

VU Research Portal

Standing Well

Lubeck, A.J.A.

2016

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

Lubeck, A. J. A. (2016). *Standing Well*.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

Samenvatting

Onze zintuigen zijn fascinerende systemen die ons in staat stellen om de wereld om ons heen waar te nemen en onze bewegingen te controleren. Meestal komt de informatie van de verschillende zintuigen overeen met elkaar en integreren we alle zintuiglijke informatie tot een stabiele gewaarwording. Wanneer we over straat lopen of fietsen zien wij de omgeving langs ons bewegen, registreert ons somatosensorisch systeem luchtstromen en nemen onze evenwichtsorganen onze fysieke lineaire- en hoekversnellingen waar. Regelmatig begeven wij ons echter in situaties waarin de informatie van onze zintuigen niet met elkaar overeenkomen. Hoe zal ons slimme regelmechanisme hiermee omgaan?

Het blijkt dat mensen regelmatig – just for fun! – zichzelf in situaties begeven waarmee ze dit regelmechanisme verstoren. Dit doen we bijvoorbeeld wanneer we naar bewegende beelden kijken, zoals filmpjes, computer games of virtual reality. In het merendeel van deze situaties komt de informatie van de ogen niet overeen met de informatie van de evenwichtsorganen, wat een visueel-vestibulair conflict wordt genoemd. Een visueel-vestibulair conflict zich ook kan voordoen wanneer wij zelf bewegen, maar deze beweging niet zien (zoals bij het lezen van een boek in een rijdende auto). In dit proefschrift focus ik me op een visueel-vestibulair conflict veroorzaakt door het zien van beweging terwijl de kijker niet beweegt.

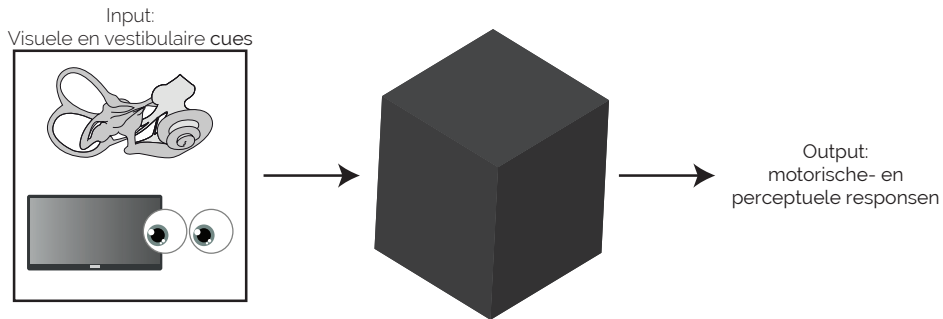
Het is bekend dat een visueel-vestibulair conflict een grote verscheidenheid aan motorische- en perceptuele responsen kan uitlokken die een grote invloed kunnen hebben op het gedrag en welzijn van de kijker. We weten echter minder van de verwerking van de zintuiglijke informatie in het centrale zenuwstelsel (CZS) tijdens een visueel-vestibulair conflict.

In dit proefschrift is verondersteld dat de processen in het CZS zich gedragen zoals verondersteld door de motion sickness theory. Deze theorie gaat ervan uit dat de verwachte zintuiglijke informatie en oriëntatie van het lichaam een cruciale rol speelt in de mate waarin men motorische- en perceptuele responsen ervaart tijdens een visueel-vestibulair conflict. Wanneer tijdens een visueel-vestibulair conflict de verwachte zintuiglijke informatie en verwachte lichaamsoriëntatie niet overeenkomt met de werkelijke zintuiglijke informatie en lichaamsoriëntatie, dan zal dit leiden tot motorische- en perceptuele veranderingen.

