

# Experimentele toepassingen van *Mixed Reality* in de forensische opsporing

Sinds januari 2019 wordt er binnen het lectoraat voor Digital Evidence en E-discovery van de Hogeschool Leiden onderzoek gedaan naar mogelijke toepassingen van *Mixed Reality* in het forensisch onderzoek op een plaats delict. Aanleiding voor dit onderzoek was het vermoeden dat met de *HoloLens* van Microsoft veel ideeën die zijn opgedaan in eerder uitgevoerde projecten van het NFI, de politie en de TU Delft (*CSI-The-Hague* en *On-the-Spot*) eenvoudig gerealiseerd konden worden. Binnen dit onderzoek worden regelmatig nieuwe toepassingen gebouwd aan de hand van de reacties op demonstraties, presentaties en kleine gebruikersstudies voor technische onderzoekspecialisten van de politie. Dit artikel beoogt inzicht te geven in de werking van *Mixed Reality* en de mogelijke toepassingen binnen het werkveld van onderzoek op een plaats delict en bij first response. De conclusie van het huidige onderzoek is dat *Mixed Reality* verschillende veelbelovende toepassingen heeft in het forensisch onderzoek maar dat deze technologie op dit moment door de beperkte beschikbaarheid nog onvoldoende is getest.

## 1. Inleiding

Sinds DNA belangrijk is geworden als bewijsmateriaal in de forensische opsporing en vervolging, is de praktijk van het technisch sporenonderzoek op de plaats van een misdrijf sterk veranderd. Om zo goed mogelijk vragen op activiteitsniveau over het DNA te kunnen beantwoorden, is het belangrijk om nauwkeurig te weten hoe en waar het DNA is bemonsterd en moeten er veel voorzorgsmaatregelen worden getroffen. Onderzoekers moeten in speciale kleding werken en steeds hun hulpmiddelen goed schoonmaken om te voorkomen dat zij sporenmateriaal verplaatsen van of naar de plaatsen van bemonstering. Bovendien moet een vindplaats en de bemonstering goed worden gedocumenteerd omdat de sporendrager, het spoor waar het materiaal zich in of op bevindt, vaak niet goed zichtbaar is. Dit heeft niet alleen geleid tot hernieuwde aandacht voor werkprocedures maar ook tot nieuwe aandacht voor fotografie en het ruimtelijk vastleggen van een plaats delict.<sup>1</sup>

Rond 2006 werden er panoramabeeldscanners en laser-scanners in gebruik genomen bij de forensische opsporing. Deze scanners worden vooral ingezet voor het verkrijgen van een zo volledig mogelijke registratie van de plaats delict om het onderzoek op een veel later moment, als dat nodig is gebleken, en de plaats delict alweer is vrijgegeven en veranderd, toch nog door te kunnen zetten.

Op basis van de laserscans en verbeterde fotografie worden regelmatig driedimensionale grafische computermodellen gemaakt ten behoeve van digitale reconstructies en presentaties van complexe onderzoeken. Omdat het maken van deze modellen veel tijd vraagt van specialisten gebeurt dit alleen in bijzondere zaken, zoals kapitale delicten en onderzoek aan ongelukken waarbij een vermoeden is van strafbare feiten. Sinds een paar jaar is het nu wel mogelijk om de laserscans rechtstreeks zichtbaar te maken in een *Virtual Reality*-bril als wolken van gekleurde puntjes. Deze wolken (*point cloud data*)

zijn nu zo dicht dat het verschil met grafische modellen bijna niet meer is te zien. Met een VR-bril krijgt de drager de beleving op de plaats delict te staan en daar rond te kunnen lopen en kijken. Het nadeel is dat de drager het contact met de echte wereld verliest omdat hij door de VR-bril niet tegelijk de actuele omgeving kan waarnemen. Om deze reden wordt VR vooral gebruikt voor leer- en trainingsdoeleinden.

