Prototype & test cycle 2 protocol: Sensoriële ergonomie

## Project informatie

**Projectnaam:** Werkbaar werk in de zorg

Binnen het vak Gebruiksgericht Ontwerpen richt ik mij op mogelijke oplossingen voor het verlichten van de druk op de zorg. Mijn onderzoeksterrein binnen de zorg is de ondersteuning van mensen met paniekstoornissen. De samenleving wordt steeds veeleisender, en dit heeft een directe impact op de mentale gezondheid. Vooral gezien het feit dat psychologen lange wachtlijsten hebben en in sommige gebieden een aanmeldingsstop is, lijkt er een probleem te zijn. Het doel van dit onderzoek is om product te ontwikkelen dat mensen die aan frequente paniekaanvallen leiden, kunnen gebruiken. Het doel van dit product is om het aantal sessies met een hulpverlener te verminderen en een sessie efficiënter in te delen door de patiënt te helpen de symptomen in een eerder stadium te herkennen en te reguleren.

Interviewer: Sid De Munck ([sid.demunck@ugent.be](mailto:sid.demunck@ugent.be))  
Student Industrieel Ingenieur Industrieel Ontwerpen

## Doelstelling en kadering

Dit onderzoek richt zich op het verkrijgen van inzichten over de inhoud van het toestel, specifieker de trilling functie en de geluidsfunctie. De focus wordt hierbij gelegd op de sensoriële ergonomie. Er zal dus onderzocht worden op welke manier de trilling best gebruikt wordt, het juiste geluidsniveau en de hierbij horende frequentie van muziek.  
Het is belangrijk dat elk van deze functies onderbouwd wordt uitgewerkt zodat het toestel gebruikt kan worden in panieksituaties en het de gebruiker effectief kan helpen.

De testen worden uitgevoerd met drie testpersonen die regelmatig paniekaanvallen (hebben) gehad. Het is belangrijk om hun eerlijke mening over de verschillende hulpmiddelen te krijgen zodat er in een vroeg stadium nog niet teveel wordt gefocust op de foute elementen.

De testen vinden plaats in een huiselijke omgeving. Hierbij zullen de testpersonen gevraagd worden om de prototypes een voor een uit te testen. Dit zal in twee fasen gebeuren: de eerste fase op het volume van de muziek en de hierbij horende aanpasbaarheid en in de laatste fase ligt de focus op de trilling functie.

In een vooronderzoek werd er reeds onderzoek gedaan naar de juiste frequentie van muziek voor dit hulpmiddel. Hieruit kan worden besloten dat muziek met een frequentie van 432Hz effectiever zou werken dan de standaard muziek met een frequentie van 440Hz, al werd dit nog niet wetenschappelijk geconcludeerd.  
In dit onderzoek wordt er dus gewerkt met muziek van 432Hz. Dit in de hoop het hulpmiddel zo effectief mogelijk te laten werken.  
  
Er zal aan elke testpersoon worden gevraagd om het Think Aloud protocol toe te passen, na de test wordt er dieper ingegaan op de gegeven informatie met behulp van het Question Ask protocol. De prototypes worden na elke test ook beoordeeld. Dit wordt gedaan met behulp van de SAM-score en de SUS-score.

## Data verzameling

Het doel van de dataverzameling in dit onderzoek is om inzicht te krijgen in de effectiviteit van een toestel bij het ondersteunen van mensen met paniekaanvallen. In dit geval wordt er gezocht naar hoe de trillings- en geluidsfunctie kunnen bijdragen aan het verminderen van deze angstgevoelens en zo een kalmerend effect kunnen bekomen. De verzamelde data zal helpen het ontwerp te optimaliseren zodat zowel de trillings- als de geluidsfunctie optimaal benut kunnen worden.

