

Hoor ik ook wat ik zie?

Dr. Myra P. van Esch-Bussemakers

In de hier beschreven experimenten zijn twee soorten geluiden onderzocht: concrete geluiden, zoals het blaffen van een hond en abstracte muziekakkoorden in majeur en mineur. Gekeken werd wat het effect is van het redundant toevoegen van deze geluiden op de uitvoering van een visuele taak. Uit de resultaten komt naar voren dat concrete, levensechte geluiden de taak versnellen, terwijl abstracte geluiden de uitvoering vertragen. Dit laatste effect is sterker als het geluid niet overeenkomt met de visuele taak. Geconcludeerd kan worden dat met het toevoegen van redundante informatie in een andere modaliteit niet altijd een positief effect verkregen wordt.

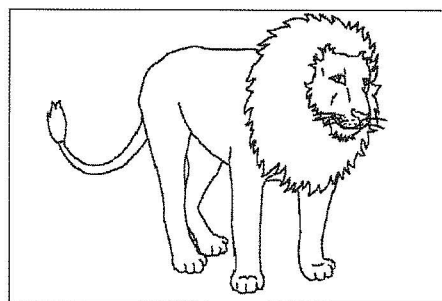
Introductie

De meeste computers en computerspelletjes bieden tegenwoordig een ware multimedia-ervaring. Door combinaties van beeld en geluid wordt aan gebruikers getoond wat het effect is van hun handelingen. In sommige gevallen wordt daarbij zowel in beeld als in geluid dezelfde informatie aangeboden. Over het algemeen geven gebruikers aan dat zij deze multimodale informatiestroom waarderen, hoewel soms ook irritatie wordt gerapporteerd (Roberts & Sikora, 1997). Echter het effect van het aanbieden van dezelfde informatie in beeld en geluid op de effectiviteit en efficiëntie van handelen van de gebruiker is nooit empirisch vastgesteld (Edworthy, 1998).

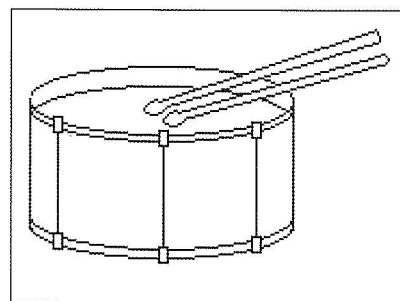
In dit artikel wordt getracht meer duidelijkheid te verschaffen over de vraag: "Hoe worden verschillende vormen van min of meer gelijktijdig aangeboden visuele en auditieve informatie geïntegreerd in de menselijke cognitie (van Esch-Bussemakers, 2001)?"

Om deze vraag te onderzoeken is gebruik gemaakt van een visuele categorisatie taak, waarbij concrete en abstracte geluiden als redundante, voor de categorisatie taak zelf overbodige informatie werden aan-

geboden. In een categorisatie taak krijgen proefpersonen de opdracht om voor elke stimulus, in dit geval een plaatje (zie Figuur 1 en 2 voor voorbeelden), te bepalen of het tot een bepaalde categorie behoort. Bijvoorbeeld, voor elk plaatje dat de proefpersoon ziet, moet hij of zij zo snel mogelijk op een 'ja'-knop of een 'nee'-knop drukken als antwoord op de vraag: "Is dit een plaatje van een dier?" Hoe snel er gedrukt wordt is vervolgens een indicatie van de tijd die het duurde om tot een besluit te komen.



Figuur 1 Een plaatje van een leeuw, te categoriseren als 'dier'.

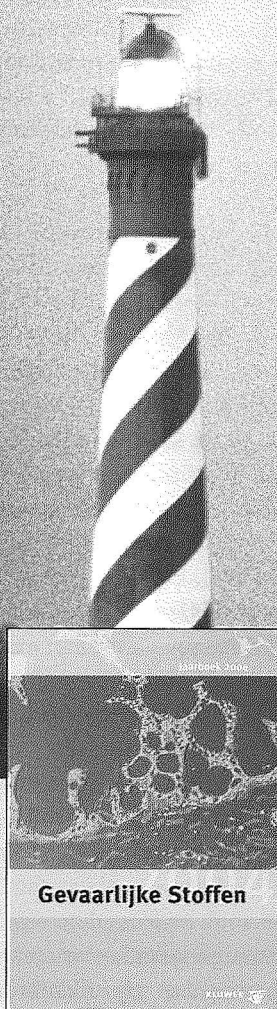


Figuur 2 Een plaatje van een trommel, te categoriseren als 'niet dier'.