Omdat scannen relatief veel tijd vraagt van de onderzoekers op een plaats delict en de scans zonder specialistische bewerking niet direct bruikbaar zijn, ontstond er ook belangstelling voor mogelijkheden met videobeelden van camera's op het lichaam of het hoofd van de onderzoekers (*bodycams* en *headcams*). Omdat ook video niet direct bruikbaar is zonder specialistische bewerkingen, hebben de Universiteit van Amsterdam en het Nederlands Forensisch Instituut in de periode 2006-2010 veel onderzoek gedaan naar mogelijke toepassingen van *headcams* en geautomatiseerde video-analyse. Deze inspanningen leidden tot een methode waarin een digitale video-opname van een *headcam* bijna geheel automatisch werd omgezet naar een samenvatting van de video-opname, een driedimensionaal computermodel, en een interactieve presentatie waarin de videofragmenten aan bijbehorende locaties in het model werden gekoppeld.<sup>2, 3</sup>

Tijdens gebruikersonderzoeken met onderzoekers van de forensische opsporing werd regelmatig de zorg uitgesproken dat een directe draadloze videoverbinding met een onderzoeker op de plaats delict tot grote verstoringen zou kunnen leiden in de organisatie van het onderzoek. Een onderzoeker wil niet gestoord of aangestuurd worden door iemand buiten de plaats delict. Toch werd er in 2010 wel een stap in deze richting gezet met de demonstratie van een prototype van een *Mixed Reality*-bril door de Technische Universiteit van Delft in het

\* Dr. J. Bijhold is onderzoeker-docent Forensische ICT aan de Hogeschool Leiden.

\*\* Dr. ir. J. Henseler is lector Digital Evidence & E-discovery aan de Hogeschool Leiden en is verbonden aan het Nederlands Forensisch Instituut.

1. J. Bijhold, 'Beeldinformatie in forensisch onderzoek. Nieuwe ontwikkelingen die aandacht vragen', *Justitiële verkenningen* 2011, afl. 7, p. 29-41.

2. Trung Kien Dang & Marcel Worring, 'The Duy Bui: A semi-interactive panorama based 3D reconstruction framework for indoor scenes', *Comput. Vis. Image Underst.* 115(11): 1516-1524 (2011).

3. Trung Kien Dang & Marcel Worring, 'The Duy Bui: Building 3D event logs for video investigation', *Multim. Tools Appl.* 74(13): 4617-4639 (2015).

project *CSI-The-Hague*.<sup>4</sup> Een belangrijk verschil tussen een *Mixed Reality*-bril en een VR-bril is dat de gebruiker juist niet het contact met de echte wereld verliest en die wel blijft zien terwijl de computer daarop digitale informatie projecteert.



Figuur 1. Twee exemplaren van de Hololens 1 en een onderzoeker plaats delict die een Hololens draagt.

Deze bril bestond uit een helm met twee camera's en brillenglazen waarop digitale beelden konden worden geprojecteerd. Met behulp van een snelle computer die met een dikke kabel op de bril was aangesloten werden opvallende punten in de beelden gedetecteerd en ge-

bruikt voor het projecteren van virtuele objecten op de brillenglazen om de drager de indruk te geven dat deze objecten zich in de werkelijkheid bevinden.<sup>5</sup> Een iets eenvoudiger en meer draagbare versie van deze techniek werd door TNO gedemonstreerd op een tablet die was uitgerust met een Kinect-sensor voor het scannen van de omgeving.<sup>6</sup>

Met de komst van betere brillen voor *Mixed Reality*, ontstond er vervolgens ook belangstelling voor uitgebreide gebruikersonderzoeken. In 2013 werd door de TU Delft, het NFI en de Nederlandse politie het project *On-the-Spot* uitgevoerd. Het doel van dit project was om een aantal praktische toepassingen te onderzoeken, waarin de brillen worden gebruikt voor het uitwisselen van informatie tussen de dragers en een centrale commandopost, of tussen dragers die na elkaar op verschillende tijdstippen arriveren. De informatie werd in de vorm van virtuele objecten zoals pijlen en teksten op locatie in de brillen zichtbaar gemaakt. Omdat de dragers van deze brillen een zware laptopcomputer in een rugzak mee moesten dragen bleven echte toepassingen nog buiten beeld.<sup>7</sup>

