt dat, dat is niet goed.

Researcher

Die doen niet zoveel. Maar dat is onderzocht ook? Dat is ook gebleven, zeg maar? Dat is eigenlijk de aannname die er dan gemaakt wordt.

Expert B

Ja, dan heb je gewoon een bijna nul standaard deviatie. Een standaard deviatie van 2 en een hartslag van. Nou ja, als je een beetje sportief bent 60.. daar ergens. Nou sta je op gaat dat ding af.

Researcher

Ja, dus eigenlijk zou je zeggen, hè, van misschien wel het grootste gebrek dan en wat ik in dit conceptook dan nog zou kunnen toepassen hè, of? Misschien voor de tijd die ik heb zou kunnen uitbreiden, vooral dus die instructies op 'pak een echt gemiddelde'. En niet hè, een soort gemaakt rustig gemiddelde waarbij je zit en dat is het.

Expert B

Ja nee zeker ja ja ja ja ja. Ja en dan kan ik je dus ook die van (name) even doorsturen met wat ze daaraan deden. En ja die ja gewoon nog iets kunnen opplussen. Ja en daar zaten dus ook een soort fail- safes in van. Ja, als dit eruit komt, dan accepteren we de baseline niet. Ja dat is gewoon onbruikbaar. En mensen kwamen dan ook nog een keer terug om te checken hoe het ging en dan soms werd nog een nieuwe baseline meting gedaan, of. Zelfs werd dan de gevoeligheid nog aangepast, volgens mij. Dus ze klaagden er bijna altijd over. Daar was het alsnog te gevoelig voor. Nou ja, en dat hangt dus samen met jouw inschatting van ja, we moeten meer doen aan dat bewegingsprobleem.

Researcher

Ja, dat is vaak de reden, denk ik dat het inderdaad... dat je vaak meldingen krijgt. Als je dat aan hebt staan, beweging, in de app hoe het nu dan zou zijn. Dan krijg je daar bijna altijd een melding van. Ja, je hartslag gaat gewoon omhoog. En, dit zou dan wel bijvoorbeeld schelen aan dat je bijvoorbeeld minder meldingen zou krijgen, waardoor misschien de gevoeligheid op de... Want de baseline voor zitten, zou dan niet heel veel veranderen. Maar die zou wel misschien aardiger worden op het moment dat je dus niet meer die overgevoelige meldingen voor rennen krijgt, Dat is misschien dan wel weer het... maar misschien maak ik die conclusie te snel, Dat is mijn onderzoek natuurlijk, Maar dat is mijn verwachting, laat ik het zo zeggen.

Expert B

Ja, wat je nu ziet, is dat het algoritme niet op tijd detecteert dat iemand is gaan lopen of rennen. Dat komt wel, maar dat duurt dan even, maar dan is hij al afgegaan omdat hij denkt dat je nog zit?

Researcher

Ja en dan.

Expert B

Dus dat zou niet opgelost worden door dit probleem. Daar heb je een andere baseline voor, voor het rennen. Maar dan detecteert hij nog steeds niet.. dan denkt hij nog steeds dat je zit, dus zit je nog steeds in die andere baseline en dan gaat hij toch al af.

Researcher

Zou je hem niet een soort vertraging kunnen geven dan?

Expert B

Ja, dat is een van onze top requirements voor als we nu zelf naar een ontwikkelaar zouden stappen, van kan er een soort van...

Researcher

Dat je eigenlijk de gemeten waarde even bewaart. En als je weet dat de vertraging één minuut is, maar de waarde die je over een minuut dan meet. Die van beweging. Die koppel je aan die waardedie je een minuut geleden had gemeten, zeg maar. En als ie dan te hoog is...

Expert B

Daar zou je over na kunnen denken, maar dan moet je dus ook voor ogen houden van dat die situatie waar wij natuurlijk al aan denken. Ook met die agressieregulatie van iemand staat In de supermarkt. En iemand geeft je een douw? En, je had het niet door en doet echt zeer in je schouder...