Dr. Myra P. van Esch-Bussemakers is werkzaam als wetenschappelijk medewerker bij TNO Human Factors.

Correspondentieadres:

TNO Human Factors, Postbus 23, 3769 ZG Soesterberg,
0346-356457, email: vanesch@tm.tno.nl



Als het om gevaarlijke stoffen gaat,
kun je wel wat hulp gebruiken

Nieuw - Jaarboek Gevaarlijke Stoffen

Het Jaarboek Gevaarlijke Stoffen biedt een complete en onmisbare bron van informatie voor iedereen die betrokken is bij het realiseren van een gevaarlijke-stoffenbeleid.

De uiteenlopende wetten en regels zijn vertaald naar praktisch bruikbare richtlijnen voor het gebruik, de opslag en het transport van gevaarlijke stoffen. Ideaal voor managers, inspecteurs, hulpverleners en adviseurs die te maken hebben met gevaarlijke stoffen in bedrijven.

Zie voor alle titels van Kluwer op gebied van arbo en veiligheid: www.kluwer.nl/arbo

KLUWER 



Ja, ik bestel

_____ abonnement(en) **Jaarboek Gevaarlijke Stoffen (à € 80,-)**
_____ los(se) exempla(a)r(en) **Jaarboek Gevaarlijke Stoffen (à € 96,-)**

Boek
ISBN 9013001505
Ca. 350 pagina's

Ook verkrijgbaar via de boekhandel.
Op al onze aanbiedingen en overeenkomsten zijn van toepassing de Algemene Voorwaarden van Kluwer B.V., gedeponeerd ter griffie van de Rechtbank te Amsterdam op 6 januari 2003 onder depotnr. 3/2003. Een exemplaar van deze voorwaarden zal op eerste verzoek gratis worden toegezonden

Prijzen zijn incl. BTW en excl. verzend- en administratiekosten.

Naam organisatie: _____
Ter attentie van: _____ m / v
Functie: _____
Verzendadres: _____ zakelijk / privé
Postcode: _____ Plaats: _____
Telefoon: _____ Fax: _____
E-mailadres: _____

Indien u de factuur op een ander adres wilt ontvangen dan het verzendadres, vul dan hieronder het factuuradres in.

Factuuradres: _____
Postcode: _____
Plaats: _____
Datum: _____ Handtekening: _____

Stuur deze bon in een envelop (postzegel niet nodig) naar: Kluwer, antwoordnummer 10156, 2400 VB Alphen aan den Rijn. U kunt ook bestellen via internet www.kluwer.nl/arbo

In de experimenten die hier beschreven worden, kon behalve het plaatje ook nog een geluid aan de proefpersonen worden aangeboden. In bepaalde taken kregen de proefpersonen het geluid van een dier of een muziekinstrument te horen. Deze concrete, alledaagse geluiden worden ook wel 'auditieve iconen' (auditory icons) genoemd (e.g. Gaver, 1989; Mynatt, 1994). In andere taken kregen de proefpersonen majeur- of mineurakkoorden te horen. Van majeurakkoorden is bekend dat ze een positieve connotatie hebben en van mineurakkoorden weten we dat ze met iets negatiefs geassocieerd worden (e.g. Hevner, 1933; Crowder, 1984). Deze geluiden, met hun meer abstracte conceptuele betekenis, worden oor-iconen (earcons) genoemd (e.g. Blattner, Sumikawa & Greenberg, 1989).

Er zijn meerdere processen die een rol spelen bij het integreren van informatie van twee zulke verschillende modaliteiten als zien en horen. Allereerst zijn er natuurlijk de visuele en auditieve stimuli zelf die verwerkt moeten worden door het visuele en auditieve systeem. Daarnaast hangt het af van onze aandacht hoeveel we van onze omgeving opmerken. Op het moment dat we meerdere dingen tegelijk aan het doen zijn of vanuit meerdere bronnen informatie ontvangen, is de capaciteit van onze aandacht, dat wil zeggen hoeveel we op dat moment kunnen registreren en verwerken, van belang (Knowles, 1963; Kahneman, 1973).

