



# Eindrapport Innovatieregeling 2011

## Titel project: Virtual Knockout

**Thema:** 4K video

**Onderwijssoort:** WO

Versie x

Datum

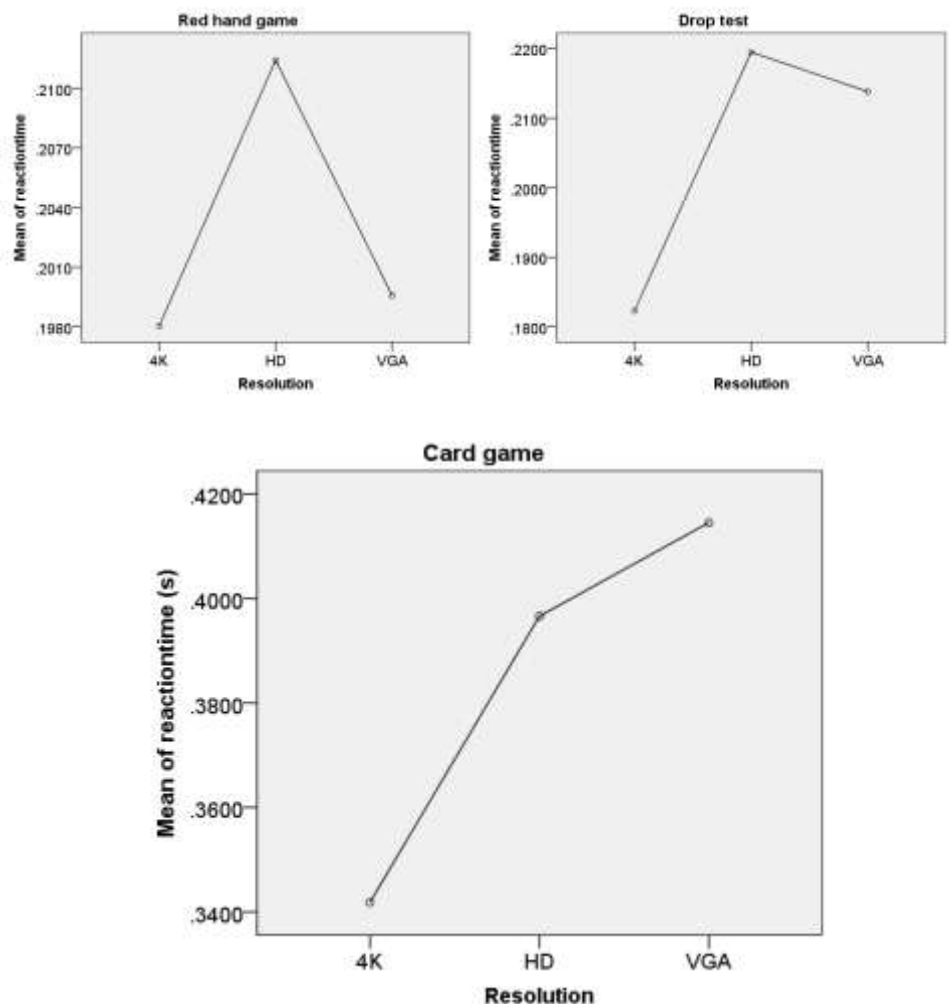
SURFnet/Kennisnet Innovatieprogramma

<b>1. Gegevens project-instelling</b>	Naam instelling:	Faculty of Industrial Design Engineering, TU Delft
	Projectleider:	Zoltan Rusak
	Functie:	Universitair Docent
	Afdeling:	Design Engineering

