

Het categoriseren van geluidsomgevingen aan de hand van de gemoedstoestanden die worden opgeroepen.

(Bachelorproject)

Ayla Kangur, a.m.a.kangur@rug.nl

Department of Artificial Intelligence, University of Groningen

In dit onderzoek zijn geluidsoptnames in verschillende omgevingen opgenomen. Vervolgens is aan mensen gevraagd om de geluidsfragmenten in te delen in bepaalde categorieën. Deze categorieën staan elk voor verschillende gemoedstoestanden en geven volgens de theorie van Axelsson (2010) uiteindelijk weer hoe mensen de geluidsomgevingen ervaren. Er is gekeken of de fragmenten consistent op eenzelfde manier gecategoriseerd worden en door iedereen op eenzelfde manier ervaren worden. In acht van de elf gevallen bleken de fragmenten een correlatie van minstens 0.8 te hebben met een categorie of een punt tussen twee categorieën in. In vervolgonderzoek kan op signaalniveau geanalyseerd worden welke eigenschappen de geluidsfragmenten bezitten en in hoeverre deze eigenschappen de categorisatie uit dit onderzoek verklaren.

1. Introductie

1.1. Huidige beoordeling van geluid

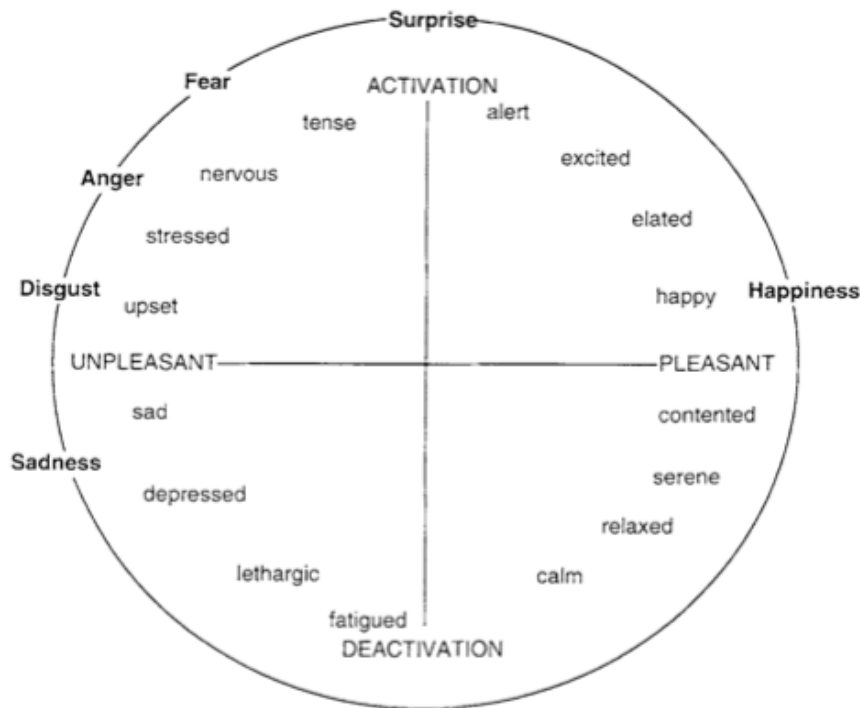
In traditioneel geluidsonderzoek wordt de invloed van geluid op de gemoedstoestanden van mensen voornamelijk bepaald aan de hand van het geluidsniveau dat een geluidsbron produceert (Kalveram, 2000). Zo wordt sinds 2004 volgens de Europese Richtlijn Omgevingslawaai in alle Europese landen de L_{den} gebruikt om vast te stellen of geluidshinder optreedt (Europese Unie, 2004). De L_{den} staat voor Level-day-evening-night en maakt gebruik van het gemiddelde geluidsniveau in een omgeving. Het houdt hierbij rekening met het verschil in gevoeligheid voor geluidsniveaus op verschillende momenten van de dag. Door middel van de L_{den} is de volgende indicatietabel af te leiden wat betreft de geluidskwaliteit in een omgeving (zie Tabel 1).

Deze standaard wordt gehanteerd ondanks dat er geluidsbronnen zijn, zoals windmolens, waarvan het geluid met een relatief laag geluidsniveau als meer storend ervaren wordt dan het geluid van andere geluidsbronnen (Pedersen, 2003). Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de lage frequenties die deze geluidsbronnen produceren eerder als hinderlijk worden ervaren (Leventhall, 2004). Pedersen en

L_{den} in dB(A)	geluidskwaliteit
<45	zeer goed
46-50	goed
51-55	redelijk
56-60	matig
61-65	slecht
>65	zeer slecht

Tabel 1: Kwaliteitsindicatie bij geluidsbelasting in L_{den} . Overgenomen van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. (<http://www.rivm.nl>)

Persson Way (2004) hebben in een veldstudie onderzocht in hoeverre mensen die in een omgeving met windmolens wonen gestoord of ernstig gestoord worden door het geproduceerde geluid. Hieruit bleek dat 8 van de 40 respondenten aangaven ernstige hinder te ondervinden wanneer het geluidsniveau van de windmolens in de omgeving 37.5 – 40.0 dB(A) is. Ondanks dat er een correlatie werd gevonden tussen het geluidsniveau en de mate waarin mensen aangaven gestoord te worden, was de mate van storing groter dan men aan de hand van het geluidsniveau zou verwachten. Pedersen en Persson Way geven als suggestie dat het geluid mogelijk opdringerige aspecten bevat die de hinder van het signaal vergroten.