Maar wat gebeurt er als de visuele en auditieve informatie gezamenlijk aangeboden wordt? Uit eerder onderzoek is gebleken dat als een stimulus gepresenteerd wordt, vergezeld van een redundante tweede stimulus in een andere modaliteit, dit leidt tot snellere reacties (Nickerson, 1973; Colavita & Weisberg, 1979; Welch & Warren, 1986; Stein & Meredith, 1993). Aangenomen wordt dat dit komt door een verhoogde aandacht: de ene stimulus heeft een alarmerend, waarschuwend effect voor de andere stimulus. In de tweede plaats zorgt het aanbieden van dezelfde concrete informatie in twee modaliteiten dat de activatie van die informatie in het perceptuele systeem groter wordt en dus de informatie saillant. Hoe saillant de informatie is, des te minder ambigu en des te sneller kan de proefpersoon reageren.

Deze eerdere studies zijn voornamelijk gebaseerd op relatief betekenisloze stimuli, zoals een lichtflits of auditieve ruis. In onze experimenten werd een meer complexe categorisatietask gebruikt, waarbij naast plaatjes ofwel concrete geluiden in de vorm van auditieve iconen als toegevoegde informatie in een ande-

re modaliteit aangeboden werden, ofwel abstracte conceptuele geluiden in de vorm van oor-iconen.

De categorisatie experimenten vonden plaats volgens een tweetal paradigma's, namelijk het Simon-paradigma (e.g. Simon, 1990) en het Stroop-paradigma (Stroop, 1935; MacLeod, 1991) die later in dit artikel beschreven zullen worden. Allereerst zal de opzet van de experimenten kort worden beschreven.

Methode

Proefpersonen

Aan elk experiment deden 20 proefpersonen mee. Het aantal mannen en vrouwen was zoveel mogelijk gelijk verdeeld over de condities. Alle deelnemers waren studenten aan de Katholieke Universiteit Nijmegen (nu de Radboud Universiteit Nijmegen). Ze kregen studiepunten voor de participatie of werden betaald voor hun tijd.

Materiaal en experimenteel design

De visuele stimuli waren lijntekeningen uit een experimentele dataset die vaker voor categorisatie experimenten gebruikt wordt. De lijntekeningen werden geselecteerd op basis van de categorieën die in de experimenten werden onderzocht, zoals 'dieren' of 'muziekinstrumenten'. In de studies met een dubbel-taak werden de plaatjes voorzien van een cijfer (zie figuur 6).

De plaatjes werden in sommige gevallen vergezeld van een geluid. In de experimenten zijn akkoorden gebruikt die verschillen in toonhoogte en die majeur of mineur konden zijn (C4 majeur, C4 mineur, C5 majeur, C5 mineur). In sommige gevallen werden geluiden van muziekinstrumenten of dieren afgespeeld bij de plaatjes.

Voor het presenteren van de plaatjes en het afspelen van de geluidjes werd een Macintosh Quadra 840AV gebruikt, met een 256 kleuren scherm, dat zo werd gepositioneerd dat de proefpersonen de visuele stimuli op ooghoogte konden waarnemen. Verder werd gebruik gemaakt van een knoppenbox met drie knoppen; een knop voor elke responsecategorie (meestal 'ja' of 'nee') en een knop voor het starten van de trials. De geluiden werden afgespeeld via een Monacor BH-004 hoofdtelefoon.

Procedure

Proefpersonen kregen eerst een enkelvoudige toon te horen om ze te attenderen op het fixatiepunt op het

scherm (een '+'). Gevraagd werd om hun ogen op het kruisje te fixeren. Vervolgens werd kort een lijntekening getoond en al dan niet een geluid op hetzelfde moment afgespeeld. Proefpersonen werden geïnstrueerd om zo snel mogelijk te reageren door de knop behorende bij hun antwoord ('ja' of 'nee') in te drukken.

In de volgende paragrafen volgt een beschrijving van de experimenten en de gevonden resultaten.