Dit artikel beoogt inzicht te geven in de huidige en toekomstige mogelijkheden en beperkingen van *Mixed Reality* voor forensisch onderzoek. In de volgende paragraaf wordt kort de opkomst geschetst van *Mixed Reality* en de totstandkoming van het project dat ten grondslag ligt aan het onderzoek dat hier wordt beschreven. Na een korte uitleg over de functies van de *Mixed Reality*-bril die is gebruikt in dit onderzoek (de Hololens) en het ontwikkelproces worden een aantal toepassingen (applicaties) beschreven. De techniek wordt zo ver in details uitgelegd als nodig is om de toepassingen te kunnen begrijpen. Het artikel eindigt met een bespreking van de behaalde resultaten en de betekenis daarvan voor de toekomst.

## 2. De opkomst van *Mixed Reality* en het *IoT Forensic Lab*

*Mixed Reality* heeft zich sinds 2013 snel verder ontwikkeld. Deskundigen<sup>8</sup> voorspellen het einde van beeldschermen en smartphones zoals we die kennen. Belangrijke redenen daarvoor is dat tot nu de computers hun gebruikers altijd dwingen om via een abstract model bepaalde functies te bedienen. Dit voert terug naar het zogenaamde WIMP-model.<sup>9</sup> De letters WIMP staan voor *Windows Icons Menus en Pointer*. Dit model voor *user*-interactie is al in 1973 in het befaamde Xerox PARC in Palo Alto ontwikkeld en staat nog steeds model voor onze huidige *Windows*- en *iOS*-gebaseerde *user*-interfaces.

Apple heeft met *iOS* en de *iPad* de bediening van de computer een stuk eenvoudiger gemaakt. Er waren wel eerdere pogingen, maar door de nog gebrekkige hardware faalde bijvoorbeeld de *Windows Tablet PC* die Microsoft in 2002 probeerde te lanceren. Met de huidige tablets

4. <https://www.thehaguesecuritydelta.com/projects/project/36-forensic-living-lab-csi-the-hague>.

5. R. Poelman e.a., 'As if being there: Mediated reality for crime scene investigation', in: *Proceedings of the ACM 2012 1130 Conference on Computer Supported Cooperative Work*, New York: Association for Computing Machinery 2012, p. 1267-1276.

6. J.W. Streefkerk e.a., 'The ART of CSI: An Augmented Reality Tool (ART) to Annotate Crime Scenes in Forensic Investigation', in: R. Shumaker (red.), *Virtual, Augmented and Mixed Reality. Systems and Applications*, Berlijn/Heidelberg: Springer 2013, vol. 8022, p. 330-339.

7. S. Lukosch e.a., 'Providing Information on the Spot: Using Augmented Reality for Situational Awareness in the Security Domain', *Comput Supported Coop Work* 24, 613-664 (2015).

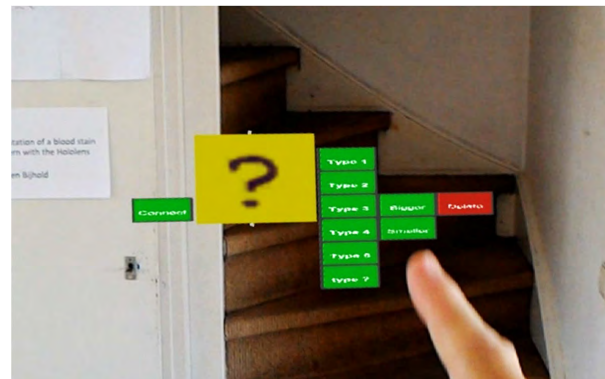
8. Zie bijvoorbeeld het interview met Alex Kipman van Microsoft in een interview met *Business Insider* in maart <http://www.businessinsider.com/microsoft-alex-kipman-hololens-2017-2> (geraadpleegd op 30 september 2020) of een verslag van de keynote van Mark Zuckerberg op de jaarlijkse Facebook F8 conferentie, <https://www.businessinsider.nl/facebook-f8-mark-zuckerberg-on-augmented-reality-2017-4> (geraadpleegd op 30 september 2020).

