

VU Research Portal

Asymmetric interlimb coupling strength in rhythmic bimanual coordination

de Poel, H.J.

2007

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

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

citation for published version (APA)

de Poel, H. J. (2007). *Asymmetric interlimb coupling strength in rhythmic bimanual coordination*. [PhD-Thesis - Research and graduation internal, Vrije Universiteit Amsterdam]. Print Partners Ipskamp.

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

Asymmetrische koppelingssterkte tussen de ledematen bij ritmische bimanuele coördinatie

Harjo de Poel

Tijdens de uitvoering van de meeste bimanuele taken worden de bewegingen van beide handen in meer of mindere mate op elkaar afgestemd. Dit betekent dat de handen niet onafhankelijk van elkaar bewegen, maar elkaar beïnvloeden. Deze zogenoemde tussenledemaatinteracties komen duidelijk naar voren wanneer we simultaan twee verschillende handbewegingen proberen uit te voeren, zoals het bekende ‘tikken op het hoofd en rondjes draaien op de buik’. Met de interacties tussen de ledematen als voornaamste aandachtspunt, richt dit proefschrift zich op bimanuele coördinatietaken waarbij de handen of armen ritmisch met hetzelfde tempo bewegen. Bij een dergelijke bimanuele taak zorgen de tussenledemaatinteracties ervoor dat bepaalde coördinatiepatronen gemakkelijk (stabiel) kunnen worden uitgevoerd, terwijl andere coördinatiepatronen heel wat oefening vereisen voordat zij ook maar enigszins stabiel kunnen worden uitgevoerd. Het meest stabiele gedrag wordt vertoond bij het simultaan heen en weer bewegen van de ledematen (in-fasecoördinatie), gevolgd door het alternerend heen en weer bewegen (tegenfasecoördinatie). Het Haken-Kelso-Bunz- of HKB-model beschrijft deze en andere coördinatieverschijnselen in termen van de relatieve fase tussen de twee bewegingen, gemodelleerd als niet-lineaire oscillatoren, waarbij de – eveneens niet-lineaire – koppeling tussen de ledematen een belangrijke rol speelt.

Hoewel de bewegingen van beide ledematen volgens het standaard HKB-model perfect symmetrisch zijn, hetgeen op het eerste gezicht ook zo lijkt te zijn, heeft een aantal studies aangetoond dat er veeleer sprake is van asymmetrie: de uitvoering van de coördinatiepatronen vertoont asymmetrieën als functie van handvoorkeur en het richten van de aandacht op een van de handen (zoals het licht doch systematisch voorlopen van de ene hand ten opzichte van de andere). Deze effecten konden worden beschreven door een aangepaste versie van het HKB-model, waarin de sterkte van de koppeling tussen de twee ledematen asymmetrisch werd voorgesteld in plaats van symmetrisch. Handvoorkeur en asymmetrisch gerichte aandacht werden aldus gepostuleerd als mogelijke bronnen van asymmetrie in de koppelingssterkte. Daarnaast voorspelt dit model dat zo’n asymmetrie in de koppelingssterkte bevorderlijk is voor de stabiliteit van de coördinatie. In dit proefschrift wordt onderzocht of (de stabiliteit van) de uitvoering van de coördinatiepatronen inderdaad samenhangt met asymmetrieën in de sterkte van de interacties tussen de ledematen.

In het eerste experiment, beschreven in Hoofdstuk 2, wordt specifiek ingegaan op de hypothese dat effecten van handvoorkeur op bimanuele ritmische coördinatie – met name het licht voorlopen van de dominante hand – kunnen worden beschreven door een asymmetrie in de sterkte van de koppeling tussen de ledematen, waarbij de niet-dominante hand sterker wordt beïnvloed door de dominante hand dan omgekeerd. Hiertoe werd geanalyseerd hoe veranderingen in de tussenledemaatcoördinatie werden bewerkstelligd door aanpassingen in de fasering van de afzonderlijke ledematen. Zowel tijdens spontane overgangen tussen

coördinatiepatronen (als gevolg van het geleidelijk opvoeren van het bewegingstempo) als na mechanische verstoringen bleek de fasering van de niet-dominante hand het meest te worden aangepast, conform de onderzoekshypothese. Dit gold voor rechtshandige proefpersonen en in mindere mate voor linkshandige proefpersonen (waarvoor het effect net niet significant was). Dit wijst op een minder uitgesproken asymmetrie in koppelingssterkte bij de linkshandigen. Voor de rechtshandigen bleek de mate van asymmetrie in de interacties afhankelijk te zijn van het bewegingstempo.

In Hoofdstuk 3 wordt een experiment gerapporteerd waarin rechts- en linkshandige proefpersonen intentioneel switchten van het in-fase- naar het tegenfasepatroon, en andersom. De resultaten waren vergelijkbaar met die van Hoofdstuk 2: ook wanneer men opzettelijk (in plaats van spontaan, zoals in Hoofdstuk 2) van coördinatiepatroon veranderde, kwam de overgang voornamelijk tot stand door faseveranderingen in de beweging van de niet-dominante hand, hetgeen duidt op een handvoorkeurgerelateerde asymmetrie in de koppelingssterkte. Ook hier was de asymmetrie minder uitgesproken voor linkshandigen dan voor rechtshandigen – deze keer was het effect echter significant voor beide groepen. Verder bleek dat de koppelingsasymmetrie sterker was wanneer men switchte van tegenfase naar in-fase (d.w.z., in dezelfde richting als spontane overgangen) dan in omgekeerde richting. Dit suggereert dat (het tot uitdrukking komen van) deze asymmetrie werd afgezwakt door cognitieve processen die samenhangen met het intentioneel switchen tussen coördinatiepatronen.