Het Simon paradigma

In het klassieke Simon experiment wordt gekeken wat de invloed is van een irrelevant kenmerk van een stimulus (bijvoorbeeld de plaats op het scherm, hetgeen irrelevant is voor het uitvoeren van een categorisatie taak) op de verwerking van een relevant kenmerk (bijvoorbeeld de categorie van een plaatje). In het klassieke experiment bleek dat als de plaats van de stimulus op het scherm overeen kwam met de plaats van de knop voor de respons, proefpersonen sneller reageerden. In de hier beschreven experimenten wordt nagegaan wat de connotatie van het oor-icoon (positief in het geval van majeur en negatief bij mineur) doet ten aanzien van de response (in termen van reactietijd) op de categorisatie taak ('ja' of 'nee'). De verwachting hierbij is een majeur akkoord de 'ja'-response zal faciliteren en een mineur akkoord de 'nee'-response zal faciliteren.

Het Stroop-paradigma

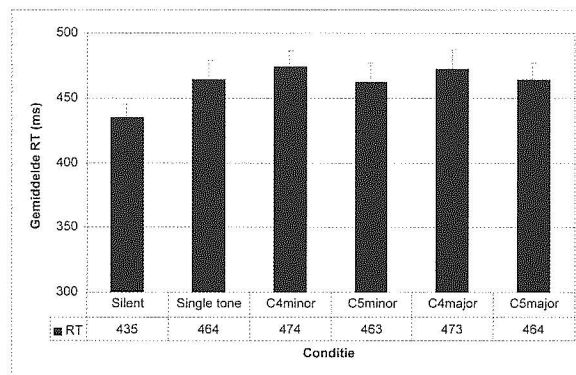
Stroop wilde een combinatie van aandacht en interferentie onderzoeken door te testen wat het effect zou zijn van verschillende aspecten van een samengestelde stimulus op het benoemen van een ander aspect van de stimulus. In de traditionele taak moesten proefpersonen bijvoorbeeld de kleur van de inkt van geschreven namen van kleuren benoemen. Op het moment dat de kleur van de letters niet overeen kwamen met de naam van de kleur (bijvoorbeeld als het woord 'rood' geschreven is in gele letters en de taak is om de kleur van de letters te benoemen), leidde dit tot langere reactietijden. Als de kleur van het woord overeenkwam met de naam van de kleur trad facilitatie op. In onze experimenten werd analoog aan dit idee het effect onderzocht van concrete auditieve informatie (auditieve iconen) in de vorm van dieren-geluiden en geluiden van muziekinstrumenten op de categorisatie van plaatjes van dezelfde categorieën.

Resultaten

Het Simon paradigma

Een eerste experiment laat zien dat er bij een complete randomisatie van de aanbiedingen waarbij het

plaatje tegelijk wordt aangeboden met een geluid, langere reactietijden optreden als het oor-icoon aanwezig is, ten opzichte van de aanbiedingen waarbij alleen de visuele stimulus beschikbaar is, de zogenaamde 'silent'-trials (zie figuur 3).

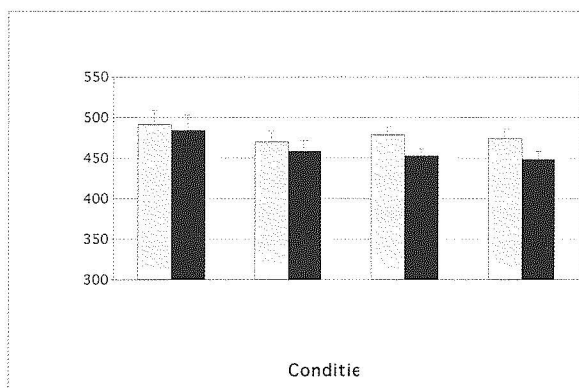


Figuur 3 'Earcons': Resultaten Simon-paradigma bij een complete randomisatie van de trials.

In het experiment worden verschillende majeur en mineur akkoorden als auditieve stimuli aangeboden, evenals een enkelvoudige toon. Er wordt geen effect gevonden van de connotatie van een akkoord op de reactietijd.

