# Gedragsfeedback systeem m.b.v. fysiologische ingangssignalen


# R.J. van Vark, L.J.M. Rothkrantz en R. Geenen


## Inleiding

Van het gedragsfeedback systeem is een prototype ontwikkeld in het kader van een onderzoeksproject binnen de Technische Universiteit Delft. Dit onderzoeksproject omvat de bouw van een nieuwe vluchtsimulator. Bij de ontwikkeling van deze vluchtsimulator wordt getracht multimediale feedbacksystemen te gebruiken om de piloot te leren zijn stress te beheersen en het optreden van 'tunnelvisie' te voorkomen. (Hawkins, 1987) Het gedragsfeedback systeem is ook geschikt voor andere toepassingen, zoals trainings-, test- en therapeutische situaties.
Dit systeem is onderdeel van een omvangrijker gedragsfeedback systeem met als belangrijkste kenmerken het gebruik van multimedia en AI-technieken. (Rothkrantz, 1993) De theoretische fundering wordt gevormd door het promotie onderzoek van Geenen. In zijn onderzoek analyseert hij de autonome, d.w.z. wilsonafhankelijke, reacties van personen in complexe situaties. (Geenen, 1991)
Hierna zal allereerst een korte beschrijving gegeven worden van de theorie van Geenen, gevolgd door enkele mogelijke toepassingen. Vervolgens wordt de werking van het prototype uitgelegd aan de hand van enkele voorbeelden. Tenslotte worden enkele problemen besproken die momenteel met behulp van neurale netwerken geanalyseerd worden.

## Theorie van Geenen

Bij zijn promotie onderzoek werden fysiologische metingen geregistreerd om variaties in het gedrag te meten die spontaan voorkomen in reactie op wisselende situaties. In totaal registreerde hij een achttal fysiologische variabelen, zoals bloeddruk, zweetactiviteit, ademhalingstempo en stroomsnelheid van het bloed. Na toepassing van factoranalyse werden deze acht variabelen gereduceerd tot twee hoofdvariabelen. De hoofdassen van de verkregen afbeelding kunnen geïnterpreteerd worden in termen van parasympatische respectievelijk sympatische activiteit, terwijl de hoofddiagonalen de mate van a- en b-adrenerge activiteit representeren.
Het belangrijkste onderzoeksresultaat was dat autonome reacties tamelijk unieke en stabiele maten van individueel functioneren zijn. De gedragsvariaties bevatten een situatie- en een persoonsgebonden component.
Gevolg van deze onderzoeksresultaten is dat op basis van fysiologische variabelen de reactiepatronen en het zichtbare gedrag bepaald kunnen worden. Omgekeerd kan, gegeven een bepaald gedrag of taak, het onderliggende autonome reactiepatroon bepaald worden en daarmee de gewenste waarden van de fysiologische variabelen. Op basis hiervan is een gedragsfeedback systeem ontwikkeld dat op meerdere gebieden toepasbaar is. Dit systeem kan een waardevolle aanvulling zijn of in plaats komen van de gebruikelijke gedragsobservatie- en vragenlijstmethoden.

## Toepassingen

*Individuele paden*

Het fysiologisch gedrag van een persoon kan zichtbaar worden gemaakt in de vorm van individuele paden. Deze paden worden geproduceerd door de waarden van de geregistreerde fysiologische variabelen af te beelden op een 2-dimensionale ruimte. Opeenvolgende punten kunnen vervolgens met een lijnstuk verbonden worden. De punten gelegen op de paden zijn te interpreteren via de theorie van Geenen. Zo kunnen de punten gelabeld worden met zowel informatie betreffende autonome reacties als informatie m.b.t. mogelijke gedragswijzen.
Deze toepassing is vooral interessant voor onderzoekers en trainers, daar het verloop van een test- of trainingssessie duidelijk zichtbaar gemaakt wordt. Controle op de uitvoering van de testen is hierdoor vereenvoudigd en de trainingen zijn beter beheersbaar.

*Stressbeheersing*

Een andere mogelijke toepassing van het fysiologische gedragsfeedback systeem betreft het registreren van gedrag. Aan de hand van de waarden van fysiologische variabelen kan bijvoorbeeld bepaald worden in welke mate iemand stress vertoont. Het stressniveau kan vervolgens zichtbaar gemaakt worden, zodat wanneer iemand een maximum stressniveau bereikt, deze persoon beseft dat hij zich dient te ontspannen. In trainingssituaties waar stressvolle taken verricht worden, kan nu geleerd worden stress te beheersen.