Om meer inzicht te krijgen in de processen in het CZS tijdens een visueel-vestibulair conflict hebben we in een reeks experimenten het verloop van de motorische- en perceptuele responsen gemeten. Deze responsen bestonden uit posturale zwaai (een maat voor houdingsevenwicht), de subjectieve visuele verticaal (SVV), visueel geïnduceerde bewegingsziekte (VIMS) en in één studie roll-vectie (een gevoel van zelfbeweging, terwijl je niet beweegt). Tevens hebben we de bewegende beelden op verschillende manieren bewerkt door bijvoorbeeld stereoscopisch 3D toe te voegen, met als doel het visueel-vestibulair conflict te manipuleren en een inzicht

te krijgen in dynamica van de CZS processen.

Figuur 1 laat de algemene onderzoeksopzet van de experimenten uit **Hoofdstuk 2** tot en met **7** zien.



Figuur 1. Schematische illustratie van de onderzoeksopzet gebruikt in de in hoofdstukken 2 tot en met 7 om processen in het CZS, hier weergegeven als een 'black box', te onderzoeken tijdens een visueel-vestibulair conflict. Een visueel-vestibulair conflict kan worden uitgelokt door visuele informatie aan te bieden die niet overeenkomt met de vestibulaire informatie. Het is bekend dat het visueel-vestibulair conflict een aantal motorische en perceptuele responsen beïnvloedt. Door deze responsen te monitoren, kunnen we inzicht krijgen in de CZS processen tijdens een visueel-vestibulair conflict. In dit proefschrift wordt onderzocht of deze CZS processen zich gedragen zoals beschreven in de motion sickness theory (MST).

In **Hoofdstuk 2**, waarin het eerste experiment beschreven staat, lag de focus op een cruciaal aspect van een visueel-vestibulair conflict: de aanwezigheid of afwezigheid van visuele beweging in de stimuli. Vrijwel alle studies naar de invloed van visueel-vestibulaire conflicten onderzochten alleen de effecten van bewegende visuele stimuli op motorische en perceptuele responsen. Kortom, een vergelijking van effecten van bewegende visuele en statische visuele stimuli is nog niet gemaakt. In **Hoofdstuk 2** hebben we proefpersonen in twee aparte sessies laten kijken naar bewegende en statische beelden van een populaire first-person shooter game. Vooraf, tijdens en na het kijken scoorden proefpersonen hun VIMS symptomen en werd met een krachtenplatform de posturale zwaai gemeten. Om de posturale zwaai te kwantificeren werden naast globale parameters ook parameters gericht op de correlatieve structuur berekend. Zoals in eerder onderzoek is aangetoond, waren ook in dit experiment de VIMS scores significant hoger na het kijken naar bewegende beelden, maar was dit niet het geval voor stilstaande beelden. Tot onze verrassing was de posturale zwaai significant hoger zowel na het kijken naar bewegende als naar stilstaande beelden. Deze bevinding suggereert dus dat motorische responsen (deels) gedissocieerd kunnen zijn van VIMS symptomen tijdens een visueel-vestibulair conflict. Visuele effecten die in beide type beelden aanwezig waren zijn een mogelijke verklaring voor de gelijke verhoging in posturale zwaai.

In de **Hoofdstukken 3** en **4** werd gebruik gemaakt van een andere

visuele manipulatie die het visueel-vestibulair conflict kan beïnvloeden: stereoscopisch 3D. Door de grote populariteit van 3D beelden, groeit de bezorgdheid dat het kijken naar 3D beelden ernstige klachten kan veroorzaken. Bovendien wordt er gedacht dat het kijken naar 3D beelden grotere motorische en perceptuele responsen teweeg brengt dan het kijken naar 2D beelden. Allereerst hebben we in **Hoofdstuk 3** onderzocht of het kijken naar 3D beelden in een bioscoop een stijging in VIMS symptomen en posturale zwaai veroorzaakte. Proefpersonen hebben in een bioscoop een 3D documentaire bekeken en vooraf en achteraf scoorden de proefpersonen hun VIMS symptomen en werd posturale zwaai data verzameld. We vonden dat zowel VIMS als de posturale zwaai significant hoger waren na het kijken naar de 3D beelden ten opzichte van ervoor. Deze veranderingen kunnen verklaard worden door het visueel-vestibulair conflict veroorzaakt door het kijken naar de 3D beelden. Omdat dit onderzoek geen 2D conditie toeliet, was met dit onderzoek de vraag of het kijken naar 3D beelden meer VIMS en posturale zwaai veroorzaakte dan het kijken naar 2D beelden nog niet beantwoord. Bovendien had ook geen enkele andere studie gepoogd deze vraag te beantwoorden.