Figuur 1: De binnenste cirkel geeft een schematische weergave van core affect. De buitenste cirkel laat zien waar enkele prototypische emoties op de cirkel vallen. Overgenomen van Russell (2003).

Andere geluiden die vaak als storend worden ervaren zijn bijvoorbeeld het geluid van iemand die overgeeft of de zogenaamde 'schrappende geluiden'. Bijna iedereen kent het geluid van nagels die over een schoolbord gaan en veel mensen ervaren dit geluid als zeer onplezierig, ook al is het geluidsniveau niet altijd noemenswaardig hoog. Het blijkt dat door de lage frequenties uit deze schrapende geluiden te verwijderen, het geluid als minder onplezierig ervaren wordt (Halpern, Blake and Hillenbrand, 1986).

1.2. Een nieuwe kijk op geluid

Uit deze voorbeelden blijkt dat het geluidsniveau alleen niet voldoende is om te bepalen of mensen geluid als prettig of storend ervaren en dat er momenteel nog geen goede manier is om vast te stellen hoe mensen geluid precies beleven. Wij willen onderzoeken in hoeverre mensen geluiden op dezelfde manier ervaren door te achterhalen welke stemmingen er bij mensen worden opgeroepen tijdens het luisteren naar verschillende geluidsomgevingen. Als er eenmaal een maat is gevonden voor het

indelen van geluidsomgevingen aan de hand van de werkelijke beleving, zou men in de toekomst rekening kunnen houden met de menselijke ervaring tijdens het beoordelen van geluid.

Om bovenstaande te kunnen meten, is een manier nodig om de gemoedstoestanden die door geluidsomgevingen worden opgeroepen te onderzoeken. Russell (2003) heeft een uiteenzetting gegeven over een alternatieve manier om gemoedstoestanden en stemmingen te ordenen. Hiervoor gebruikt hij de term core affect. Core affect gaat over de meest ruwe gevoelens en deelt stemmingen op langs twee assen. Verticaal is er de *activation-deactivation* as en horizontaal is er de *pleasure-displeasure* as. Zo gaan de assen respectievelijk van opgewonden naar kalme gemoedstoestanden en van gestreste/depressieve naar blijde gemoedstoestanden (zie Figuur 1). Het is gebleken dat ook geluiden uit een soundscape zich uitstekend lenen om zich langs deze assen op te delen. Een soundscape is een geluidsfragment dat meerdere geluidssignalen tegelijk bevat en waarin een duidelijk beeld van een omgeving wordt opgeroepen. Hierdoor ervaart de luisteraar een

geanalyseerd om te bepalen of er een verklaring kan worden gevonden voor de indeling die de proefpersonen hebben gemaakt.

Mocht er een relatie gevonden worden tussen een onplezierige beoordeling van een geluidsomgeving en bepaalde eigenschappen op signaalniveau van dezelfde omgeving, dan kan men met deze informatie werken aan prettigere geluidsomgevingen waarin mensen zo min mogelijk ongemak ervaren. Geluiden die stress oproepen of als storend worden ervaren zouden verholpen of eventueel gemaskeerd kunnen worden.

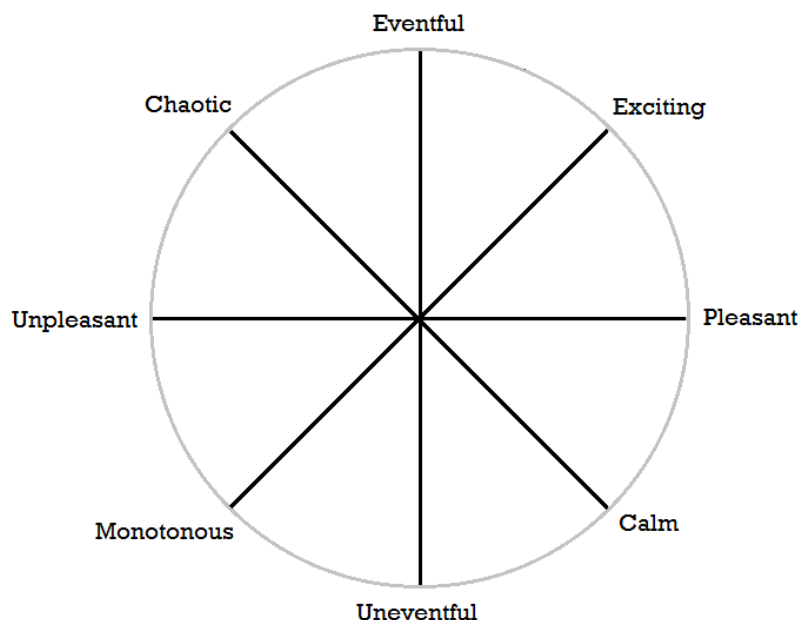
1.4. Context: Mensen met een verstandelijke beperking

Dit onderzoek dient als eerste opzet voor een lopend promotieonderzoek dat zich bezighoudt met het in kaart brengen van de geluidsomgevingen van mensen met een verstandelijke en een visuele beperking.