1. Trilling functie
   1. Fysiologische gegevens: hartslagmetingen

De hartslag is een van de belangrijkste indicatoren van stress en paniek. De gemiddelde hartslag van een volwassene in rust is gelegen tussen de 60 en de 100 slagen per minuut. Bij het hebben van een paniekaanval kan je hartslag drastisch stijgen boven de 100 slagen per minuut.   
In dit onderzoek zal de hartslag van de deelnemers worden gemonitord met een hartslag meter die continu metingen zal verrichten. Dit zowel voor, tijdens als na het gebruiken van de prototypes. Voor het meten van de hartslag wordt er gebruik gemaakt van de app ‘instant hartslagmeter’.

Voordat de deelnemers starten met de test, zal hun hartslag in rust worden gemeten. Dit terwijl ze zich in ontspannen toestand bevinden. Deze waarde zal gebruikt worden om later te vergelijken met de resultaten tijdens paniek en het hierbij horende herstelproces.

Ook zal de hartslag van de testpersonen tijdens paniek worden gemeten, dit vanaf ze het prototype gebruiken. Als deze waarde zich boven de 100 slagen per minuut bevindt, kan er vanuit worden gegaan dat de gebruiker zich in een verhoogde staat van stress bevindt.

* 1. Tijdmeting: snelheid van kalmeren

Naast het meten van de hartslag zal ook de tijd worden gemeten die de gebruiker nodig heeft om na zich in een staat van paniek te bevinden, zich weer te kalmeren. Deze tijd kan gemeten worden vanaf het moment dat het prototype wordt geactiveerd tot op het moment dat de gebruiker aangeeft dat de paniek is gaan liggen, of hij/zij zich weer rustiger voelt. Dit wordt gemeten met een stopwatch.

Uit wetenschappelijk onderzoek blijkt dat een paniekaanval van enkele minuten tot hooguit een uur kan duren. In dit onderzoek wordt er gewerkt met een tijdslimiet van 15 minuten om te evalueren hoe snel het prototype effectief kan bijdragen aan het kalmeringsproces.

* 1. Gebruiksgemak en interface-opties

Het allerbelangrijkste aspect in deze test is het gebruiksgemak aangezien het toestel voornamelijk in noodsituaties wordt gebruikt. In paniek is er vaak geen tijd en frisse geest om handmatig een app op te starten en een gepast trilling patroon te selecteren. Daarom worden er in dit onderzoek verschillende opties onder de loop genomen.

1. Automatische opstart:   
   Bij het opstarten van het toestel kan er met een simpele druk op de knop een trilling worden afgespeeld dat ‘vast gezet’ is in de app. Dit houdt in dat de gebruiker niet eerst de app moet nemen om een trilling patroon te kiezen maar dus op voorhand het meest gepaste patroon al kan vastzetten in de app. Wanneer de gebruiker een ander trilling patroon wil, zal de app wel moeten worden gebruikt.
2. Opstart met behulp van app:  
   De gebruiker start het toestel op en opent de hierbij horende app. Wanneer het toestel verbonden is met de app, kan het gekozen trilling patroon worden afgespeeld.

Het ontwerp van de interface moet zeer intuïtief zijn, rustgevend en minimalistisch. Wanneer de gebruiker teveel keuzes heeft kan dit het stressniveau verhogen. Daarom is er gekozen om in de interface met drie verschillende geluiden en de drie bijhorende knoppen te werken. De visuele weergave van de knoppen (kleur, grootte…) zijn in deze test nog niet van belang. In deelopdracht 3 wordt de focus op de interface van de app gelegd.

* 1. Subjectieve ervaringen: Think Aloud en Question Ask protocol

Naast de kwantitatieve metingen in deze test, wordt er ook gebruik gemaakt van het Think Aloud en het Question Ask protocol. Dit wordt gedaan om een dieper inzicht te verkrijgen in waarom er nu net die resultaten werden bekomen.   
Deze protocollen bestaan uit vragen zoals:

* Hoe voelde je je voordat je het prototype gebruikte?
* Wat merkte je op tijdens het gebruiken van het toestel?
* Hoe ervaarde je de muziek/trillingen?
* …