In **Hoofdstuk 4** zijn we ingesprongen op dit gat in de literatuur door in twee aparte sessies proefpersonen naar de documentaire uit Hoofdstuk 3 in 2D en 3D te laten kijken. In dit onderzoek werd de documentaire getoond op een commercieel verkrijgbaar 55-inch Tv-scherm. Omdat 3D beelden waarheidsgetrouwer overkomen dan 2D beelden was de hypothese gesteld dat 3D beelden een groter visueel-vestibulair conflict zouden veroorzaken dan 2D beelden, wat in de motorische en perceptuele responses tot uiting zou komen. Wederom scoorden de proefpersonen hun VIMS symptomen en werd er data verzameld om de globale en structurele parameters van de posturale zwaai te onderzoeken. Verrassend genoeg vonden we dat zowel 2D beelden als 3D beelden enkel milde oculomotore en desoriënterende symptomen veroorzaakten zonder symptomen van bewegingsziekte. Bovendien was de posturale zwaai evenveel verhoogd na het kijken naar 2D en 3D beelden. Deze resultaten laten dus zien dat stereoscopische 3D beelden niet noodzakelijk een groter visueel-vestibulair conflict hoeven te veroorzaken dan 2D beelden. Een mogelijke verklaring voor deze bevindingen is dat de 3D effecten in de documentaire waren geoptimaliseerd voor vertoning in de bioscoop, zoals gebruikt in **Hoofdstuk 3**. De vertoning van de documentaire op een veel kleiner tv-scherm, zoals in **Hoofdstuk 4**, heeft mogelijk geleid tot quarantaine van de visuele informatie. Met andere woorden, de visuele informatie is door het CZS opzij gezet waardoor het visueel-vestibulair conflict vermindert of zelfs verdwijnt.

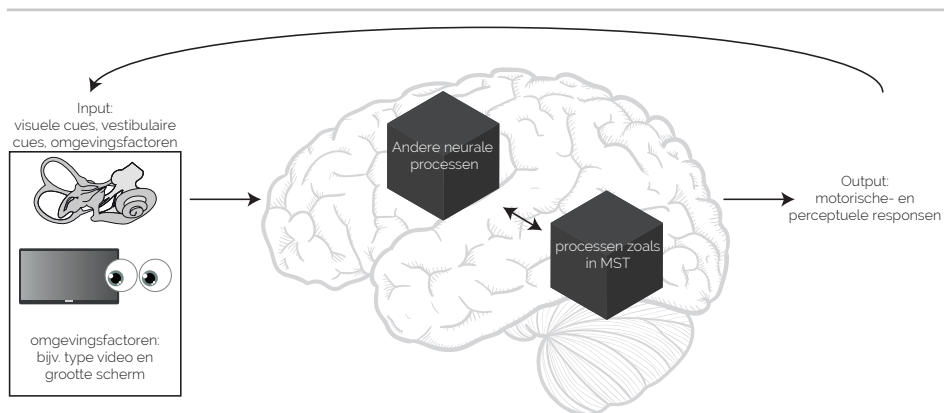
Naast dat beweging (**Hoofdstuk 2**) en stereoscopisch 3D (**Hoofdstuk 3** en **4**) een rol spelen in een visueel-vestibulair conflict, wordt door de motion sickness theory (MST) verondersteld dat visuele cues die informatie geven over wat aardverticaal is, het visueel-vestibulaire conflict