Het is bekend dat mensen met een verstandelijke beperking een verhoogd risico lopen op depressies en moeilijk, afwijkend gedrag (Forster 2011, Ross/Oliver 2002)). Een voorbeeld van zulk afwijkend gedrag is uitdagend gedrag waarbij het uiten van emoties

en het tonen van emotionele pijn een belangrijke rol spelen (Adams/Oliver 2011). Bij verstandelijk beperkte mensen komen tevens vaker visuele beperkingen voor dan bij andere mensen in de bevolkingsgroep (Splunder 2006). Vaak heeft deze groep mensen een minder ontwikkelde cortex, waardoor de visuele hersengebieden minder ontwikkeld zijn. In dat geval hebben ze echter vaak wel een normaal ontwikkelde hersenstam, waarmee ze primitievere sensorische ervaringen zoals geluid wel goed kunnen interpreteren.

Uit eerder onderzoek is gebleken dat visuele beperkingen bij verstandelijk beperkten samengaan met verschillende andere problemen (Evenhuis 2009). Wat echter nog niet onderzocht is, is of er een relatie te vinden is tussen de gevolgen van een visuele afwijking bij verstandelijk beperkten in een complexe geluidsomgeving aan de ene kant, en het ondervinden van negatieve gemoedstoestanden aan de andere kant. Dit onderzoek is dan ook opgezet met als doel uiteindelijk een link te kunnen leggen tussen de complexiteit van een geluidsomgeving en de gemoedstoestanden die daarbij worden opgeroepen bij mensen met een verstandelijke beperking.



Figuur 3: De acht categorieën die afgeleid zijn uit de cirkel van Axelsson in Figuur 2. Verschillende geluidsfragmenten werden beoordeeld op deze acht categorieën.

Hierbij moet onthouden worden dat een geluidsomgeving niet perse voor iedereen complex hoeft te zijn. De complexiteit van de geluidssignalen hangt af van het interpretatievermogen van de waarnemer. Een signaal dat voor ieder ander als interessant ervaren wordt, kan zo door iemand met een verstandelijke beperking wel als chaotisch of complex ervaren worden. In het promotieonderzoek is ervoor gekozen om zich binnen de groep van verstandelijk beperkte mensen te richten op visueel beperkte cliënten, aangezien deze mensen mogelijk extra hinder ervaren door complexere geluidssignalen wanneer zij bepaalde geluiden niet goed kunnen plaatsen.

2. Methode

2.1. Deelnemers

Zeventien Nederlandse studenten die Kunstmatige Intelligentie of Informatica studeren aan de Rijksuniversiteit Groningen hebben vrijwillig meegedaan aan dit experiment. (4 vrouw; leeftijd-spreiding: 19 - 25; gemiddelde leeftijd: 22,2). Geïnformeerde toestemming was van de deelnemers verkregen voor het experiment begon.

2.2. Materiaal

Er zijn stereo geluidsoptnames op verschillende locaties opgenomen. Voor aanvang van het opnemen van de fragmenten werden de ruimtes in kaart gebracht via impuls responsies. Korte pulsachtige tonen werden in de ruimtes veroorzaakt en opgenomen. Vervolgens werd de T60 tijd berekend om de duur van de weerkaatsing van het geluid te meten. Mocht het geluid bijvoorbeeld vaak reflecteren, dan kan dit van invloed zijn op de uiteindelijke geluidsbeleving.

Uit de opnames zijn elf diverse fragmenten geknipt die bruikbaar waren voor het experiment en die naar onze eigen inschatting redelijk over de acht categorieën verdeeld werden. De fragmenten waren gemiddeld 12 seconden lang. Hiervoor is gekozen omdat we het experiment niet te lang wilden maken voor de deelnemers. Vijf fragmenten kwamen uit Vanboeijen in Meppel, een instelling waar verstandelijk beperkte

mensen verzorgd en begeleid worden. Vier fragmenten kwamen uit opnames uit de Bernoulliborg, een onderdeel van de Rijksuniversiteit Groningen. Deze opnames waren opgenomen in de bibliotheek, de kantine, de repro en in de gang. De overige twee fragmenten bestonden uit meerdere opnames die over elkaar waren geplaatst, dit om chaotischere en complexere fragmenten te verkrijgen. Tijdens het opnemen van de fragmenten werd in drievoud geannoteerd om verslag te leggen van de verschillende geluidsbronnen.

Om de geluidsfragmenten zo goed mogelijk met elkaar te kunnen vergelijken werd de gemiddelde energie van de fragmenten genormaliseerd. Dit omdat de invloed van het geluidsniveau zo klein mogelijk moest blijven en we in ons onderzoek vooral geïnteresseerd zijn naar de invloed van verschillende soorten geluidsbronnen. De lage frequenties die buiten het hoorbare bereik van de mens vallen werden weg gefilterd om een duidelijk beeld van de gemiddelde energie per fragment te krijgen. Vervolgens werd de energie van de fragmenten gelijk gemaakt door de gemiddelde RMS waarde per sample op 0.05 te zetten. Om realistische, natuurlijke geluidsomgevingen te garanderen is de gemiddelde RMS waarde per sample van een aantal fragmenten uiteindelijk nog aangepast. Voor een overzicht van de uiteindelijke waarden zie Tabel 2. Het relatief stille fragment uit de bibliotheek en een erg rustig fragment uit Vanboeijen bevatten een gemiddelde RMS waarde per sample van respectievelijk 0.02 en 0.03. Dit omdat er bij een hogere energie-