<b>2. Omschrijving project</b>	<p><b>Titel: Virtual Knockout</b>  <b>Ondertitel: Influence of image quality and latency on remote sensory-motoric interaction during 4k videoconferencing sessions</b></p> <p>Innovatieregeling (4K video):  Onderwijssoort: WO (incl. UMC's).  Projectbeschrijving:</p> <p><i>Virtual Knockout heeft als doel grip te krijgen op systeemeisen voor interactie in 4k videoconferencing sessies. Het project exploreert de mogelijke relaties tussen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>de bewegingintensiteit,</i></li> <li><i>de systeemvertraging (latency)</i></li> <li><i>de beeldresolutie tijdens de mens-mens interactie op afstand samen manipuleren van virtuele objecten.</i></li> </ul> <p><i>Dit dient een maatschappelijk belang, bv. voor revalidatie op afstand, of trainingen voor bijvoorbeeld fijnmotorische activiteiten zoals boetseren-, of activiteiten zoals dansen.</i></p> <p><i>De sensomotorische interactie (koppeling tussen zintuiglijke waarneming en motorische actie) tussen externe partners vereist een nabijheid van het weergegeven beeld om een meeslepende ervaring te creëren (Presence). 4K Displays maken pixels bijna onzichtbaar; 4K video's zijn in staat om een natuurgetrouw niveau van texturen, schaduwen, reflecties te bereiken. Het is onze veronderstelling dat dergelijke details in afbeeldingen visuele cues kunnen bieden aan de gebruikers van videoconferencingssystemen en de betrokkenen kan helpen met het sneller het waarnemen van de beweging van externe partners of zelfs op hun toekomstige bewegingen te anticiperen. We verwachten dat 4k oplossingen kunnen bijdragen aan het verhelpen van zogenoemde latency (vertraging).</i></p> <p><i>Intensieve sensomotorische interactie tijdens 4k videoconferencing sessies stelt veel technologische eisen aan het videoconferentiesysteem en de netwerkverbindingen. In dergelijke opstellingen is latency van grote invloed op de interactie. Uit onderzoek is reeds gebleken dat grote latency (meer dan 150 ms) in de interactie in gesproken woord kans geeft op miscommunicatie. Het effect van latency op de sensomotorische interactie in videoconferencing sessies is echter nog onbekend.</i></p> <p><i>In dit project richten we ons op de volgende onderzoeksvraag:</i>  <i>Hoe zijn systeem latency en beeldresolutie van invloed op de flow van het virtuele interactie?</i>  <i>De gerelateerde sub-vragen zijn onderzocht:</i></p>
--------------------------------	---

	<p><i>Wat is de relatie tussen systeem latency en de motorische intensiteit bij virtuele interactie?</i></p> <p><i>Welke typen visuele cues zijn herkenbaar aan de gebruikers in op afstand virtuele interactie?</i></p> <p><i>Hoe kan 4k beeldresolutie het effect van het systeem latency verminderen in sensomotorische interactie op afstand?</i></p> <p><i>Om deze vragen te beantwoorden, heeft het voorgestelde onderzoek als doel om te onderzoeken of er een relatie is tussen beeld resolutie (VGA, HD, en 4K) en het uitvoeren van taken die sensomotorische interactie vereisen, onder verschillende omstandigheden van latency .</i></p>
<p><b>3. Doelstelling</b></p>	<p><b>Omschrijving van de oorspronkelijke doelstelling</b></p> <p><i>Sensorische-motorische interactie tussen fysiek gescheiden betrokkenen vergt nabijheid van het weergegeven beeld om een meeslepende ervaring te creëren. 4K schermen zijn in staat om het probleem van de zichtbare pixels en 4K video's te overwinnen zijn in staat om een natuurgetrouw beeld te geven van texturen, schaduwen en reflecties. Het was onze veronderstelling dat een dergelijke afbeelding details niet alleen visueel comfort van de gebruikers geven, maar ook visuele aanwijzingen geven aan de gebruikers van videoconferencing systemen. Deze visuele aanwijzingen kunnen helpen om de beweging van de partners op afstand sneller te zien of zelfs te anticiperen op hun volgende acties. Als reactietijd van de gebruikers van 4K videoconferentie-systeem zal afnemen, kan dit compenseren voor eventuele systeem latency.</i></p> <p><i>Dit onderzoeksproject was gericht op het bewijzen dat de hypothese die hierboven is weergegeven. We hebben de mogelijke relatie onderzocht tussen beeldresolutie en reactietijd van de gebruikers tijdens zintuiglijke motorische interactie in videoconferencing sessies. Daarnaast hebben we ook bekeken of de intensiteit van de beweging als een onafhankelijk variabele in ons onderzoek is te beschouwen, waar de intensiteit van de beweging wordt bepaald door de snelheid en de bewegingsvrijheid (envelop).</i></p> <p><i>Het verwachte resultaat van het project is een leidraad die zal helpen om gebruikers van videoconferencing systemen te selecteren, afhankelijk van de bewegingsintensiteit.</i></p>
<p><b>4. Resultaten</b></p>	<p><b>De behaalde resultaten</b></p> <p><i>Het belangrijkste te verwachten resultaat van het project was een goed begrip van de mogelijke relatie tussen beeld resolutie, zijn reactietijd (latency), en de bewegingsintensiteit. .We verwacht dat de resultaten van dit exploratieve onderzoek inzicht geeft over de technische eisen van het opzetten van videoconferencing sessies voor zintuiglijk-motorische interacties, onder andere op het gebied van onderwijs op afstand, collaborative product design, en de interactie tussen gebruiker en product op afstand.</i></p> <p><i>We hebben een experiment waarin de deelnemers moesten reageren op vooraf opgenomen films afgespeeld op andere resoluties, zoals VGA (640 * 480), HD (1920 * 1024) en 4K (4120 * 2130). Hun reactietijd is gemeten met een motion tracking systeem en met een high speed camera. Daarnaast hebben we ook de</i></p>