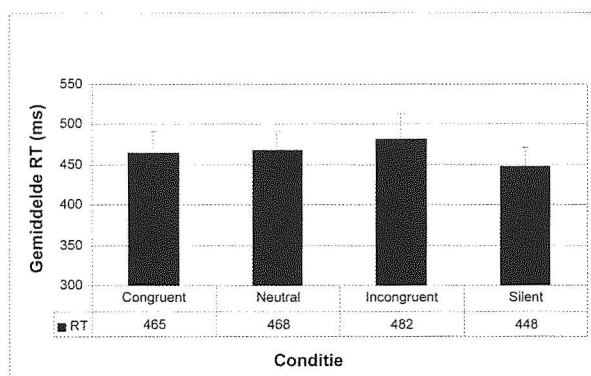
In een tweede experiment (waarbij maar één soort oor-icoon is gebruikt) wordt aangetoond, dat dit effect het grootst is als het plaatje en het geluidje tegelijk worden gepresenteerd. Op het moment dat het geluid 500 ms eerder wordt aangeboden dan de visuele stimulus (een Stimulus Onset Asynchrony), is het verschil in reactietijden niet meer significant (zie figuur 4).

In een derde experiment komt naast het vertragende effect van de oor-iconen een negatief Simon-effect naar voren als de redundante geluidsstimuli gegroe-



Figuur 4 'Earcons': Resultaten Simon-paradigma bij een Stimulus Onset Asynchrony (SOA).

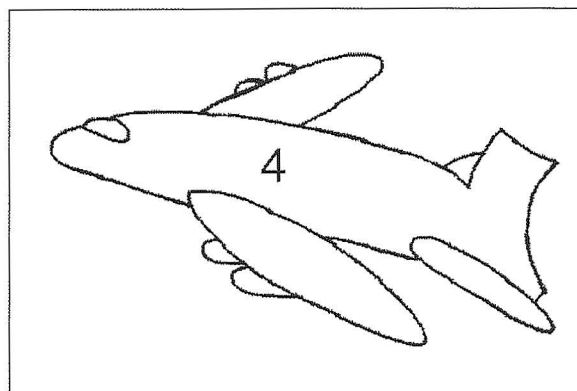
peerd naar connotatie worden aangeboden. Bij een Simon-effect zou verwacht worden dat als het geluidje dezelfde connotatie heeft als het plaatje er kortere reactietijden optreden, dan wanneer een geluidje met een andere connotatie wordt aangeboden. In het experiment treedt een vertragend effect op als het geluidje de tegenovergestelde connotatie heeft van de beoogde respons op het plaatje (de incongruente conditie). Een proefpersoon bijvoorbeeld, die geïnstrueerd is 'ja' te antwoorden op plaatjes van dieren zal bij het zien van een kat en het tegelijk horen van een mineurakkoord langzamer reageren dan wanneer de proefpersoon een kat ziet en een majeurakkoord hoort en dus het geluidje dezelfde connotatie heeft als de beoogde respons (de congruente conditie) (zie figuur 5).



Figuur 5 'Earcons': Resultaten Simon-paradigma bij een gegroepeerde aanbieding per connotatie.

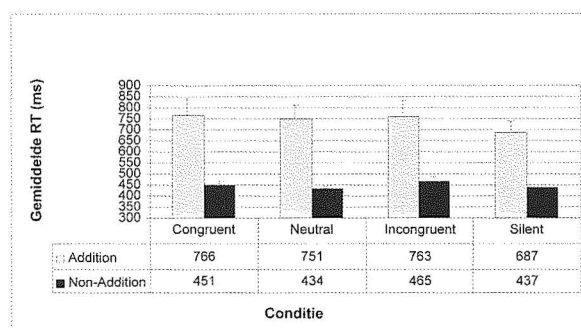
Naast deze beide condities werd ook getest wat het effect is van een zelfde en dus constante oor-icoon bij alle plaatjes (de neutrale conditie). De resultaten laten zien dat dit hetzelfde effect heeft als de congruente conditie. Er treedt dus geen facilitatie op van de reactietijden bij de congruente conditie. Hieruit valt af te leiden dat de connotatie van een geluid een ander effect heeft dan de locatie van de stimulus in het klassieke Simon experiment. Deze effecten van de oor-iconen lijken onafhankelijk van de muzikale ervaring (het meer dan 6 jaar actief bespelen van een instrument) van de proefpersonen.