Researcher

En een minuut later, dan is hij al weg...

Expert B

Inderdaad ja.

Researcher

Ja, maar dan is het ook niet echt perse real-time. Hoe langer het duurt..

Expert B

Nee maargoed, we zitten hier wel... Hoe kun je inderdaad die gevoeligheid op die.. dat je opeens de trap op rent. Dat is ook zo'n voorbeeld. Dat mensen zeiden, de trap pakt die altijd. Dan kreeg ik altijd een trilling. Dat is echt zo'n voorbeeld. Je bent een beetje aan het rondscharrelen in je huis of je staatrustig op en dan opeens ga je trap op. Ja, dan gaat die hartslag 10 slagen omhoog, makkelijk. En, Hij heeft het nog niet. Ja, hij ziet dat ook vaak nog steeds als wandelen, dus hij kan ook niet goed onderscheiden. Ja wat doe je daar nou tegen?

Researcher

Nou ja, Misschien is dit maar gewoon een richting, hè? Stel, ik zou dit kiezen en het blijkt niet perfecte werken, misschien leer je er wel van.

Expert B

Ja ja, Altijd.

Researcher

Ja, ja nee, maar goed dan. Ik kan hier. Ik ben hier heel blij mee. Het was een fijn interview/gesprek. Bedankt

Expert B

Jazeker! Bedankt!

Appendix F: User Evaluation Information Brochure

INFORMATION LETTER

Title of research project: Improving baseline measurement and in an emotional awareness application for students.

Student researchers:

Dear participant,

We would like to invite you to take part in a user study for an application that measures emotional arousal. Before you decide on whether to participate, you need to understand why this research is being done and what it would involve for you. Please take time to read the following information carefully. Ask questions if anything you read is not clear or if you would like more information. Take your time to decide whether or not to take part.

1. Study Duration

The study will take place on [TBD] and will last ± 4 days.

2. Study Nature

The overall aim of this study is to gain insights in improving baseline measurements for the Sense-IT application. Therefore you will be asked to use the application for 4 days. Before using the application you will receive an explanation of the functionality of the application and in short its baseline measurement protocol. After the explanation you are asked to use the device as you would in your daily life. There are no specific tasks that you are asked to do, however you are asked to behave as you would do normally in your daily life. You are encouraged to be interested in the application during the time that you are using it in order for me to receive the most valuable feedback from you, the user. After the use of the application you will be asked to participate in an (audio recorded) interview of ± 45 minutes where I have time to ask you a few questions about the functionality of the application and of the baseline measurement system.

The study is conducted as a part of a bachelor graduation project for the study Creative Technology at the University of Twente. The project aims to improve the current baseline measurement protocol of the Sense-IT application.

3. Voluntary participation

Participation in this study is completely voluntary. You do not have to give any reason if you do not want to participate. Even if you give your permission now, you can withdraw this permission at any time without having to give a reason.

4. Possible Advantages and Disadvantages

Participating in this study will not provide you with any direct advantages or disadvantages.

5. Confidentiality of personal details and access by third parties

The information collected in this study will be treated confidentially. All data will be handled abiding by the regulations of secure storage and processing as outlined in the European Union's General Data Protection Regulation (GDPR). All personal details collected during this study, as well as the transcript resulting from the audio recording, will be anonymized via participant numbers. Only these numbers will be used for study documentation and in the final report of the project. The person corresponding to a code number can only be identified by the main researchers and the project supervisors. The audio recording and the anonymized transcripts will be safely stored on a hard drive of a computer for the duration of the study. When the study is finished the audio recordings will be deleted and all sources containing the anonymized transcripts will be removed.. The anonymized transcripts will be used in the final paper but will stay anonymous. Only the above mentioned code numbers will be included.

The emotional awareness feedback that is stored safely on the smartphone (value in combination with time and an icon displaying the type of movement of that measurement) will be removed maximum twenty-four hours after the final interview with the user. During the start of the user test until it is removed his data is only accessible by the user and the researcher.