9. [https://en.wikipedia.org/wiki/WIMP\\_\(computing\)](https://en.wikipedia.org/wiki/WIMP_(computing)) (geraadpleegd op 30 september 2020).

kunnen ouderen zonder enige computerervaring eenvoudig door de foto's van hun kleinkinderen bladeren of met hun vingers een spelletje patience spelen. Maar op het moment dat ze het scherm wat lichter of donkerder moeten instellen, verdwalen ze in menu's en submenu's. Met *Mixed Reality*, touch interfaces en spraakgestuurde assistenten kunnen we voorgoed afscheid nemen van het toetsenbord en ingewikkelde menustructuren. De computer leert communiceren met ons via onze zintuigen. We hoeven niet meer een cursus te volgen, een handleiding te lezen of een *YouTube*-filmpje te bekijken om te leren hoe we de computer of een apparaat moeten gebruiken. Met kunstmatige intelligentie zal het apparaat zelf begrijpen wat we proberen te doen, of het ons vragen om ons vervolgens te helpen dat te bereiken. Microsoft kondigde in 2015 als eerste grote bedrijf een *Mixed Reality*-bril aan die kon functioneren zonder verbinding met een pc. In 2017 volgden Facebook AR, Apple ARKit en Google ARCore met software waarmee onze smartphones en tablets bruikbaar worden als *Mixed Reality devices*. In de tussentijd zijn er nog talloze andere *Mixed Reality*-initiatieven van de grond gekomen van startups die ook werken aan vergelijkbare hardware. Microsoft lanceerde uiteindelijk in 2018 de HoloLens 1 (figuur 1).

Deze bril heeft een eigen Windows-10 systeem aan boord. Verder beschikt deze bril over camera's, een afstandsensensor, microfoons, ruimtelijk geluid en software voor het herkennen van handgebaren en spraakcommando's.<sup>10</sup> Inmiddels zijn er in de afgelopen jaren vele industriële toepassingen met succes gerealiseerd. Zo wordt er in het medische domein gewerkt aan de HoloLens 2 als hulpmiddel bij minimaal invasieve operaties.<sup>11</sup> In de bouw en constructie wordt de HoloLens gebruikt bij het inmeten van trapliften<sup>12</sup> en in de lucht- en ruimtevaart ontwikkelen het NLR en KLM gezamenlijk toepassingen voor training van onderhoud, reparatie en revisie. Uit eerder onderzoek is namelijk gebleken dat in trainingen deelnemers door de HoloLens actiever betrokken zijn bij de instructiesessie, beter inzicht krijgen hoe het systeem werkt en beter in staat zijn om het geleerde in praktijk te brengen.<sup>13</sup>

Door de combinatie van *Mixed Reality* met het *Internet of Things (IoT)* en krachtige kunstmatige intelligentie (AI) zijn de grenzen tussen onze fysieke wereld en cyberspace geleidelijk aan het vervagen. Deze ontwikkeling heeft grote gevolgen voor forensisch onderzoek aan digitaal bewijs en heeft ertoe geleid dat Hogeschool Leiden in 2017 een IoT Forensic Lab heeft ingericht<sup>14</sup> dat verbonden is aan de specialisatie Forensische ICT van de hbo-opleiding Informatica.



Figuur 2. De HoloLens scant continu zijn omgeving in drie dimensies. Met een handbeweging kan een menu worden opgeroepen waarin met een vingerbeweging een knop kan worden ingedrukt.