beweging van de opgenomen films gemeten voor wat betreft de snelheid van de acties en de omvang van de envelop van de verrichte beweging (namelijk de zichtbare uitersten van de stimulus op het scherm). De verzamelde gegevens zijn geanalyseerd door diverse statistische methoden. We hebben een ANOVA en Tukey tests gedaan om te zien of er een verschil in de reactietijd van de gebruikers om de afgespeelde beelden op verschillende resolutie. Onze ANOVA test toonde aan dat het verschil van de gemiddelde waarden van de reactie tijd niet van invloed is voor het rode hand spel. Dit alhoewel de gemiddelde waarde van de reactie tijd voor de 4K-resolutie video was 30ms kleiner dan de HD-resolutie in de valproef spel. De HD-en VGA-resolutie toonden geen significant verschil in dit spel. Het kaartspel toonde soortgelijke resultaten, maar het verschil tussen de gemiddelde waarden van 4K en HD was 60 ms.



Onze analyse van de correlatie tussen de snelheid van de beweging (dwz een van de componenten van beweging intensiteit) en de reactie tijd heeft geen significante correlatie. De resultaten van onze ANOVA-test duidt op een afhankelijkheid tussen de envelop van de beweging en de reactietijd van de gebruikers. Het lijkt erop dat hoe kleiner de envelop van de beweging is hoe

	<p>groter de kloof tussen de gemiddelde waarden van de reactie tijd krijgt tussen de 4K en HD / VGA-beelden. We zijn bezig meteen statistische analyse van de gegevens om de mogelijke relatie tussen de beweging envelop van de stimulus en de reactietijd te vatten. Om deze beweging te kwantificeren maken wij de software, die de som van de absolute verschillen voor de vooraf opgenomen beelden kan berekenen.</p>
<b>5. Disseminatie</b>	<p><b>Overdracht van kennis over het project</b></p> <p>De resultaten van het project zijn verspreid via meerdere kanalen. De belangrijkste stappen van de projecten zijn gedocumenteerd in het weblog virtuele knock-out beschikbaar op de website van SURFnet (<a href="http://www.innovatieregeling.nl/category/4k-video/virtual-knockout/">http://www.innovatieregeling.nl/category/4k-video/virtual-knockout/</a>). De voorlopige resultaten van het project zijn gepresenteerd in een science fair (1 november 2011) georganiseerd binnen de Advanced Prototyping minor bezocht door studenten, docenten, wetenschappers en experts uit de industrie en de deelnemers van een internationale conferentie (IASDR 2011). De eindresultaten van het project zijn gepresenteerd in een seminar georganiseerd voor de medewerkers en studenten van de Design Engineering van de TUDelft op 17 november 2011. Een wetenschappelijke publicatie is in voorbereiding voor de TMCE 2012 Symposium.</p>
<b>6. Procesbeschrijving</b>	<p><b>Beschrijving van de werkzaamheden</b></p> <p>Het project was gerealiseerd in het kader van de minor 'Advanced Prototyping', tussen half September en half November. In plaats van de oprichting van een 4K videoconferencingsessie voor ons experiment, hadden we een vier stappen offline interactie proces opzetten als volgt:</p> <p>STAP 1. Wij wilden fysieke activiteiten van acteurs registreren (zoals het overhandigen van object, dansen en boksen) vanuit het gezichtspunt van een externe partner. In deze stap hebben we besloten om af te wijken van onze planning en noteerden we spelletjes met eenvoudige bewegingen (bijvoorbeeld rode hand, valtest en kaartspel) in plaats van het maken van opnamen van acteurs uitvoeren van dansen en boksen. Omdat dansen en boksen heeft vrij hoge verscheidenheid van bewegingen, het is nogal moeilijk om het exacte moment wanneer een werkelijke prikkel gebeurt er, wat leidt tot de onderwerpen van de experimenten reageren. Het opnemen van eenvoudige games ons in staat om een duidelijk identifyable stimulans voor onze experimenten, waardoor onze studie meer robuust te maken.</p>