In Hoofdstuk 4 worden de effecten van het richten van de aandacht op een van beide ledematen onderzocht. Het uitgangspunt hierbij was het idee van Peters (1989, 1994) dat de bij bimanuele coördinatietaken gevonden effecten van handvoorkeur een gevolg zijn van het feit dat de meeste aandacht wordt gericht op de bewegingen van de dominante hand. In overeenstemming met dit idee hadden eerdere onderzoeken reeds aangetoond dat aandachtsgerelateerde asymmetrieën de uitvoering van bimanuele coördinatiepatronen op een vergelijkbare wijze beïnvloeden als handvoorkeur en derhalve (volgens deze studies) beschreven kunnen worden met hetzelfde asymmetrische model. In de betreffende studies waren de tussenledemaatinteracties als zodanig echter niet onderzocht. In Hoofdstuk 4 werd daarom onderzocht of het asymmetrisch richten van aandacht (d.w.z., op de dominante of niet-dominante ledemaat) de onderliggende asymmetrie in koppelingssterkte inderdaad in dezelfde richting moduleert als handvoorkeur. Zowel rechts- als linkshandige proefpersonen voerden in-fase- en tegenfasecoördinatiepatronen uit terwijl ze hun aandacht richtten op de dominante dan wel op de niet-dominante ledemaat. Zoals in Hoofdstuk 2, werd met behulp van mechanische verstoringen nagegaan in welke mate de twee ledematen elkaar beïnvloeden. Wederom werd gevonden dat de beweging van de niet-dominante ledemaat sterker werd beïnvloed door (een verstoring van) de beweging van de dominante ledemaat dan vice versa. Bovendien bleek dat, overeenkomstig de suggestie van Peters en de daaruit voortvloeiende voorspellingen, de handvoorkeurgerelateerde asymmetrie in koppelingssterkte afnam wanneer de aandacht werd gericht op de niet-dominante ledemaat. In tegenstelling tot eerdere bevindingen bleek dat de gebruikelijke fasevoorsprong van de dominante ledemaat afnam in plaats van toenam wanneer de aandacht was gericht op deze ledemaat. Dit onverwachte

resultaat kon echter worden verklaard aan de hand van een ander effect van het lateraal richten van de aandacht. Het bleek namelijk dat dit eveneens een uitwerking had op de uitgevoerde bewegingsamplitudes van de twee ledematen. De amplitude van de ledemaat, waarop de aandacht was gericht, was significant groter dan die van de andere ledemaat. Een verschil in amplitude impliceert een verschil in voorkeurstempo tussen de ledematen, wat theoretisch gezien leidt tot een fasevoorsprong van de beweging met de kleinste amplitude (uitgevoerd door de niet-geattendeerde ledemaat). Met andere woorden, gerichte aandacht heeft zowel invloed op de asymmetrie in koppelingssterkte als op de amplitude van de bewegingen van de afzonderlijke ledematen. Theoretisch gezien beïnvloeden deze twee potentiële effecten (die elkaar overigens niet uitsluiten) de uiteindelijke uitvoering van het coördinatiepatroon in tegengestelde richting.

Om de bovenstaande hypothese verder te testen, werden drie experimenten uitgevoerd, die beschreven worden in Hoofdstuk 5, waarin de effecten van een amplitudeverschil en het richten van de aandacht zowel onafhankelijk van elkaar als in samenhang werden onderzocht. De resultaten van deze experimenten lieten zien dat een verschil tussen de twee ledematen met betrekking tot de uitgevoerde bewegingsamplitudes inderdaad leidde tot de verwachte effecten op de coördinatie (d.w.z., een fasevoorsprong van de ledemaat met de kleinste amplitude). Wanneer de bewegingsamplitudes werden gefixeerd, werd er echter geen duidelijke evidentie gevonden voor de hypothese dat de relatieve fasering wordt beïnvloed door een aandachtsgerelateerde asymmetrie in de koppelingssterkte. Deze bevindingen toonden aan dat het richten van de aandacht op een van de twee ledematen weliswaar de coördinatie tussen de ledematen beïnvloedt, maar dat dit veeleer komt door een aandachtsgerelateerd verschil tussen de beide ledematen (in dit geval een amplitudeverschil) dan door een asymmetrie in de koppelingssterkte. Dit is in tegenspraak met Peters' suggestie, omdat de effecten van lateraal gerichte aandacht op de bimanuele coördinatie niet vergelijkbaar bleken met die van handvoorkeur.

In Hoofdstuk 6, de epiloog, worden de belangrijkste bevindingen alsmede de implicaties van het gepresenteerde onderzoek besproken. De onderzoeksresultaten illustreren dat, naast de analyse van de coördinatie op het collectieve niveau (de relatieve fase), complementaire analyseniveaus (zoals de dynamica van de ledematen en hun interacties) nodig zijn om de complexe relatie tussen bimanuele koppeling en coördinatieve stabiliteit adequaat te doorgronden. Hoewel zowel handvoorkeur als lateraal gerichte aandacht bleek samen te hangen met een asymmetrie in de sterkte van de koppeling tussen de ledematen, bleek ook dat beide factoren een wezenlijk verschillende invloed hadden op de uitvoering van het bimanuele coördinatiepatroon. Deze bevinding is in strijd met de interpretatie dat de effecten van handvoorkeur en asymmetrisch gerichte aandacht op bimanuele coördinatie door hetzelfde asymmetrische dynamische model kunnen worden beschreven. Het onderzoek toont aan dat asymmetrieën in de sterkte van de interacties kunnen voortvloeien uit de koppelingsprocessen zelf, maar ook het resultaat kunnen zijn van verschillen tussen de bewegingen van de afzonderlijke ledematen.