kunnen beïnvloeden. Van visuele aardvaste informatie wordt gedacht dat het de invloed van visuele beweging onderdrukt, en dus ook het visueel-vestibulaire conflict. Hoe invloedrijk de aardvaste visuele cues zijn in combinatie met visuele beweging is echter nog niet onderzocht. Het doel van **Hoofdstuk 5** was om te ontrafelen welk effect een aardvaste visuele cue samen met een rond de zichtlijn roterend patroon heeft op het visueel-vestibulaire conflict. Proefpersonen keken naar een roterend patroon met of zonder een visueel aardvast frame rondom het patroon, terwijl de posturale zwaai, subjectieve visuele verticaal (SVV) en VIMS werd gemeten. Zoals verondersteld door de MST onderdrukte het aardvaste visuele frame het effect van het roterende patroon op posturale zwaai, SVV afwijkingen en VIMS symptomen. Deze bevindingen ondersteunen dus de hypothese dat een aardvaste visuele cue het visuele-vestibulaire conflict en de daarbij horende motorische en perceptuele responsen kan onderdrukken. Daarnaast is de consistente invloed van de aardvaste cue en het roterende patroon op alle responsen een indicatie dat het neurale mechanisme karakteristieken bevat zoals beschreven in de MST.

In **Hoofdstuk 6** hebben we het visueel-vestibulaire conflict van een heel andere invalshoek benaderd door een groep patiënten te onderzoeken die een verergering van hun vestibulaire symptomen (o.a. posturale instabiliteit en bewegingsziekte) rapporteren wanneer zij specifieke visuele stimuli zien. Deze groep patiënten staat ook wel bekend als visueel-vestibulaire mismatch (VVM) patiënten. Het eerste doel van dit onderzoek was om een beter inzicht te krijgen in het onderliggende neurale mechanisme van VVM door dezelfde variabelen te onderzoeken als in **Hoofdstuk 5**: posturale zwaai, de SVV en VIMS. Ten tweede is onderzocht of beweging rond de zichtlijn noodzakelijk is om VVM symptomen te verergeren. In twee aparte sessies werden een groep VVM patiënten en gezonde proefpersonen blootgesteld aan een roterend patroon en een stilstaand patroon terwijl bovenstaande variabelen meerdere keren gemeten werden. Een eerste bevinding was dat patiënten altijd een grotere posturale zwaai hadden dan de gezonde proefpersonen, ongeacht het type stimulus. Ten tweede lieten zowel de patiënten als de controles een significante stijging in posturale zwaai en VIMS zien na blootstelling aan het roterende patroon, terwijl de SVV na afloop onveranderd bleek. Alleen de patiënten rapporteerden een significante stijging in VIMS na het kijken naar het roterende patroon in vergelijking met de VIMS scores gemeten na blootstelling aan het stilstaande patroon. Samengevat laten de resultaten zien dat deze groep VVM patiënten wel degelijk significant verschilt van gezonde proefpersonen op deze motorische en perceptuele responsen. Daarnaast heeft dit onderzoek aangetoond dat visuele beweging rondom de zichtlijn inderdaad een cruciale factor is in de verergering van de VVM symptomen. Een mogelijke verklaring voor deze bevindingen is dat een langdurige visuele-vestibulaire integratie problematiek kan leiden tot verkeerde neurale representaties, welke uiteindelijk uitmonden in de

geobserveerde VVM symptomen.