Naast reactietijden vormen fouten ook een belangrijke bron van informatie over wat er gebeurt bij het integreren van informatie. Tijdens de hierboven beschreven experimenten werden weinig fouten gemaakt, waarschijnlijk ten gevolge van de eenvoud van de taak. Om de taak moeilijker te maken werd vervolgens een dubbeltaak experiment gedaan. Naast de categorisatie taak moesten proefpersonen per categorie de som onthouden van cijfers die in elk plaatje worden weergegeven (zie Figuur 6).



Figuur 6 Voorbeeld van een stimulus in een dubbeltaak.

De resultaten laten zien dat er langzamer wordt gereageerd dan in de eerdere experimenten en dat er meer fouten worden gemaakt. De aantallen fouten zijn echter gelijkmatig verdeeld over de condities. Verder wordt er wederom een vertragend effect vastgesteld van de oor-iconen ten opzichte van de aanbiedingen waar alleen het plaatje wordt getoond (Figuur 7).

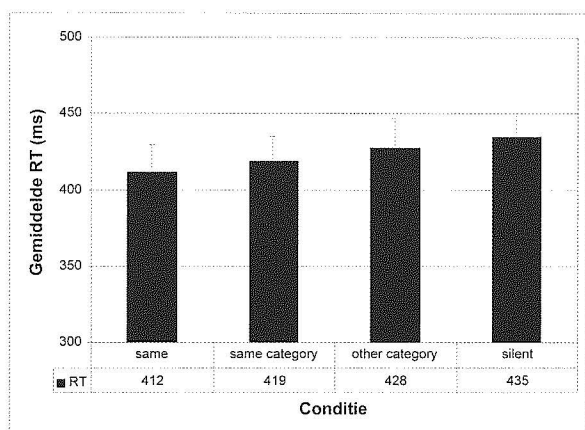


Figuur 7 'Earcons': Resultaten Simon-paradigma bij een dubbeltaak.

Het Stroop-paradigma

Wat gebeurt er bijvoorbeeld als een proefpersoon bij een plaatje van een hond moet aangeven dat het een dier is, terwijl hij tegelijkertijd het hinniken van een paard hoort? Evenals bij de oor-iconen worden twee soorten effecten gevonden, maar de aard van de effecten verschilt nogal van die bij de oor-iconen. Allereerst reageren proefpersonen sneller in de multimodale aanbiedingen vergeleken met de aanbiedingen waar alleen het plaatje wordt aangeboden (zie Figuur 8). Het doet er blijkbaar niet toe wat voor auditieve iconen bij het plaatje wordt aangeboden. De reactietijden zijn altijd korter als er geluid aanwezig is. Dit komt overeen met de eerder genoemde gedachte dat de ene stimulus een alarmerende werking kan hebben op de andere stimulus en zo de aandacht kan verhogen. Verder reageren proefpersonen

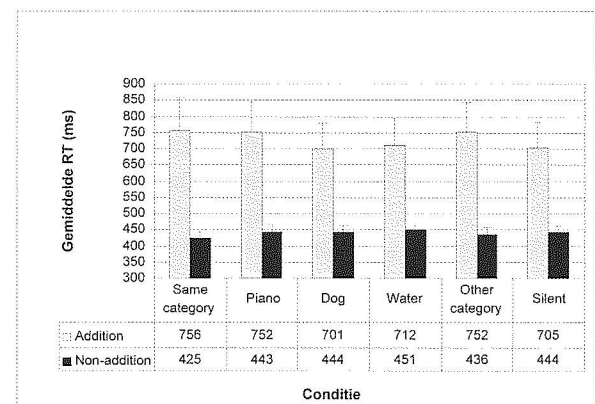
het snelst als het plaatje en het geluidje precies overeenkomen, bijvoorbeeld als het plaatje van een kat gepresenteerd wordt samen met het geluid van een miauwende kat. De conditie waarbij het geluid in categorie overeenkomt met het plaatje leidt tot langere reactietijden in vergelijking met de conditie waarbij het plaatje en het geluidje hetzelfde zijn. Nog langere reactietijden treden op bij de conditie waarbij het plaatje en het geluidje van een verschillende categorie zijn. De langste reactietijden werden gemeten in de conditie waarbij alleen een plaatje werd aangeboden. Blijkbaar is de mate waarin de auditieve en visuele informatie hetzelfde representeren ook van belang. Hoe meer de multimodale informatie overeenkomt, hoe korter de reactietijden.