In eerste instantie is het onderzoek in dit lab met name gericht op de nieuwe sporen die IoT apparaten kunnen opleveren zoals onlangs beschreven is in het aprilnummer van *Expertise en Recht*.<sup>15</sup> Omdat de HoloLens 1 zo veelbelovend leek, werd besloten twee exemplaren aan te schaffen om ervaring op te doen met de werking van *Mixed Reality* en onderzoek te doen naar het soort sporen dat bij het gebruik van de HoloLens wordt achtergelaten. Al snel bleek dat deze technologie ook bijzonder waardevol is voor studenten en docenten in de specialisatie Interactieve Technologie van de opleiding Informatica. In tweede instantie werd daarom een vervolgproject opgezet dat is geïnspireerd door de eerdergenoemde projecten *CSI-The-Hague* en *On-the-Spot* waarbij *Mixed Reality* wordt ingezet voor onderzoek op de plaats delict. Zodoende is in 2019 het project *Mixed Reality-en-Forensische-Visualisatie* gestart met een hbo-postdocsubsidie van SIA-Raak.<sup>16</sup> In dit project worden, in samenwerking met de Hogeschool Amsterdam en de Politieacademie, toepassingen van *Mixed Reality* gebouwd en gedemonstreerd. Gelijktijdig wordt daarbij onderwijs opgezet, nu in de vorm van een Minor, dat aansluit bij dit onderzoek. Overigens zijn er nog diverse andere initiatieven in Nederland die onderzoek doen naar *Mixed Reality* en

10. <https://docs.microsoft.com/en-us/hololens/hololens1-hardware> (geraadpleegd op 30 september 2020).

11. <https://www.maakindustrie.nl/nieuws/medisch-zorg/hololens-2-geeft-chirurgen-zicht-bij-minimaal-invasieve-operaties/> (geraadpleegd op 30 september 2020).

12. <https://www.thyssenkrupp-homesolutions.nl/nieuws/trapliften/thyssenkrupp-zet-microsoft-hololens-in-voor-inmeten-trapliften.html> (geraadpleegd op 30 september 2020).

13. <https://www.nlr.nl/nieuws/nlr-en-klm-integreren-augmented-reality-in-onderhoud/> (geraadpleegd op 30 september 2020).

14. J. Henseler, *De (Re)volutie van digitaal bewijs* (Lectorale Rede), Leiden: Hogeschool Leiden 2017. <https://www.hsleiden.nl/binaries/content/assets/hsl/lectoren/digital-forensics-en-e-discovery/publicaties/2017/lectorale-rede-hans-henseler-2017.pdf> (geraadpleegd op 30 september 2020).

15. H. Henseler & C. Poot, 'De betekenis van digitale sporen voor bewijs op activiteitsniveau', *E&R* 2020, afl. 2, p. 50-59, <https://www.uitgeverijparis.nl/reader/206755/1001477028> (geraadpleegd op 30 september 2020).

16. Voor een samenvatting van dit project zie de website van NWO <https://www.nwo.nl/onderzoek-en-resultaten/onderzoeksprojecten/i/80/33280.html> (geraadpleegd op 30 september 2020).

forensisch onderzoek. Een uitgebreid overzicht is te vinden in het rapport *Virtual Reality en Augmented Reality in justitiële context* dat door Universiteit Twente is geschreven in opdracht van Directoraat-Generaal Straffen en Beschermen (DGS&B), Ministerie van Justitie en Veiligheid.<sup>17</sup>

### 3. Functies van de Hololens en de ontwikkeling van applicaties

Het meest populaire platform voor het ontwikkelen van applicaties voor de Hololens is Unity.<sup>18</sup> Dit platform wordt niet alleen gebruikt voor het ontwikkelen van games, maar ook voor toepassingen van *Virtual Reality*. De software en de bestanden op de Hololens kunnen draadloos benaderd worden via een webinterface. Deze interface geeft ook toegang tot het camerabeeld en de geprojecteerde *Virtual Reality* zodat het mogelijk is om op afstand met de drager mee te kijken. Foto en video-opnames die gemaakt worden met de Hololens kunnen via deze interface worden gedownload. Alle beelden in dit artikel zijn foto's die gemaakt zijn met de Hololens, of screenshots van de webinterface. De meeste beelden zijn uitgesneden om ze kleiner te maken. De beeldkwaliteit is vergelijkbaar met die van een moderne HD (1080p) webcam.