Fragment	Omgeving	RMS
1	Instelling	0.05
2	Kantine	0.05
3	Instelling	0.07
4	Instelling	0.05
5	Instelling	0.05
6	Bibliotheek	0.02
7	Instelling	0.03
8	Gang	0.05
9	Repro	0.05
10	Mix	0.05
11	Mix	0.09

Tabel 2: De gemiddelde RMS waarde per sample.

waarde ruis te horen was die het fragment een onnatuurlijke klank gaf. Een ander fragment bij Vanboeijen die erg stil was maar waarin enkele keren stemmen te horen zijn bevat een gemiddelde RMS waarde van 0.70. Dit omdat de stemmen de gemiddelde energie omhoog brachten en hierdoor het achtergrondgeluid bij een lagere gemiddelde RMS waarde weg viel. Ditzelfde was aan de hand bij een gemixt geluidsfragment waarvan we de gemiddelde RMS waarde uiteindelijk op 0.09 hebben gezet om de variëteit die in dit fragment aanwezig was te behouden.

Om te onderzoeken welke stemmingen de deelnemers het meest bij de fragmenten vinden passen, werd de cirkel van Axelsson (2010) (zie Figuur 2) opgedeeld in acht categorieën (zie Figuur 3). Elke categorie bestond uit vijf woorden die vertaald in het Nederlands rond hetzelfde punt op de cirkel liggen. Een overzicht van de categorieën en de woorden die erbij horen staat in Tabel 3. Per geluidsfragment werd van elke categorie aan de deelnemers gevraagd in hoeverre ze de verzameling van vijf woorden van toepassing vonden ("In hoeverre is de verzameling van de volgende woorden van toepassing op de omgeving waar je zojuist naar

Categorie	Woorden
Eventful	Veelbewogen, Opgewekt, Levendig, Dynamisch, Actief
Exciting	Fascinerend, Expressief, Interesse opwekend, Levend, Prikkelend
Pleasant	Warm, Natuurlijk, Prachtig, Gezellig, Comfortabe
Calm	Simpel, Kalm, Stil, Onopvallend, Bedaard
Uneventful	Onbewogen, Immobiel, Passief, Stilstaand, Onveranderlijk
Monotonous	Monotoon, Saai, Levenloos, Expressieloos, Oninteressant
Unpleasant	Irriterend, Onaangenaam, Walgelijk, Afschrikwekkend, Verschrikkelijk
Chaotic	Extreem, Chaotisch, Rommelig, Verward, Onthutst

Tabel 3: De acht categorieën die voor het experiment zijn afgeleid uit de data van Axelsson (2010). De deelnemers gaven van deze categorieën aan in hoeverre ze van toepassing waren op de geluidsfragmenten.

geluisterd hebt: V,W,X,Y,Z"). De antwoorden werden gegeven op een schaal van 0% ("Helemaal niet passend") tot 100% ("Helemaal passend"). Zo waren er dus per geluidsfragment acht vragen te beantwoorden. Elke vraag bestond ook nog uit een tweede onderdeel. Hierin werd gevraagd in hoeverre de deelnemers de toepasbaarheid van de eerder genoemde categorie storend of plezierig vonden ("Stel, jij bevindt je in de omgeving waar dit geluidsfragment is opgenomen. In hoeverre stoort of pleziert het je dat de woorden V,W,X,Y,Z in deze mate van toepassing zijn op deze omgeving?"). De antwoorden konden gegeven worden op een schaal van "Extreem storend" tot "Optimaal plezierig". Echter, tijdens het experiment gaven de deelnemers aan moeite te hebben met dit tweede onderdeel van de vragen. Een meerderheid van de deelnemers meldde niet zeker te weten hoe ze dit onderdeel moesten beantwoorden. Uiteindelijk is besloten om deze data terzijde te leggen en de data-analyse te richten op het eerste onderdeel van de vragen. Het onderzoek richt zich dus enkel op de mate van toepassing van de verschillende categorieën.

Tijdens het beluisteren van de geluidsfragmenten hadden de deelnemers beschikking over een Senheiser 215 koptelefoon.

2.3. Procedure

De deelnemers kregen een schriftelijke instructie van de taak, die vervolgens ook nog mondeling werd toegelicht. Als ze geen vragen meer hadden kon het experiment beginnen. De deelnemers kregen eerst alle elf fragmenten achter elkaar te horen, gescheiden door een piep. Dit werd gedaan zodat men alvast een indruk kon krijgen van de verschillende soorten fragmenten die men te horen zou krijgen. Hierna kregen de deelnemers de fragmenten nogmaals in een andere volgorde te horen. Nu werden na elk geluidsfragment eerst de acht vragen over de toepasselijkheid van de acht categorieën beantwoord, voordat men verder mocht met het af luisteren van het volgende geluidsfragment. Tijdens het beantwoorden van de vragen mochten de deelnemers het bijbehorende geluidsfragment zo vaak luisteren als men nodig achtte. Gemiddeld duurde het experiment 40 minuten.