Figuur 8 'Auditory icons': Resultaten Stroop-paradigma bij een complete randomisatie van trails.

Ook in de serie experimenten met het Stroop-paradigma werd een dubbeltaak uitgevoerd, waarbij proefpersonen wederom naast de categorisatie de som moesten onthouden van getallen die in de plaatjes werden weergegeven. De auditieve iconen die hierbij gebruikt werden waren gerelateerd aan de categorieën van plaatjes maar werden niet als zodanig visueel gerepresenteerd; voor de categorie dier werd bijvoorbeeld altijd een blaffende hond gebruikt als auditieve iconen, maar er was geen visuele stimulus van een hond. Dit om de resultaten beter te kunnen vergelijken met de experimenten met het Simon-paradigma. De resultaten geven aan dat nu, in tegenstelling tot het experiment met de enkelvoudige taak, proefpersonen bij de multimodale aanbiedingen langzamer reageren dan bij de aanbiedingen met alleen de plaatjes (zie Figuur 9). Dit is waarschijnlijk het geval omdat er door het tellen meer informatie verwerkt moet worden. De grotere hoeveelheid informatie kost, ongeacht of deze overeenkomt met de categorie van de plaatjes of niet, meer tijd. Het aantal fouten is groter dan in het experiment met de

enkelvoudige taak, maar net als bij de dubbeltaak met de oor-iconen gelijk over de verschillende condities verdeeld.



Figuur 9 'Auditory icons': Resultaten Stroop-paradigma bij een dubbeltaak.

Discussie

De experimenten laten zien dat er een verschillend effect is van concrete en abstracte auditieve informatie op een visuele categorisatie taak. De concrete auditieve iconen leiden in de enkelvoudige taak tot kortere reactietijden, terwijl de abstracte oor-iconen langere reactietijden tot gevolg hebben. Het lijkt erop dat de aanwezigheid van een abstract geluid dat niet gerelateerd is aan de visuele informatie, maar aan de response, apart verwerkt moet worden. Deze extra verwerking zou cognitief meer belastend kunnen zijn en dus meer tijd kosten.

De mate waarin de informatie in de geluiden overeenkomt met de visuele informatie is van belang. Als de abstracte oor-iconen niet overeenkomen met de beoogde respons, dan wordt de reactie verder vertraagd. Voor de concrete auditieve iconen geldt het tegenovergestelde: als de concrete geluiden precies overeenkomen met de visuele stimuli dan wordt de reactie verder versneld. Als laatste laten de resultaten zien dat bij een dubbeltaak, waarbij naast de categorisatie een extra cognitieve belasting optreedt door het moeten onthouden van de som van een reeks getallen, de toevoeging van zowel concreet als abstract geluid leidt tot een verlenging van de reactietijden. Als de cognitieve belasting hoger wordt, zijn er voor proefpersonen twee (min of meer onbewuste) strategieën mogelijk: er worden meer fouten gemaakt óf er wordt langzamer gereageerd. Het lijkt erop of in deze dubbeltaak proefpersonen de tweede strategie toepassen, omdat het aantal fouten niet veel toeneemt en de reactietijden langer worden.

Wat betekenen deze resultaten nu voor de ontwikkeling van multimodale interfaces? Allereerst laten de gegevens zien dat voorzichtig omgesprongen dient te worden met het toevoegen van redundante informatie in een andere modaliteit. Het is zeker niet zo dat hiermee altijd een positief effect verkregen wordt in termen van productiviteit (responstijden). Als toch auditieve signalen toegevoegd worden, lijken de uitkomsten van dit onderzoek voor bepaalde toepassingen ook meer concrete geluiden aan te bevelen. Verder tonen deze resultaten aan, dat als de taak complex is, hetgeen in de praktijk meestal het geval is, de situatie heel anders kan liggen dan wanneer de taak eenvoudig is. Zowel bij concrete als abstracte geluiden, leidt de redundante aanbieding in een complexe taak tot een vertraging van de respons. In een tijdkritische complexe situatie lijkt multimodaliteit niet de voorkeur te genieten.