Tijdens het gebruik van de Hololens, is deze voortdurend de omgeving aan het scannen om met de scangegevens een zogenaamde *mesh* te berekenen. Deze *mesh* is een denkbeeldig net dat driedimensionaal op de omgeving wordt geprojecteerd (zie figuur 2). De *mesh* verandert als er iets in de omgeving verandert, en wordt uitgebreid zodra de drager kijkt of beweegt naar een deel wat niet eerder is gescand. De Hololens gebruikt deze *mesh* voor het bepalen van een referentiekader bij het plaatsen van virtuele objecten, zoals bijvoorbeeld de menu's in figuur 2. Door deze techniek weet de Hololens waar de gebruiker zich bevindt, hoe de ruimte eruitziet en welke objecten erin staan. De *mesh* kan ook worden bewaard als bestand voor het maken van een driedimensionaal model van de ruimte.

In het scherm wordt een cursor zichtbaar gemaakt die dezelfde functie heeft als een cursor op een computerscherm. Handgebaren worden door de Hololens gedetecteerd en geïnterpreteerd als muiscommando's. Een knop in het menu wordt geactiveerd met een dubbele vingerbeweging, zoals een dubbelklik op de linkermuisknop. Virtuele objecten kunnen worden geselecteerd en versleept met een sleepbeweging, zoals een sleepactie op de computer waarbij de linkermuisknop wordt ingedrukt, en pas weer losgelaten als de cursor op de gewenste plaats staat.

In deze studie werd gezocht naar goede toepassingen en is geen uitgebreid onderzoek gedaan naar de meest gebruikersvriendelijke besturingsmogelijkheden. Uit de eerste gebruikersonderzoeken met de politie bleek dat een visuele en hoorbare terugkoppeling belangrijk is als bevestiging dat een vingerbeweging inderdaad begrepen wordt als een commando. Menu's moesten overzichtelijk en klein zijn. Bij het bouwen van toepassingen zijn deze principes steeds consequent toegepast.



Figuur 3. Foto's van een plaats delict en een kledingstuk met virtuele sporenbordjes.

### 4. Virtuele sporenbordjes en plaats delict fotografie

De eerste toepassingen die werden gebouwd zijn de virtuele marker en de virtuele foto en videocamera (zie figuur 3).

De markers kunnen naar behoefte groter of kleiner worden gemaakt. Virtuele draden kunnen worden getrokken naar de sporen of locaties die gemarkeerd moeten worden. Dit werk kan op afstanden tot meer dan 5 meter worden gedaan. Tijdens een van de gebruikersonderzoeken werd de suggestie gedaan om deze bordjes te gebruiken voor het aanduiden van hypothetische scenario's en de draden voor het aanwijzen van de sporen en objecten die daarbij passen.

Omdat een onderzoeker bij het bemonsteren en veiligstellen van sporen veel handelingen moet verrichten, is het handig om met spraakcommando's foto- of video-opnames te maken met behulp van de camera in de Hololens. Barcodes van het verpakkingsmateriaal kunnen automatisch gelezen worden voor administratieve toepassingen (zie figuur 4).

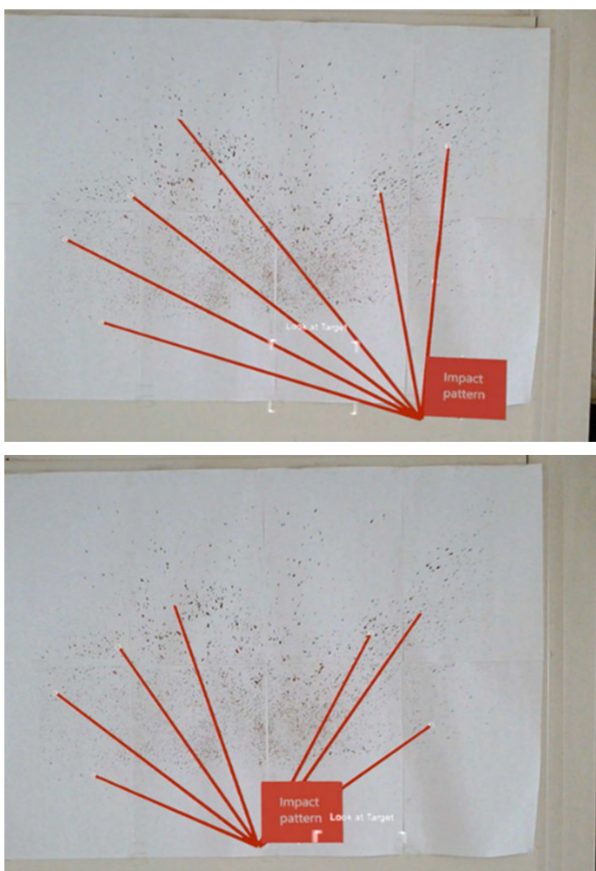
Met deze toepassing is het eenvoudig om verbanden tussen sporen te documenteren en de behandeling van deze sporen en de vindplaatsen van deze sporen op de plaats delict vast te leggen. Omdat de kwaliteit van de camera in de Hololens niet voldoet aan de normen die gesteld worden aan sporenfotografie kan deze daarvoor (nog) niet gebruikt worden.