Van Rossom Gezondheidsjournalist, S. (2024, May 7). *Wat is de gemiddelde hartslag in rust?* Roularta Media Group NV. <https://www.gezondheid.be/artikel/hartaandoeningen/wat-is-de-gemiddelde-hartslag-in-rust-37877>   
Kumar, R. (2024, October 24). *Understanding heart rate changes in panic attacks*. CognixPulse. <https://cognixpulse.com/articles/heart-rate-panic-attacks/>   
Jansen, A. (1992). Opmerkelijke effecten van erg lang hyperventileren; een experiment. *www.academia.edu*. <https://www.academia.edu/59522204/Opmerkelijke_effecten_van_erg_lang_hyperventileren_een_experiment>

1. Geluid functie

Het doel van dit onderdeel binnen het onderzoek is om door middel van natuurlijke geluiden, rustgevende muziek of andere sonische elementen, de gebruiker tot rust te brengen. In dit deel van het onderzoek wordt er gekeken naar hoe deze functie op de beste manier kan worden ingezet, zowel op vlak van effectiviteit als gebruiksgemak.

* 1. Fysiologische gegevens: hartslagmetingen

Net zoals bij de trilling functie, wordt ook hier de hartslag gebruikt als indicator voor het stressniveau. De metingen worden gedaan voor de test start, tijdens en na de test. De hartslagen van de testpersonen worden gemeten met behulp van een app ‘instant hartslagmeter’. Op deze manier kan de hartslag van de deelnemer regelmatig en op een eenvoudige manier worden getrackt.

* 1. Tijdmeting: snelheid van kalmeren

Ook de kalmeringstijd wordt net als bij de trilling functie gemeten vanaf de start van het onderzoek tot wanneer de testpersoon gekalmeerd is. De snelheid waarmee dit wordt bereikt helpt bij het bepalen van welk geluidstype het snelst voor rust zal zorgen.   
Ook hier wordt er met een tijdslimiet van 15 minuten gewerkt.

* 1. Gebruiksgemak en interface-opties

Het allerbelangrijkste aspect in deze test is het gebruiksgemak aangezien het toestel voornamelijk in noodsituaties wordt gebruikt. In paniek is er vaak geen tijd en frisse geest om handmatig een app op te starten en een gepast geluid te selecteren. Daarom worden er in dit onderzoek verschillende opties onder de loop genomen.

1. Automatische opstart:   
   Bij het opstarten van het toestel kan er met een simpele druk op de knop een geluid worden afgespeeld dat ‘vast gezet’ is in de app. Dit houdt in dat de gebruiker niet eerst de app moet nemen om een geluid te kiezen maar dus op voorhand het meest gepaste geluid al kan vastzetten in de app. Wanneer de gebruiker een ander geluid wil, zal de app wel moeten worden gebruikt.
2. Opstart met behulp van app:  
   De gebruiker start het toestel op en opent de hierbij horende app. Wanneer het toestel verbonden is met de app, kan de gekozen sound worden afgespeeld. Het wijzigen van de muziekkeuze gebeurt ook in de app.

Het ontwerp van de interface moet zeer intuïtief zijn, rustgevend en minimalistisch. Wanneer de gebruiker teveel keuzes heeft kan dit het stressniveau verhogen. Daarom is er gekozen om in de interface met drie verschillende geluiden en de drie bijhorende knoppen te werken. De visuele weergave van de knoppen (kleur, grootte…) zijn in deze test nog niet van belang. In deelopdracht 3 wordt de focus op de interface van de app gelegd.

* 1. Subjectieve ervaringen: Think Aloud en Question Ask protocol

Met behulp van het Think Aloud protocol en Question Ask protocol kunnen zeer kwalitatieve inzichten worden verkregen. Vragen die zoal gesteld zullen worden zijn:

* Hoe heb je de verschillende geluiden ervaren?
* Was het makkelijk om de juiste functie te activeren tijdens je paniekmoment?
* Zou je iets anders wensen aan de interface?
* Is deze manier van omgaan met het product aangenaam in gebruik?
* …

Deze feedback is essentieel om de geluidservaring verder af te stemmen op de noden van gebruikers in stressvolle situaties.