Ten slotte moet opgemerkt worden dat nog heel wat aspecten nader onderzoek verdienen. Zo is er nog niet of nauwelijks gekeken naar het effect van bimodale

aanbiedingen op de kwaliteit van de informatieverwerking in termen van betrouwbaarheid, bestendigheid tegen onderbrekingen en gevoeligheid voor verveling. Hier ligt nog een heel interessant terrein open voor nadere bestudering door cognitief ergonomen. Ook subjectieve maten als preferentie en irritatie bij de gebruikers zijn in dit onderzoek niet in meegenomen en zouden verder onderzocht moeten worden.

Algemene conclusies

Er is een verschillend effect van concrete en abstracte auditieve informatie op een visuele categorisatietask. De concrete auditieve iconen leiden in de enkelvoudige taak tot kortere reactietijden, terwijl de abstracte oor-iconen langere reactietijden tot gevolg hebben. Het lijkt erop dat de aanwezigheid van een abstract geluid dat niet gerelateerd is aan de visuele informatie, maar aan de response, apart verwerkt moet worden. Deze extra verwerking zou cognitief meer belastend kunnen zijn en dus meer tijd kosten.

Referenties

- Blattner, M.M., Sumikawa, D.A., & Greenberg, R.M. 1989 Earcons and icons: Their structure and Common Design Principles. *Human-Computer Interaction*, 4(1), 11-44.
- Colavita, F.B., & Weisberg, D. 1979 A further investigation of visual dominance. *Perception and Psychophysics*, 25, 345-347.
- Crowder, R.G. 1984. Perception of the major/minor distinction: I. Historical and theoretical foundations. *Psychomusicology*, 4(1-2), 3-12.
- Edworthy, J. 1998. Does sound help us to work better with machines? A commentary on Rauterberg's paper 'About the importance of auditory alarms during the operation of a plant simulator'. *Interacting with Computers*, 10, 401-409.
- Esch-Bussemakers van, M.P. 2001 Do I hear what I see? The influence of auditory icons and earcons on multimodal integration in visual categorization. Unpublished doctoral dissertation.
- Gaver, W.W. 1989. The sonicfinder: an interface that uses auditory icons. *Human-Computer Interaction*, 4(1), 67-94.
- Hevner, K. 1933. The mood effects of the major and minor modes in music, in *Proceedings of the midwestern psychological association*, 584.
- Kahneman, D. 1973. *Attention and effort*. New York: Prentice Hall.

- Knowles, W.B. 1963. Operator loading tasks. *Human Factors*, 5, 151-161.
- MacLeod, C.M. 1991 Half a century of research on the Stroop effect: An integrative view. *Psychological Bulletin*, 109(2), 163-203.
- Nickerson, R.S. 1973 Intersensory facilitation of reaction times: Energy summation or preparation enhancement? *Psychological Review*, 80(6), 489-509.
- Roberts, L.A., & Sikora, C.A. 1997 Optimizing feedback signals for multimedia devices: Earcons vs. auditory icons vs. speech. *Proceedings of the IEA'97, Tampere*, 224-226.
- Simon, J.R. 1990. The effects of an irrelevant directional cue on human information processing. In R.W. Proctor & T.G. Reeve (Eds.), *Stimulus-response compatibility: An integrated perspective* (pp. 31-86). Amsterdam: North Holland.
- Stroop, J.R. 1935 Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-662.
- Stein, B.E., & Meredith, M.A. 1993. *The merging of the senses*. Massachusetts: The MIT Press.
- Welch, R.B., & Warren, D.H. 1980. Immediate perceptual response to intersensory discrepancy. *Psychological Bulletin*, 88, 113-161.

Abstract

Do I hear what I see?

In the experiments described here two kinds of sounds are investigated: concrete sounds (auditory icons), like the barking of a dog, and abstract musical chords (earcons) in major and minor key. The effect of the redundant addition of these sounds on the performance of a visual task was investigated. Concrete, real-life sounds facilitated task

performance, whereas abstract sounds inhibited performance. Furthermore, performance was inhibited even more if the sound was incongruent with the visual task. In conclusion, there is not always a positive effect if redundant information is added in another modality.