Er waren drie verschillende versies van het experiment waarbij de geluidsfragmenten in een andere volgorde werden aangeboden. Dit om eventuele invloed die de volgorde van de fragmenten kon hebben weg te nemen. Per geluidsfragment werden de vragen over de toepasselijkheid van de acht categorieën steeds in een andere volgorde aangeboden. Ook de vijf woorden binnen de categorieën stonden per fragment in een andere volgorde. Dit werd gedaan zodat de volgorde van de woorden en van de aangeboden categorieën geen invloed kon hebben op de resultaten.

Aangezien de categorieën volgens Axelsson (2010) afkomstig zijn van een cirkel, zouden de resultaten over de mate van toepassing van de categorieën per geluidsfragment een sinusvorm moeten aannemen. Aan de hand van de sinusvorm kan vervolgens vastgesteld worden op welk punt van de cirkel de deelnemers het geluidsfragment plaatsen.

Om een overzicht te krijgen van de elf geluidsfragmenten werden als eerste de antwoorden van de deelnemers onderling vergeleken. De data werd genormaliseerd door het bereik om te zetten van 0 tot 100 naar -1 tot 1. Dit om vervolgens een vergelijking met een sinusvorm mogelijk te maken. Zestien perfecte sinussen met een onderling faseverschil van $1/16^e$ werden gegenereerd. Per geluidsfragment werden de acht datapunten van de categorieën achter elkaar gezet en vergeleken met deze zestien sinussen. Van elk geluidsfragment is zo de correlatie met de zestien sinussen bepaald. De sinus waarmee de sterkste correlatie optrad gaf aan de hand van zijn fase aan op welke plek van de cirkel het geluidsfragment terecht hoort. Deze resultaten werden vervolgens ook daadwerkelijk in een cirkel geplot. Hierin is elk resultaat een lijn, waarbij de hoek die de lijn maakt staat voor de fase van de best bijpassende sinus en de lengte van de lijn staat voor de mate waarin het resultaat daadwerkelijk met deze sinus correleert.

Nadat van elk geluidsfragment deze resultaten waren verkregen is de vorige

berekening nogmaals uitgevoerd maar nu met de gemiddelde waarden van de proefpersonen. Door van elk fragment de gemiddelde toepasbaarheid van de categorieën uit te rekenen en deze waarden met de zestien sinussen te vergelijken, is de definitieve plaats van het geluidsfragment op de cirkel vastgesteld. Aan de hand van dit gemiddelde is dus bepaald op welk punt, en met welke correlatie, het geluidsfragment op de cirkel past.

2.4. Opzet

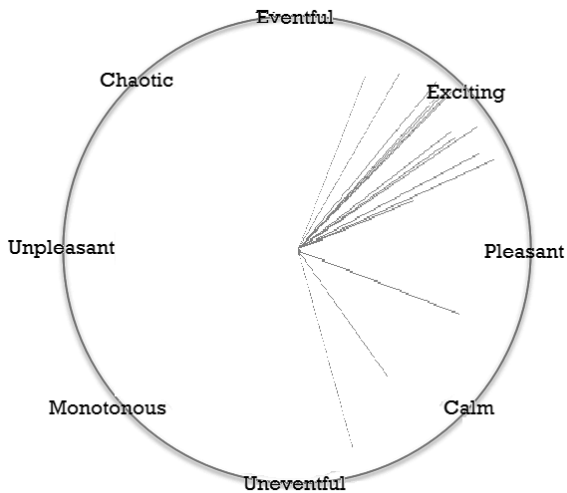
De data is tussen de deelnemers vergeleken waarbij de onafhankelijke variabele de acht verschillende categorieën zijn waarvan de deelnemers de toepasselijkheid moesten aangeven. De afhankelijke variabele is de mate waarin de deelnemers de verschillende categorieën van toepassing vonden.

3. Resultaten

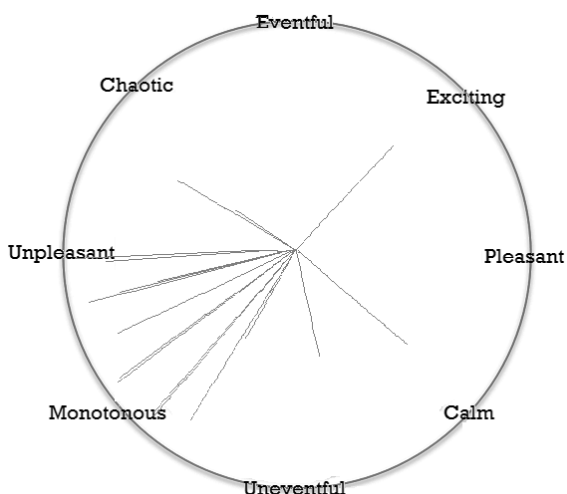
Uit de impuls responsies bij Vanboeijen bleek dat de T60 tijd op 0.28 seconden lag wanneer de ramen en deuren in de leefruimte geopend waren. Wanneer deze gesloten waren lag de T60 tijd op 0.38 seconden.

Uit het experiment werd één datapunt per categorie, per geluidsfragment verkregen. Met acht categorieën en elf geluidsfragmenten leverde dat in totaal 88 datapunten per deelnemer op.