## Respondenten

Voor dit onderzoek hebben de respondenten, zoals weergegeven in Tabel 1, deelgenomen. Elke testpersoon heeft regelmatig paniekaanvallen (gehad) en wil graag zijn/haar kennis delen.

In deze fase van het onderzoek is de groep testpersonen beperkt tot drie testpersonen. Dit zou voldoende moeten zijn om een algemeen inzicht te genereren.

Alle respondenten hebben een *informed consent* ondertekend. Hierin werden ze geïnformeerd over het doel van de test, hun vrijwillige deelname aan en de garantie dat hun gegevens anoniem worden verwerkt.

De testen werden uitgevoerd tussen 13 april 2025 en 16 april 2025 een namen gemiddeld 30 minuten per persoon in beslag.

**Steekproefomschrijving (N** = 3)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Pseudonym | Respondent type | Datum | Locatie | Leeftijd | Opmerking |
| N | Scholier | 13/04/2025 | Haasdonk | 16 | / |
| K | Leerkracht | 13/04/2025 | Beveren | 48 | / |
| S | Student | 16/04/2025 | Kortrijk | 20 | / |

*Tabel 1: Testpersonen*

## Evaluatiemethode

Voordat er aan de grotere test wordt gestart, wordt er een kleine andere test uitgevoerd. In deze test moeten de testpersonen kiezen welke trilling ze prefereren. Oftewel een trilling die het aantal seconden blijft trillen dat je aan het inademen/houden/uitademen bent, ofwel een patroon dat telkens 1x kort trilt bij overschakelen naar de volgende fase.

Voor beide tests wordt er gebruik gemaakt van de *System Usibility Scale* om de testen te evalueren. Deze vragenlijst wordt gebruikt om gebruikservaringen te meten. Daarna wordt de Self-Assessement Manikin (SAM) ook nog gebruikt. Deze wordt gebruikt om te meten hoe gebruikers zich voelen na het ervaren van de trillingen en geluiden. Het is ook een extra hulpmiddel voor gebruikers die niet goed onder woorden kunnen brengen hoe ze zich voelen.

De SUS kan in dit onderzoek nuttig zijn aangezien het de bruikbaarheid van het onderzoek zal beoordelen, één van de belangrijkste factoren. Dit onderzoek richt zich volledig op begrijpen wat belangrijk is voor gebruikers, hoe gebruikers de prototypes ervaren, hoe effectief ze worden ervaren… Ook is het een eenvoudige schaal waardoor het makkelijk is om deze in te vullen na het testen van elk prototype. Omdat deze schaal ook met punten werkt, kan er op het einde een gemiddelde score worden berekend en op basis daarvan zullen de prototypes met elkaar kunnen worden vergeleken.

De SUS bestaan uit tien vragen die de gebruikerservaring beoordelen op verschillende aspecten van bruikbaarheid. De schaal is weergegeven in Tabel 2.

Sommige vragen zijn omgekeerd gesteld. Hierbij moet de score eerst worden omgedraaid alvorens de berekening voor het gemiddeld kan worden uitgevoerd.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| System Usibility Scale | | | | |
| 1. Ik vond het product onhandig om te gebruiken. | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. Ik vond het product gemakkelijk te gebruiken. | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. Ik vond het product verwarrend om te gebruiken. | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. Ik vond het product goed geïntegreerd met andere producten die ik gebruik. | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. Ik denk niet dat ik het product vaak zou gebruiken. | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. Ik vond het product heel intuïtief. | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. Ik moest veel leren om het product te kunnen gebruiken. | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. Ik vond het product heel gebruiksvriendelijk. | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. Ik zou graag willen dat ik meer toegang had tot het product. | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. Ik vond het product erg frustrerend om te gebruiken | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

*Tabel 2: SUS*

De SAM wordt ook bij beide gebruikt om de emotionele impact te meten. Aangezien het doel van de test is om gebruikers te begrijpen bij hoe ze zich voelen tijdens en na het ervaren van de prototypes, biedt dit dus een heel visuele eenvoudige manier om weer te geven hoe prettig, rustgevend of oncomfortabel een ervaring was. Deze test is weergegeven in Figuur 1.