Tenslotte hebben we in **Hoofdstuk 7** het effect van een andere visuele manipulatie op het visueel-vestibulaire conflict onderzocht: de voor-achtergrond segregatie. In dit hoofdstuk wordt uitgegaan van het idee dat visuele factoren gerelateerd aan de voor-achtergrond segregatie, zoals stimulusgrootte en objectdichtheid, het visueel-vestibulaire conflict zowel kunnen verergeren als verminderen. Als een visuele factor behorend tot de achtergrond in een roterende achtergrond wordt gepresenteerd, zal het visueel-vestibulaire conflict worden verergerd. Maar als deze visuele factor in een roterende voorgrond wordt vertoond zal het visueel-vestibulaire conflict worden onderdrukt. Gebaseerd op de observatie dat het aantal objecten (i.e. dichtheid) onder normale omstandigheden verschilt tussen de voor- en achtergrond, is in **Hoofdstuk 7** gesteld dat het visueel-vestibulaire conflict differentieel wordt beïnvloed door de interactie tussen de objectdichtheid en de voor-achtergrond segregatie. Om deze hypothese te onderzoeken werden zowel posturale zwaai als roll-vectie (gevoel van zelf-kanteling) als variabelen geïncorporeerd. Bovendien heeft eerder onderzoek aangetoond dat posturale zwaai en roll-vectie tijdens blootstelling aan een roterend patroon gelijk worden beïnvloed, wat kan duiden op een gezamenlijk neurale mechanisme. Wanneer in dit onderzoek posturale zwaai en roll-vectie ook vergelijkbare veranderingen laten zien door de manipulaties, dan zal het bijdragen aan het bewijs voor een gezamenlijk neurale mechanisme. In dit onderzoek werden proefpersonen gevraagd te kijken naar roterende patronen waarin de objectdichtheid in voor- en achtergrond werd gevarieerd, terwijl data over posturale zwaai en roll-vectie werd verzameld. Zoals verwacht lieten de resultaten zien dat de objectdichtheid interacteerde met de voor-achtergrond segregatie in de beïnvloeding van posturale zwaai en roll-vectie. Gebaseerd op deze resultaten kan worden geconcludeerd dat de ratio tussen de objectdichtheid van de voor- en achtergrond patronen een belangrijke factor is in de interactie met de voor- en achtergrond en dat niet enkel de dichtheid van het roterende patroon cruciaal is. In andere woorden, een roterende achtergrond met meer objecten (hogere dichtheid) dan de stilstaande voorgrond veroorzaakte een groter visueel-vestibulair conflict, resulterend in meer posturale zwaai en roll-vectie, vergeleken met een roterende voorgrond met meer objecten dan de stilstaande achtergrond. Ten slotte zijn de consistente veranderingen in posturale zwaai en roll-vectie nieuw bewijs voor een gezamenlijke neurale oorsprong die posturale zwaai en roll-vectie reguleert.



Figuur 2. Een schematische illustratie van de veronderstelde interacties tussen CZS processen tijdens een visueel-vestibulair conflict. Naast de visuele en vestibulaire informatie zagen we dat omgevingsfactoren, zoals de grootte van het scherm of de gebruikte video, de motorische- en perceptuele responsen ook significant beïnvloedden.

Een vergelijking van deze bevindingen hebben ons een 'sneak peek' gegeven in onze 'black box' tijdens een visueel-vestibulair conflict. Al deze resultaten samengenomen maken aannemelijk dat de CZS processen zich gedragen als beschreven in de motion sickness theory. Echter hebben we ook gezien dat andere factoren de onderzochte motorische- en perceptuele responsen significant kunnen beïnvloeden. Een vergelijking van de resultaten van **Hoofdstukken 3** en **4** laten bijvoorbeeld zien dat de combinatie van de video met de grootte van het scherm een significant invloed heeft op VIMS.

De bevindingen uit dit proefschrift nodigen uit tot verder onderzoek. Zo zou vervolgonderzoek zich onder andere kunnen richten op het vinden van motorische en perceptuele responsen die volledig afhankelijk zijn van de betreffende CZS processen. Het onderzoek uit dit proefschrift heeft ook laten zien dat visuele factoren, zoals een aardvast-frame (**Hoofdstuk 5**) of de dichtheid (**Hoofdstuk 7**), motorische en perceptuele responsen kan verergeren of verminderen. Verder onderzoek naar visuele factoren die de motorische responsen kan vergroten of verminderen zou verder inzicht kunnen geven in hoe ongewilde effecten geminimaliseerd kunnen worden, terwijl gewenste effecten gemaximaliseerd kunnen worden. Meer kennis op dit gebied zou een boost kunnen geven aan het gebruik van virtual reality, omdat makkelijker stimuli ontwikkeld kunnen worden die aan specifieke eisen voldoen. Samengevat, ondanks dat virtuele omgevingen nog niet als echt zullen aanvoelen, zijn er meer dan genoeg redenen voor verder onderzoek om **Standing Well** in virtuele omgevingen realiteit te maken!