De resultaten van de deelnemers van één geluidsfragment zijn te zien in Figuur 4. Dit is een geluidsfragment dat is opgenomen in de kantine van het universiteitsgebouw. De plaats van een lijn staat voor het resultaat van één proefpersoon en de lengte van de lijn geeft de correlatie tussen de data uit het experiment en het best passende sinus template weer. Er is te zien dat de meeste deelnemers categorie 2 ('Fascinerend') het meest van toepassing vinden op dit fragment.



Figuur 4: De resultaten van geluidsfragment 2 ('kantine'). Elke lijn geeft het punt op de cirkel met de sterkste correlatie met de data weer. De lengtes van de lijnen staan voor de mate van correlatie tussen de data en dit punt.



Figuur 5: De resultaten van geluidsfragment 9 ('repro'). Elke lijn geeft het punt op de cirkel met de sterkste correlatie met de data weer. De lengtes van de lijnen staan voor de mate van correlatie tussen de data en dit punt.

De resultaten van een ander geluidsfragment zijn weergegeven in Figuur 5. Dit fragment is opgenomen in de repro van het universiteitsgebouw. Hier is te zien dat de meeste deelnemers categorie 6 ('Monotoon') en categorie 7 ('Irriterend') het meest van toepassing vinden op dit fragment. Wat duidelijk opvalt bij dit fragment is dat één proefpersoon

categorie 2 het meest van toepassing vond. Dit betekent dat zelfs bij fragmenten met een hoge correlatie met een bepaalde categorie er nog steeds uitzonderingen bestaan. Het is dus niet realistisch om er compleet van uit te gaan dat alle mensen een omgeving op dezelfde manier zullen beoordelen.

Het resultaat van de uiteindelijke gemiddelde scores is weergegeven in Figuur 6. Ook hier staan langere lijnen weer voor fragmenten met een hogere correlatie op de cirkel, en dus voor fragmenten die duidelijker in een bepaalde categorie zijn ingedeeld.

In Tabel 4 staan de correlaties van de geluidsfragmenten met de meest toepasselijke plaats op de cirkel weergegeven. Acht fragmenten hebben een correlatie hoger dan 0.8.