*Gedragsaanpassing*

Een andere toepassing heeft betrekking op optimaal gedrag. Indien een persoon een bepaalde taak moet gaan verrichten, bijvoorbeeld een concentratietaak, is bekend welk fysiologische patroon gewenst is om deze taak zo optimaal mogelijk te verrichten. Over het verschil tussen het werkelijke en optimale gedrag kan nu feedback gegeven worden. Zo kan een student die een tentamen moet maken, zich hierop voorbereiden door zijn fysiologisch gedrag in de juiste richting te sturen. Het gewenste patroon is immers bekend: concentratie in combinatie met een beheerste stress.

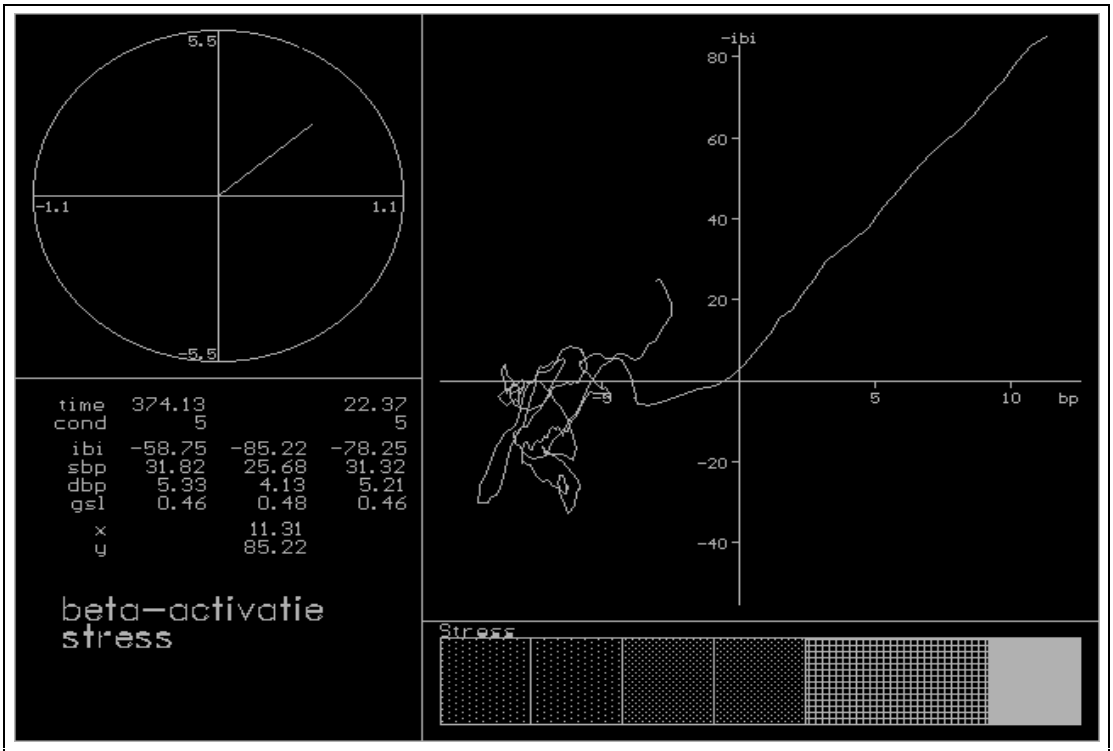
Tenslotte moet vermeld worden dat het mogelijk is het feedbacksysteem te kalibreren voor ieder individu dat gebruik maakt van het systeem. Kalibratie kan geschieden door het uitvoeren van een set standaardtaken, waarvan het bijbehorende gedrag bekend is. Een voorbeeld hiervan is een strooptest. Deze zal hoogstwaarschijnlijk stress tot gevolg hebben, zodat dit gedragspatroon hiermee gekalibreerd kan worden.

## Voorbeelden

*Individuele paden*

De basis van het prototype wordt gevormd door de individuele paden. In figuur 1 en 2 zijn schermafdrukken van het prototype weergegeven, waarin rechtsboven een individueel pad zichtbaar is. In beide gevallen staat bloeddruk uitgezet op de x-as tegen inter beat interval op de y-as. Natuurlijk kunnen ook andere variabelen of combinaties daarvan afgebeeld worden.
Verschillende gebieden van het vlak kunnen geïnterpreteerd worden. Zo bevindt zich rechtsboven in het vlak b-adrenerge activatie, zoals in figuur 2 te zien is. Deze activatie wordt gekenmerkt door een toename in zowel hartslag als bloeddruk.

Figuur 1Individueel pad met activatie van het parasympatisch zenuwstelsel en een laag stressniveau




**Figuur 2** Individueel pad met b-adrenerge activatie en een hoog stressniveau

In combinatie met het afbeelden van het pad kan ook de richting waarin de proefpersoon zich gemiddeld beweegt, aangegeven worden. Dit gebeurt in de windroos linksboven in beide afbeeldingen. Met behulp van deze richting kan de gedragsverandering gevolgd worden. Zo beweegt de persoon in afbeelding 2 zich duidelijk in de richting van b-adrenerge activatie.