*Hand klap spelletje*



*Kaartspeel*



*valtest*

*STAP 2. We speelden het opgenomen materiaal voor proefpersonen met verschillende resoluties af (dwz VGA, HD, en 4k) en hun reactie wordt geregistreerd. We filmde de testpersoon samen met het scherm waarop hij of zij reageert op de beelden displayed aan de 4K scherm. Het 4k scherm laat een video zien van 24 beelden per seconde. Eerst gebruikten we een normale HD camera om dit beeld en de testpersoon te filmen, maar het bleek dat deze camera ook maar 24 beelden per seconde filmde. Omdat de camera en het beeld met ieder 24 beelden per seconde nooit synchron lopen, is het nooit te achterhalen wat de reactietijd van de testpersoon is. Daarom hebben we een hoge snelheidscamera gehuurd. Deze Speedcam filmt 200 beelden per seconde en daarom kunnen we in slow motion precies met 5 ms nauwkeurigheid zien wanneer het volgende frame in beeld verschijnt en hoe lang de testpersoon er over doet voordat hij of zij reageert op wat er te zien is op die frame. Zo meten we exact de reactietijd van deze persoon.*



*STAP 3. Het was ons plan voor omde Twee video's en Beweging gegevens samen te voegen tot één-scène deur de invoering van Verschillende latencies, Maar dat deze methode blijkt niet te analyseren. We hebben alleen samen het zijaanzicht opnames van de stimulus en de onderwerpen om het effect van de latency op de succesvolle uitvoering van de taken (bijvoorbeeld het vangen van een gedaald object) getoond. Deze demonstratie video's zijn nuttig om te laten zien, hoe succesvolle de taak is uitgevoerd afhankelijk van de snelheid van de taak, de aard van de beweging, beeldresolutie en het systeem latency.*



*Samengevoegd scene van drop test*



*Samengevoegd scene van red hand speel*

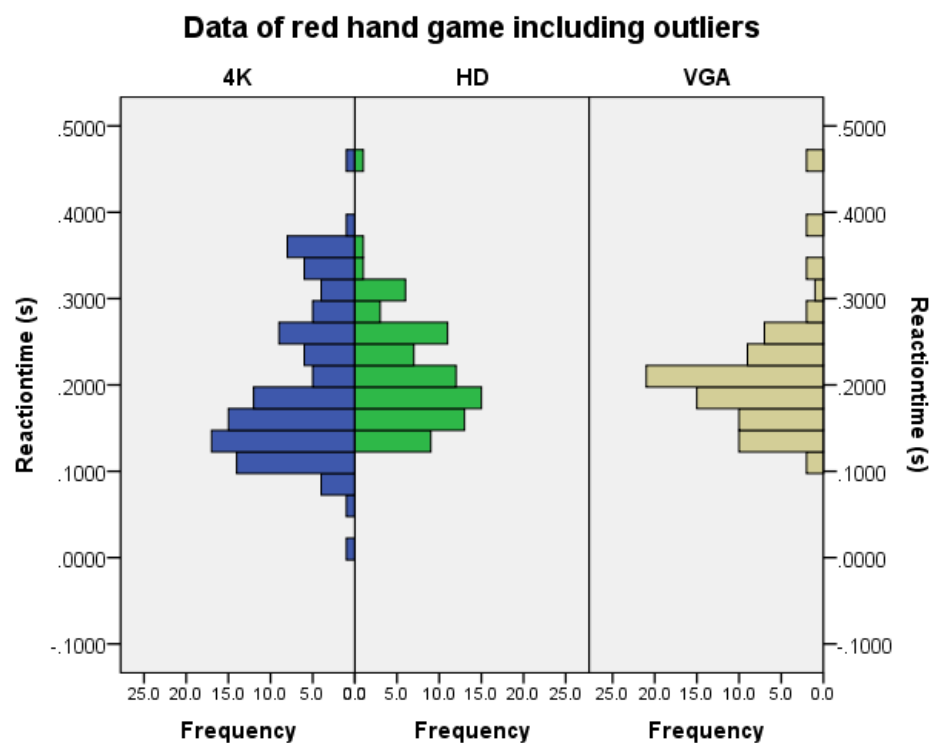
*Van het opgenomen materiaal van hoge snelheid video-en gesynchroniseerd HD-films en motion tracking systeem dat we hebben gewonnen de volgende gegevens handmatig:*

*1) Tijd van trigger: het begin van de toepassing van de stimulus*

2) *Tijd van de reactie: het begin van de reactie van het onderwerp aan de stimulus*

3) *Gemiddelde snelheid van de beweging van de stimulus: gemiddelde snelheid van de stimulus in het tijdsinterval van het begin van de toepassing van de stimulus en het tijdstip van waarneming door de proefpersoon. (motion tracking data)*