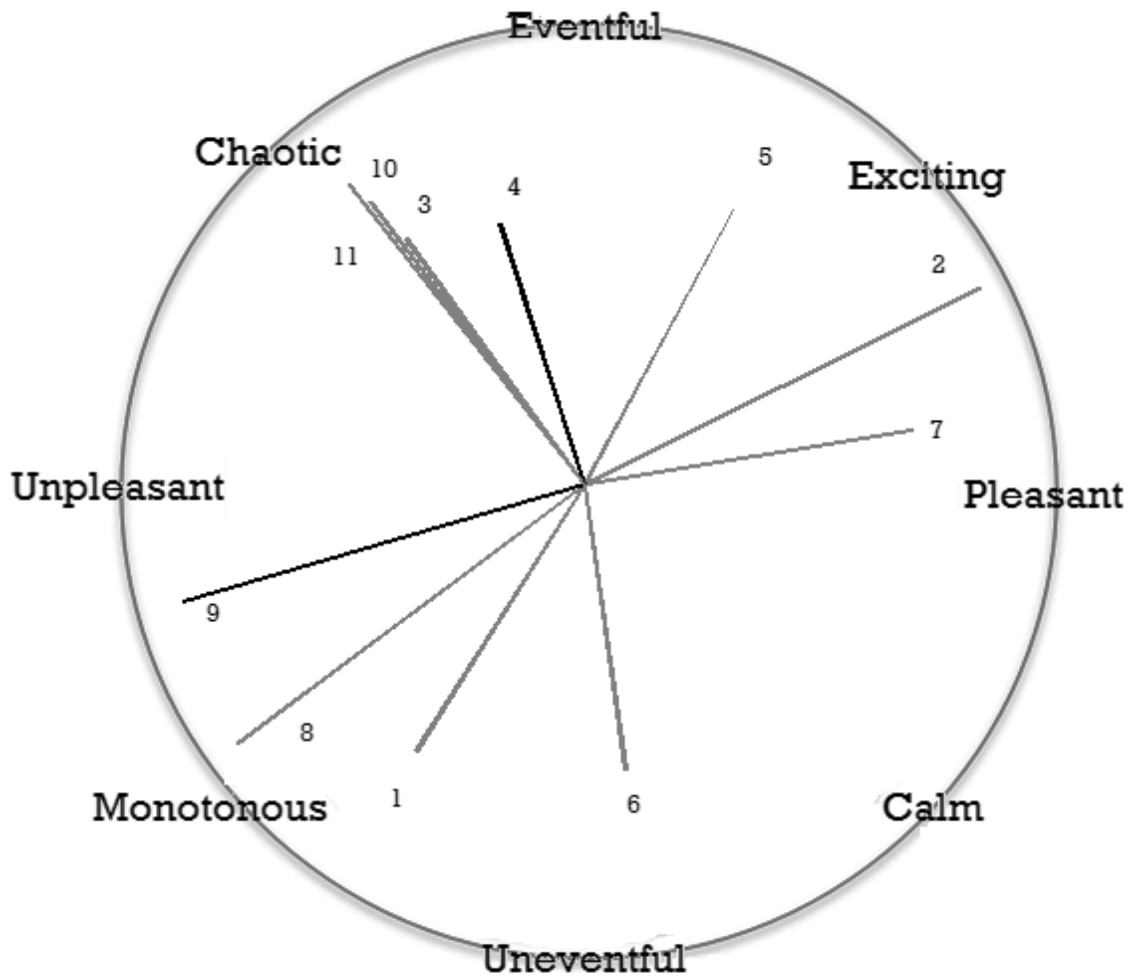
4. Discussie

In dit onderzoek is een alternatieve manier om geluid te beoordelen onderzocht. Dit is gedaan aan de hand van acht categorieën waarvan deelnemers hebben aangegeven in hoeverre ze van toepassing zijn op verschillende soorten geluidsfragmenten. Door te kijken of de geluidsfragmenten een sterke correlatie hebben met één of meerdere categorieën, is vervolgens bepaald of de fragmenten consequent te categoriseren zijn.

Acht van de elf geluidsfragmenten ondervinden een correlatie van 0.8 of hoger met een categorie of een punt die tussen twee categorieën in ligt. De trend is dan ook dat de deelnemers de geluidsfragmenten veelal in

Fragment	Omgeving	Correlatie
1	Instelling	0.8197
2	Kantine	0.9139
3	Instelling	0.7777
4	Instelling	0.7366
5	Instelling	0.8458
6	Bibliotheek	0.8177
7	Instelling	0.5809
8	Gang	0.9758
9	Repro	0.8204
10	Mix	0.9221
11	Mix	0.9272

Tabel 4: De correlaties van de geluidsfragmenten met de meest toepasselijke plaats op de cirkel.



Figuur 6: De resultaten van elf (genummerde) geluidsfragmenten wanneer deze op de cirkel worden geplaatst. Elke lijn geeft een geluidsfragment weer op het punt van de cirkel met de sterkste correlatie met de data. De lengtes van de lijnen staan voor de mate van correlatie tussen de data en dit punt.

dezelfde categorieën indelen. Zoals te zien in de resultaten van twee geluidsfragmenten die zijn weergegeven in Figuur 4 en Figuur 5 liggen de meeste resultaten van de deelnemers dicht bij elkaar. Bij elk geluidsfragment zijn echter deelnemers te vinden met afwijkende resultaten, wat weergeeft dat de deelnemers nooit helemaal overeenkomende antwoorden gaven. De deelnemer die het veelal monotoon gevonden geluidsfragment uit Figuur 5 bijvoorbeeld vooral bij de categorie 'Fascinerend' vond passen, gaf na afloop van het experiment zelf aan dit het meest prettige geluidsfragment te vinden. Mocht men verder gaan met het beoordelen van geluid aan de hand van deze methode, dan zal het dus van belang zijn om rekening te blijven houden met individuele voorkeuren. Eventueel zou er een systeem ontwikkeld kunnen worden dat aan

de hand van bekende geluidsomgevingen iemands voorkeuren in kaart brengt.

Wat daarnaast opvalt aan de mate van correlatie in Tabel 4 en Figuur 6, is dat sommige fragmenten beter te categoriseren zijn dan andere fragmenten. Een mogelijke reden hiervoor is dat de fragmenten met een zwakkere correlatie meer verschillende geluidsbronnen bevatten dan de fragmenten met een sterkere correlatie. Het geluidsfragment die de zwakste correlatie met een punt op de cirkel ondervindt, Fragment 7, bevat verschillende soorten geluiden. Zo is er een radiolezer te horen op de achtergrond en is er speelgoedgerammel en zoemgeluid te horen op de voorgrond. In vervolg onderzoek zou het interessant zijn om te onderzoeken op welke geluiden de deelnemers hun antwoorden over de toepasselijkheid van de

categorieën baseren. Zo is het misschien mogelijk dat de deelnemers die dit fragment als levendig ervaren zich meer richten op de radio en deelnemers die dit fragment als onaangenaam ervaren zich richten op de zoem en rammel geluiden. Over het algemeen bevatten de geluidsfragmenten met de sterkste correlatie met een punt op de cirkel juist heel duidelijk dezelfde soort geluiden.

Nu eenmaal van deze geluidsfragmenten bekend is hoe ze door mensen worden gecategoriseerd en hoe sterk deze categorisatie is, kan er in het tweede gedeelte van dit onderzoek gezocht worden naar een verklaring voor deze categorisatie. Zo kan bijvoorbeeld bij fragmenten die als 'levendig' beoordeeld worden, worden gezocht naar kenmerken op signaalniveau die in verband staan met deze categorie. Zodra er een manier is gevonden om geluidsomgevingen te categoriseren aan de hand van de kenmerken op signaalniveau, kan vervolgens gewerkt worden aan een computersysteem die deze categorisatie automatisch volbrengt. Het uiteindelijke doel is zo om in de toekomst geluidsomgevingen automatisch in kaart te brengen en eventueel in te grijpen als blijkt dat de omgeving door mensen als storend wordt ervaren. Zo zouden vervelende geluiden bijvoorbeeld gemaskeerd kunnen worden door geluiden die als prettiger worden ervaren.