*Data afbeelding*

In de figuren zijn linksonder de waarden van de geregistreerde signalen weergegeven. Een aantal blokken zijn hier te herkennen. Zo wordt het eerste blok gevormd door de tijd en het huidige conditienummer. Het tweede blok geeft de waarden van de fysiologische variabelen weer, terwijl het derde blok de x- en y-waarden weergeeft, waarop de paden gebaseerd zijn. Het vierde blok geeft het autonome reactiepatroon weer. Dit gebeurt of d.m.v. de afstand ten opzichte van de verschillende patronen af te drukken (figuur 1) of door het weergeven van labels (figuur 2).
Tevens zijn een aantal kolommen zichtbaar. De eerste bevat de waarden behorende bij de laatst geregistreerde hartslag. De tweede kolom bevat de gemiddelde waarden over de laatste *n* hartslagen, waarbij *n* door de gebruiker instelbaar is. Over deze waarden worden de x- en y- waarden bepaald. De laatste kolom bevat de gemiddelden voor de huidige conditie. Deze zijn van belang voor de onderzoeker om taakafhankelijk gedrag te kunnen bestuderen.

*Stressmeter*

De balk rechtsonder is een mogelijke stressmeter. Deze is te zien als een soort economy-meter, waarbij bij verhoogde stress meerdere blokjes aanspringen. Deze blokjes verschillen in kleur van groen voor weinig of geen stress tot rood voor veel stress.
De mate van stress is afhankelijk van de x- en y-waarden van de paden. De scheidingslijnen tussen de verschillende stressgebieden worden gevormd door functies, welke door de gebruiker in te voeren zijn.
De stressmeter kan ook gebruikt worden om de afstand ten opzichte van optimaal gedrag weer te geven. In dit geval komt groen overeen met een kleine afstand en komt rood overeen met een grote afstand.

## Neurale Netwerken

Momenteel wordt getracht de data gegenereerd door het prototype nader te analyseren met behulp van neurale netwerken. Het pakket wat gebruikt wordt om deze neurale netwerken te simuleren is Brainmaker en het prototype bevat derhalve een interface naar dit pakket. Met behulp van deze interface kunnen datafiles voor elk van onderstaande problemen gegenereerd worden. Deze datafiles worden door Brainmaker gebruikt om de neurale netwerken te trainen en te testen.

Het eerste probleem betreft het onderscheiden van groepen binnen de geobserveerde populatie. Voorbeelden van dergelijke groepen zijn leeftijdsgroepen of groepen van getrainde t.o.v. niet-getrainde personen.
Het tweede probleem betreft padvoorspelling. Gegeven een groepsgedrag en het pad van de persoon gedurende de eerste condities wordt getracht om het verdere verloop van het pad te voorspellen. Dit kan natuurlijk alleen indien de aangeboden stimulans voor de gehele groep gelijk is gedurende de hele sessie. Dit zal alleen mogelijk zijn in laboratoriumtests.
Tenslotte worden de verschillende coderingen van de originele signalen getest. Deze tests worden verricht door met verschillende coderingen het eerste probleem aan te pakken. Zo worden de originele signalen, de x- en y-waarden en karakteriseringen van de paden gebruikt. Door nu de resultaten en leersnelheden van de verschillende coderingen te vergelijken, kunnen eventueel conclusies getrokken worden over de juistheid en effectiviteit van de verschillende coderingen.

## Referenties:

Geenen, R. (1991). Psychophysiological Consistency and Personality. Tilburg University Press, Tilburg.
Hawkins, Frank H. (1987). Human Factors in Flight. Gower Publishing Company, U.S.A.
Rothkrantz, L.J.M., Vark, R.J. van & Geenen, R. (1993). Geautomatiseerde meting van emoties m.b.v. multimedia. *Psychologie & Computers*, 1993.
Vark, R.J. van, Rothkrantz, L.J.M., & Kerckhoffs E.J.H. (to be published). Prototype of Biofeedback System. Delft University of Technology.

## Adres auteurs:

R.J. van Vark, Technische Universiteit Delft, Faculteit der Technische Wiskunde en Informatica, vakgroep Technische Informatica, Julianalaan 126, 2628 BL Delft.
L. Rothkrantz, Technische Universiteit Delft, Faculteit der Technische Wiskunde en Informatica, vakgroep Technische Informatica, Julianalaan 126, 2628 BL Delft.
R. Geenen, Academisch Ziekenhuis Utrecht, Heidelberglaan 100, 3584 CX Utrecht