17. [https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/107053177/Rapport\\_VRAR\\_in\\_justitie\\_context.pdf](https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/107053177/Rapport_VRAR_in_justitie_context.pdf) (geraadpleegd op 30 september 2020).

18. <https://www.unity.com> (geraadpleegd op 30 september).



Figuur 4. Handelingen met sporen kunnen worden gefilmd of gefotografeerd met de camera in de Hololens door spraakcommando's te geven en barcodes worden automatisch herkend.



Figuur 5. Het punt van impact op een bloedvolume wordt gezocht met behulp van virtuele draden.

## 5. Bloedspoorpatroonanalyse (BPA)

Vaak wordt de vraag gesteld of de Hololens gebruikt kan worden voor oefeningen en trainingen in sporenonderzoek. Daarom is er voor demonstratiedoeleinden een virtuele marker gemaakt waarmee bloedsporen kunnen worden aangewezen en geclassificeerd volgens het NIST OSAC classificatiesysteem.<sup>19</sup> Foto's van bloedsporen die zijn gemaakt tijdens BPA-experimenten kunnen op ware grootte worden uitgeprint en op een gesimuleerde plaats delict worden aangebracht voor onderwijsdoeleinden. Het klassieke voorbeeld van het 'stringen' van een impactpatroon om het punt van impact te bepalen kan met deze marker heel eenvoudig worden nagebootst met virtuele draden. Het punt van impact kan visueel worden geschat door de marker met een handgebaar te bewegen. De eindpunten van de draden lijken dan vast te zitten op de plaats van de bloedspatten waar ze, ook weer met handgebaren, zijn aangebracht (zie figuur 5). Bij gebruik van deze methode in een praktijksituatie zal altijd de hulp moeten worden gevraagd van een bloedspoordeskundige omdat er veel discussies kunnen ontstaan over de keuze van de bloedspatten en de aanname dat een bloeddruppel een rechte baan heeft afgeleid.<sup>20</sup> De foto in dit voorbeeld wordt op het web ter beschikking gesteld door de State University of Iowa.<sup>21</sup>

## 6. Scenario's testen in *Mixed Reality* met een virtuele dummy

In *Mixed Reality* is het mogelijk om virtuele daders en slachtoffers op de plaats delict te brengen ten behoeve van reconstructies en het vormen van hypothesen op activiteitsniveau. Voor dit doel is een dummy ontwikkeld die met handgebaren op de gewenste plaats en in de gewenste houding kan worden geplaatst. Deze dummy is echter niet eenvoudig te manipuleren en het gevaar bestaat dat de onderzoeker, na alle inspanningen, niet meer openstaat voor andere hypothesen met andere posities en houdingen. Voor de gedachtevorming kunnen foto's, of video-opnames met gesproken uitleg, van de situatie op virtuele schermen worden geplaatst (figuur 6).