In de context van mensen met een verstandelijke beperking zou er verder onderzoek gedaan moeten worden om vast te stellen of verstandelijk beperkte mensen geluidsomgevingen op eenzelfde manier in kaart brengen als de deelnemers uit dit onderzoek. Het is lastig om de methode uit dit onderzoek exact toe te passen bij deze groep mensen dus enige aanpassing zal noodzakelijk zijn. Omdat omgevingen mogelijk door deze mensen eerder als complex worden ervaren is het van belang om ook een goed beeld over hun geluidsbeleving te krijgen alvorens eventuele veranderingen in hun leefomgeving aan te brengen. Zodra eenmaal bekend is hoe mensen met een beperking hun omgeving classificeren zal ook de geluidsomgeving in hun instellingen beter geanalyseerd kunnen worden. Hopelijk wordt op die manier een storende omgeving eerder opgemerkt en aangepast, zodat deze

mensen zich in een plezierigere omgeving minder snel depressief voelen en zich minder geneigd voelen om over te gaan op afwijkend gedrag. Nu bekend is welke geluidsomgevingen door de deelnemers van dit onderzoek als plezierig en kalm ervaren worden, kan al wel gekeken hebben wat voor effect dit soort geluidsomgevingen hebben op mensen met een verstandelijke beperking. Een extra punt dat hierbij kan meespelen is in hoeverre het openen van ramen en deuren invloed heeft op de complexiteit van het signaal. Er trad een verschil van 0.10 seconden in de T60 tijd op wanneer ramen en deuren geopend waren. Het kan zijn dat deze vermindering in reflecties er voor zorgt dat de geluidsomgeving minder complex, en dus plezieriger, wordt.

Zoals in sectie 1.3 is omschreven is in dit onderzoek onderzocht in hoeverre geluidsomgevingen te beoordelen en in te delen zijn aan de hand van de toepasselijkheid van verschillende eigenschappen die afkomstig zijn uit de cirkel van Axelsson (2010). Op deze manier hoopten wij een duidelijker beeld te krijgen van de geluidsbeleving van mensen wanneer zij naar verschillende omgevingen luisteren. Uiteindelijk is voor acht van de elf geluidsomgevingen een punt op de cirkel (en dus een categorie) gevonden die overeenkomt met een correlatie van 0.8 of hoger. Het lijkt er dus op dat men met de gebruikte methode in veel gevallen iets kan zeggen over de geluidsbeleving van mensen en dat deze beleving niet alleen afhangt van geluidsterkte. Het zal een grote stap vooruit zijn als in de toekomst geluidsomgevingen vaker op deze manier in kaart worden gebracht zodat men een beter beeld krijgt van de daadwerkelijke beleving van de mens.

Referenties

- Adams, D., Oliver, C. (2011). The expression and assessment of emotions and internal states in individuals with severe and profound intellectual disabilities. *Clinical Psychology Review*, 31, 293-306
- Andringa, T.C., Soundscape And Core Affect Regulation (2010) Proceedings of Interspeech 2010

- Axelsson, O., Nilsson, M.E., & Berglund, B. (2010). A principal components model of soundscape perception. *Journal of the Acoustical Society of America*, 128, 2836 – 2846
- Broers, E. (2011). Een eerste stap in de automatische evaluatie van soundscapes gebaseerd op binnenopnames. *University of Groningen, Groningen, The Netherlands*, 2011.
- European Union (2002), Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council relating to the assessment and management of environmental noise, Luxembourg, 25 June 2002.
- Evenhuis, H.M., Sjoukes, L., Koor, H.M., Kooijman, A.C. (2009). Does visual impairment lead to additional disability in adults with intellectual disabilities? *Journal of Intellectual Disability Research*, Volume 53, Part 1, pp 19-28
- Forster, S., Gray, K.M., Taffe, J., Einfeld, S.L., Tonge, B.J. (2011). Behavioural and emotional problems in people with severe and profound intellectual disability. *Journal of Intellectual Disability Research*, Volume 55, Part 2, pp 190-198
- Halpern, D. L., Blake, R. and Hillenbrand, J. (1986). Psychoacoustics of a chilling sound. *Percept. Psychophys.* 39(2). 77-80.
- Kalveram, K. T. (2000): How acoustical noise can cause physiological and psychological reactions. 5th Int Symp Transport Noise and Vibration. June 2000, St. Petersburg, Russia.
- Leventhall, H G (2004) Low frequency noise and annoyance. *Noise and Health* 6(23), 59–72.
- Pedersen, E. (2003) "Noise annoyance from wind turbines - a review", Swedish Environmental Protection Agency.
- Pedersen E., Persson Waye, K. (2004). "Perception and Annoyance due to Wind Turbine Noise – a Dose- Response Relationship", *J. Acoust. Soc. Am* 116 (6), 3460-3470.
- Ross, E., Oliver, C. (2002) The relationship between levels of mood, interest and pleasure and challenging behaviour' in adults with severe and profound intellectual disability. *Journal of Intellectual Disability Research*, Volume 46, Part 3, pp 191-197
- Russell, J.A. (2003). Core Affect and the Psychological Construction of Emotion. *Psychology Review*, Vol. 110, No. 1, 145 – 172.
- Splunder, J., Stilma, J.S., Bernsen, R.M.D., Evenhuis, H.M. (2006). Prevalence of visual impairment in adults with intellectual disabilities in the Netherlands: cross sectional study. *Eye*, 20, 1004-1010