4) *Bewegingsenvelop van de stimulus: aantal pixels veranderd op het scherm in het tijdsinterval van het begin van de toepassing van de stimulus en het tijdstip van waarneming door de proefpersoon..*



*STAP 4. In de data-analyse fase hebben we behandeld de outliers van onze gegevens op basis van de aanbevelingen van Ratcliff (1993) "Methods for dealing with reaction time outliers". In zijn studie toonde hij aan dat de beste manier om outliers te behandelen voor gegevens met een hoge variabiliteit, het gebruik van de standaarddeviatie afgrenzingsprocedures is. Naar aanleiding van deze aanbevelingen hebben we deze procedure toegepast op onze data en toegepaste verschillende statistische methodes zoals hierboven beschreven in SPSS.*

	<p style="text-align: center;"><b>Data of red hand game without outliers</b></p> <p>The figure is a butterfly plot titled 'Data of red hand game without outliers'. It compares reaction times for three resolutions: 4K, HD, and VGA. The y-axis represents 'Reactiontime (s)' ranging from 0.1000 to 0.4000. The x-axis represents 'Frequency' ranging from 25.0 to 0.0. The 4K data (blue bars) and HD data (green bars) are mirrored around a central vertical line at 0.0, with the highest frequency occurring at approximately 0.2000s. The VGA data (yellow bars) is mirrored around a central vertical line at approximately 0.2500s, indicating a higher reaction time compared to 4K and HD. The VGA distribution is also narrower than the 4K and HD distributions.</p>
<p><b>7. Implementatie</b></p>	<p><b>Gebruik / inzet / doorontwikkeling van het eindresultaat</b></p> <p><i>Uit de resultaten bleek dat de toepassing van 4K technologie in videoconferencing sessies de reactietijd van de gebruikers kan verminderen wanneer sprake is van fijne motorische interactie. Maar een nadere gegevensanalyse is nodig om te bepalen hoe de beweging van de stimulus en de daadwerkelijke vermindering van de reactie tijd van elkaar afhankelijk zijn en in hoeverre deze afhankelijkheid betrekking heeft op de beeldresolutie. In de huidige opzet van ons experiment werd de zintuiglijke-motorische interactie eenvoudiger om scenario's met een-wegs communicatie tussen externe partners. Dit betekent dat de uitvoerder (de persoon die de stimulans voor het experiment), een beweging (maakte een actie) afgerond, en het onderwerp van het experiment gereageerd op deze beweging. De acteur in onze opstelling zag de onderwerpen niet en kon niet reageren op de beweging van de proefpersonen. Om deze reden zou het interessant zijn om meer complexe en interactieve scenario's van sensorische-motorische interactie te onderzoeken.</i></p>
<p><b>8. Tips voor de toekomst</b></p>	<p><b>Adviezen en aanbevelingen</b></p> <p><i>Vanuit het oogpunt van de stroom van interactie, zou het interessant zijn om te onderzoeken of de bevindingen van ons experiment zijn ook geldig in bi-directionele (tweeweg communicatie) zintuiglijke motorische interactie. Dit zou echter vereisen het opzetten van 4K videoconferencing sessies waarin het systeem latency zeer laag is. Een dergelijke setup zou de mogelijkheid bieden om de correlatie van de beeldresolutie systeem latency en beweging intensiteit in meer complexe wisselwerking scenario's, zoals dansen en boksen te evalueren.</i></p>

*Ook moet worden onderzocht welk type van de zintuiglijke motorische actie van groot belang zijn in verschillende domeinen (gezondheidszorg: remote fysiotherapie, industrieel design: co-design op afstand en concept evaluatie, onderwijs en opleiding:) en hoe ze kunnen worden uitgevoerd in videoconferencing sessies. Dit scenario zou ons toelaten om de meest optimale videoconferentie-systeem vereisten op te stellen voor deze specifieke toepassingen .*

*De huidige en toekomstige resultaten van ons onderzoek kan ook innovatie sturen in de ontwikkeling van nieuwe video compressie en streaming technologie. De volgende generatie video-compressie en streaming technologie zou niet alleen rekening houden met technische specificaties (werkelijke bandbreedte van netwerken, beeldresolutie en het systeem latency), maar zou ook de kenmerken en typen van zintuiglijk-motorische interactie, zoals de snelheid en bewegingsenvelop. Als voorbeeld: als de gebruiker is het uitvoeren van grote en grove bewegingen is het niet nodig om 4K resolutie te gebruiken om met succes te voltooien van een taak. Aan de andere kant kan fijne motorische interactie profiteren van het gebruik van 4K resolutie.*