At all times it is possible to get insight into your own data and/or make changes.

6. Who should you contact for further information?

For any further information you can contact one of the researchers:

d.f.roelofsen@student.utwente.nl

If you have questions about your rights as a research participant or wish to obtain information, ask questions, or discuss any concerns about this study with someone other than the researcher(s), please contact the project supervisors through:

r.klaassen@utwente.nl

a.m.schaafstal@utwente.nl

Additionally, you can contact the Secretary of the Ethics Committee of the Faculty of Electrical Engineering, Mathematics and Computer Science at the University of Twente through ethicscommittee-cis@utwente.nl.

Appendix G: User Evaluation Consent Form

Consent Form for Wearables and Emotional Arousal Applications

YOU WILL BE GIVEN A COPY OF THIS INFORMED CONSENT FORM

Please tick the appropriate boxes

Yes No

Taking part in the study

I have read and understood the study information dated [...../...../.....], or it has been read to me. I have been able to ask questions about the study and my questions have been answered to my satisfaction.

I consent voluntarily to be a participant in this study and understand that I can refuse to answer questions and I can withdraw from the study at any time, without having to give a reason.

I understand that taking part in the study involves an audio-recorder interview which will be transcribed as text and removed after the research is finished. I understand that taking part in the study involves wearing a smartwatch and smartphone to measure heartrate and movement to store emotional heartrate data on the smartphone.

Use of the information in the study

I understand that information I provide will be anonymously used for a bachelor graduation project report.

I understand that personal information collected about me that can identify me, such as [e.g. my name], will not be shared beyond the study team.

I agree that my information can be quoted in research outputs.

Consent to be audio recorded

I agree to be audio recorded.

Study contact details for further information

David Roelofsen

d.f.roelofsen@student.utwente.nl

Signatures

Name of participant

Signature

Date

I have accurately read out the information sheet to the potential participant and, to the best of my ability, ensured that the participant understands to what they are freely consenting.

Researcher name

Signature

Date

Appendix H: User Evaluation Interview Structure

Interview Questions

Background

- Can you tell me a bit about yourself (introduction)
- How would you rate your confidence level during the use of smartphone/smartwatch applications?
- Prior to this research, have you ever used self-tracking devices such as pedometers, heartrate monitors, fitbits, garmins, etc.? If yes, what have you done with these devices? Was it sports-related or tracking throughout a day?

Old version

General

- Can you describe your overall experience of using the Sense-IT application?
- What did you think of the feedback of the Sense-IT application?
- To what extend did you find the emotional arousal of the Sense-IT application accurate? Can you give examples of where it was and wasn't accurate?

Baseline Measurement

- What did you think of the in-app instructions on taking a baseline measurement?
- Did you encounter difficulties in finding how and where to start the baseline measurement? If so, which?
- What do you think of the difficulty of taking a baseline measurement?
- What did you do during the baseline measurement?
- What activities did you perform during the baseline measurement?
- Why did you behave the way you did during the baseline measurement?
- Have you taken the baseline measurement multiple times? If yes, why? Have you changed your behavior the other times?
- Have you changed the in-app settings of the baseline measurement? If so, how?

New version

General

- Can you describe your overall experience of using the Sense-IT application?
- What did you think of the feedback of the Sense-IT application?
- To what extend did you find the emotional arousal of the Sense-IT application accurate? Can you give examples of where it was and wasn't accurate?

Baseline Measurement

- What did you think of the in-app instructions on taking a baseline measurement?
- Did you encounter difficulties in finding how and where to start the baseline measurements? If so, which?
- What do you think of the difficulty of taking a baseline measurement?
- What did you do during the baseline measurement?
- What activities did you perform during the baseline measurement?
- Why did you behave the way you did during the baseline measurement?
- Have you taken all the baselines for every activity?
- Have you taken a baseline for a specific activity multiple times? If yes, why? Have you changed your behavior the other times?
- Have you changed the in-app settings of the baseline measurement? If so, how?