Deze schaal meet drie belangrijke variabelen.

1. Hoe prettig of onaangenaam de geluiden of trillingen en het gebruik ervan was
2. Hoe rustig of hoe geprikkeld de gebruiker zich voelde
3. Hoeveel controle de gebruiker had over de ervaring

Afbeelding met diagram, patroon

Door AI gegenereerde inhoud is mogelijk onjuist.  
*Figuur 1: SAM-schaal*

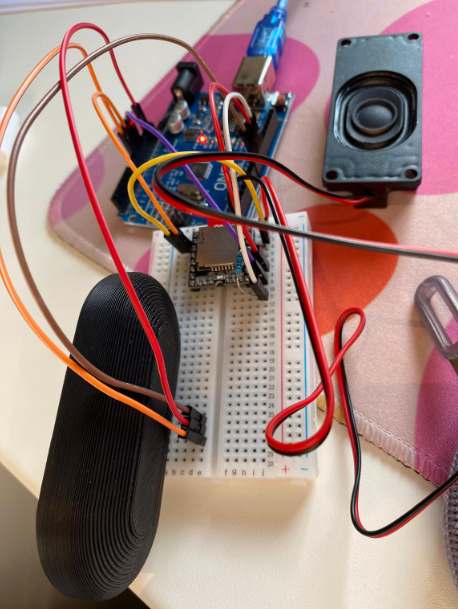
**Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1994).** *Measuring emotion: The Self-Assessment Manikin and the Semantic Differential*. Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry, 25(1), 49–59. <https://doi.org/10.1016/0005-7916(94)90063-9>

## Prototypes

Voor de kleine test werd er gebruik gemaakt van volgende codes:

|  |  |
| --- | --- |
| Lange trilling | Korte trilling |
| const int motorPin = 9;  void setup() {  pinMode(motorPin, OUTPUT);  }  void vibrate(int duration) {  digitalWrite(motorPin, HIGH);  delay(duration);  digitalWrite(motorPin, LOW);  }  void loop() {  vibrate(3000); // inademen (3s)  delay(100); // korte pauze  vibrate(7000); // vasthouden (7s)  delay(100);  vibrate(8000); // uitademen (8s)  delay(2000); // rustpauze tussen cycli  } | const int motorPin = 9;  void setup() {  pinMode(motorPin, OUTPUT);  }  void vibrate(int duration) {  digitalWrite(motorPin, HIGH);  delay(duration);  digitalWrite(motorPin, LOW);  }  void loop() {  vibrate(200); // start inademen  delay(3000); // inademen  vibrate(200); // start vasthouden  delay(7000); // vasthouden  vibrate(200); // start uitademen  delay(8000); // uitademen  delay(2000); // rustpauze tussen cycli  } |

Het andere gebruikte prototype bestaat uit een arduino schakeling met een trilmotor, dfplayer en luidspreker aan gekoppeld. Er werd ook een interface gemaakt waarmee het prototype kon worden bediend. Op deze manier konden de gebruikers leren werken met de interface en de functies van het prototype ineens testen. Er werd tijdens de test ook gebruik gemaakt van de app “Instant Heart Rate” om de hartslagen van de testpersonen bij te houden.  
De gebruikte arduino code van deze schakeling in combinatie met de Protopie Connect verbinding is hieronder weergeven. De foto’s van het prototype en gebruikerstesten zijn weergegeven in Figuur 2 - Figuur 7.

 Afbeelding met computer, computer, Computerhardware, elektronica

Door AI gegenereerde inhoud is mogelijk onjuist. Afbeelding met computer, computer, overdekt, gadget

Door AI gegenereerde inhoud is mogelijk onjuist. Afbeelding met tekst, schermopname, logo, Lettertype

Door AI gegenereerde inhoud is mogelijk onjuist. Afbeelding met tekst, schermopname, Lettertype, nummer

Door AI gegenereerde inhoud is mogelijk onjuist. Afbeelding met tekst, schermopname, Lettertype, ontwerp

Door AI gegenereerde inhoud is mogelijk onjuist.  
*Figuur 2 – Figuur 7: Foto’s prototypes*

|  |
| --- |
| **Arduino Code – Protopie Connect** |
| #include <SoftwareSerial.h>  #include <DFRobotDFPlayerMini.h>  // Pinnen voor motor en DFPlayer  const int motorPin = 9;  SoftwareSerial mySerial(10, 11); // RX, TX  DFRobotDFPlayerMini myDFPlayer;  // Trillingspatronen  unsigned long patroonTijden1[] = {300, 3000, 300, 7000, 300, 8000};  unsigned long patroonTijden2[] = {300, 4000};  unsigned long patroonTijden3[] = {300, 3000, 300, 6000};  int aantalStappen1 = sizeof(patroonTijden1) / sizeof(patroonTijden1[0]);  int aantalStappen2 = sizeof(patroonTijden2) / sizeof(patroonTijden2[0]);  int aantalStappen3 = sizeof(patroonTijden3) / sizeof(patroonTijden3[0]);  int huidigeStap = 0;  unsigned long vorigeMillis = 0;  char currentPattern = '0';  void setup() {  Serial.begin(9600);  mySerial.begin(9600);  // Motor  pinMode(motorPin, OUTPUT);  digitalWrite(motorPin, LOW);  // DFPlayer  if (!myDFPlayer.begin(mySerial)) {  Serial.println("❌ DFPlayer niet gevonden.");  while (true);  }  myDFPlayer.volume(5); // Volume tussen 0-30  Serial.println("✅ Setup voltooid. Klaar voor commando's.");  }  void loop() {  // Check op seriële input  if (Serial.available()) {  String input = Serial.readStringUntil('\n');  input.trim();  Serial.print("Ontvangen: ");  Serial.println(input);  // Controleer op gescheiden input met '||'  int sepIndex = input.indexOf("||");  String waarde = (sepIndex != -1) ? input.substring(sepIndex + 2) : input;  waarde.trim();  char commando = waarde.charAt(0);  // Patronen voor trillingsmotor  if (commando == '0' || commando == '1' || commando == '2' || commando == '3') {  currentPattern = commando;  huidigeStap = 0; // reset patroon bij nieuw commando  vorigeMillis = millis();  if (commando == '0') {  digitalWrite(motorPin, LOW);  Serial.println("⏹️ Trillingsmotor gestopt.");  } else {  Serial.print("🔁 Trillingspatroon ");  Serial.print(commando);  Serial.println(" gestart.");  }  }  // Audio-afspelen  else if (commando == '6') {  delay(200);  myDFPlayer.stop();  myDFPlayer.play(1);  Serial.println("▶️ Speel track 1");  } else if (commando == '7') {  myDFPlayer.stop();  myDFPlayer.play(2);  Serial.println("▶️ Speel track 2");  } else if (commando == '8') {  myDFPlayer.stop();  myDFPlayer.play(3);  Serial.println("▶️ Speel track 3");  } else if (commando == '9') {  myDFPlayer.stop();  Serial.println("⏹️ Audio gestopt");  } else {  Serial.println("❌ Onbekend commando.");  }  }  // Trillingsmotor patroon uitvoeren  switch (currentPattern) {  case '1':  voerPatroonUit(patroonTijden1, aantalStappen1);  break;  case '2':  voerPatroonUit(patroonTijden2, aantalStappen2);  break;  case '3':  voerPatroonUit(patroonTijden3, aantalStappen3);  break;  }  }  // Herbruikbare functie voor patroonafhandeling  void voerPatroonUit(unsigned long\* patroon, int stappen) {  unsigned long huidigeMillis = millis();  if (huidigeMillis - vorigeMillis >= patroon[huidigeStap]) {  vorigeMillis = huidigeMillis;  huidigeStap = (huidigeStap + 1) % stappen;  if (huidigeStap % 2 == 0) {  digitalWrite(motorPin, HIGH);  } else {  digitalWrite(motorPin, LOW);  }  }  } |