Appendix I: User Evaluation System Usability Scale

System Usability Scale according to [59].

| | Strongly disagree | | | | | | Strongly agree |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--|----------------|
| 1. I think that I would like to use this system frequently | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 2. I found the system unnecessarily complex | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 3. I thought the system was easy to use | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 4. I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 5. I found the various functions in this system were well integrated | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 6. I thought there was too much inconsistency in this system | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 7. I would imagine that most people would learn to use this system very quickly | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 8. I found the system very cumbersome to use | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 9. I felt very confident using the system | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 10. I needed to learn a lot of things before I could get going with this system | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |

Appendix J: In-App Instructions

Opening screen instructions in the prototype (in Dutch):

Welkom bij Sense-IT

Deze applicatie probeert je te helpen bij het herkennen van je emoties door je om de zoveel tijd een waarde tussen -3 en 5 te geven. Deze waarde wordt berekend door je huidige hartslag te meten en deze te vergelijken met een basismeting.

Deze basismeting meet je hartslag voor ongeveer 5 minuten en berekent hier een gemiddelde uit. Dit gemiddelde staat gelijk aan een waarde van 0. Als je huidige hartslag onder of boven deze basismeting gaat zul je dus een lagere of hogere waarde terugkrijgen. Iedereen heeft een andere gemiddelde hartslag op verschillende momenten dus om feedback te krijgen die afgestemd is op jouw lichaam is het essentieel om basismetingen te maken.

In deze applicatie kunnen er 5 basismetingen gedaan worden voor 5 type activiteiten, namelijk stilzitten, wandelen, hardlopen, fietsen en autorijden. De applicatie kan meten welke van deze 5 activiteiten je op een bepaald moment aan het doen bent en zal jou een waarde geven gebaseerd op de basismeting die bij deze activiteit hoort. Probeer daarom voor alle activiteiten een basismeting te doen om de meest persoonlijke feedback te krijgen. Je hoeft niet alle basismetingen te doen voordat je de applicatie aanzet en gaat gebruiken, maar het is verstandig om in ieder geval te beginnen met de basismeting voor zitten.

Als je klaar bent om te beginnen klik dan op de knop hieronder om je eerste basismeting te maken. Voor tips over wat je het beste kan doen tijdens een basismeting kan je altijd naar het basismeting-menu gaan en rechtsbovenin op de 'i' klikken.

Vind je na het doen van de/een basismeting(en) de feedback die je krijgt niet fijn of niet accuraat genoeg? Probeer dan om de instellingen van de applicatie aan te passen of probeer één of meerdere basismetingen opnieuw te doen. Veel meetplezier!

Baseline measurement instruction in the prototype (in Dutch):

Om een basismeting voor een activiteit te maken selecteer je eerst de activiteit waarvoor je de basismeting wilt maken. Vervolgens start je de basismeting.

Om een goede basismeting te maken probeer je bij iedere activiteit een gemiddelde inspanning te leveren die bij die activiteit hoort. Probeer ook een beetje variatie in je hartslag aan te brengen. Hieronder volgen tips voor alle 5 de type activiteiten.

Stilzitten: Zit voornamelijk stil maar probeer een paar keer op te staan en te gaan zitten voor de variatie. Probeer ook een beetje sociaal contact te maken.

Wandelen: Wandel een rondje en probeer af en toe even te zitten of even een klein sprongetje te maken om variatie in je hartslag te maken. Probeer ook een beetje sociaal contact te maken.

Hardlopen: Probeer hard te lopen met een gemiddeld tempo. Probeer af en toe wat langzamer en wat sneller te lopen.

Fietsen: Fiets met een gemiddeld tempo. Probeer af en toe wat langzamer en wat sneller te fietsen.

Autorijden: Start de meting voordat je begint met rijden voor de veiligheid. Er wordt verwacht dat in het verkeer zich genoeg variatie voordoet maar probeer bij voorkeur een rustige route op te zoeken."