## 7. Presenteren voor de rechtbank

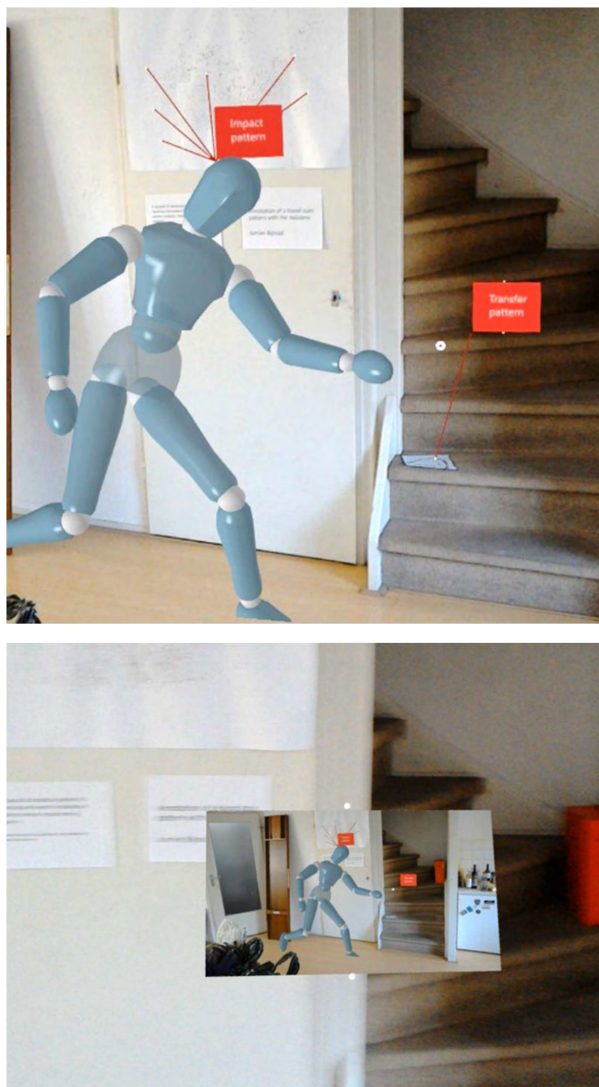
Met een *Mixed Reality*-bril zoals de Hololens is het eenvoudiger om uitleg te geven over ruimtelijke aspecten van een plaats delict en de plaats van sporen en ander materiaal voor een rechtbank. Alle aanwezigen kunnen op een groot scherm meekijken met de drager van de Hololens, waarbij de rechter volledig controle kan houden over de presentatie door de drager instructies te geven. Een plaats delict, zoals een woonhuis, kan als maquette worden getoond op een tafel (zie figuur 7) of op ware grootte op een podium (zie figuur 8). De binnenkant van het huis kan eenvoudig zichtbaar worden gemaakt door de drager van de Hololens de opdracht te geven zich dichterbij de maquette te begeven. Voor het tonen op ware grootte moet nog gezocht worden naar vormen waarin alleen delen van het huis op het podium worden getoond. Dit idee is nog niet toegepast tijdens een rechtszitting maar in 2018 werd er al wel

19. [https://www.nist.gov/system/files/documents/2020/05/19/BPA%20Process%20Map\\_Dec2019.pdf](https://www.nist.gov/system/files/documents/2020/05/19/BPA%20Process%20Map_Dec2019.pdf) (geraadpleegd op 30 september 2020).

20. N. Laan e.a., 'Bloodstain Pattern Analysis: implementation of a fluid dynamic model for position determination of victims', *Sci Rep* 5, 11461 (2015).

21. Daniel Attinger e.a., 'A data set of bloodstain patterns for teaching and research in bloodstain pattern analysis: impact beating spatters', *Data in Brief* (2018).

gewerkt met VR in de rechtbank.<sup>22</sup> Voor de verdere ontwikkeling van toepassingen voor rechtbanken wordt samengewerkt met het IVO-innovatielab van De Raad voor de rechtspraak.



Figuur 6. Een hypothetische gebeurtenis om een wond en een bloedspoorpatroon te verklaren wordt getest door het plaatsen van een virtuele dummy. Een virtuele foto van deze situatie kan worden achtergelaten voor de onderzoekers die deze Hololens op een later tijdstip in het onderzoek gaan gebruiken.

## 8. Discussie, toekomst en conclusies

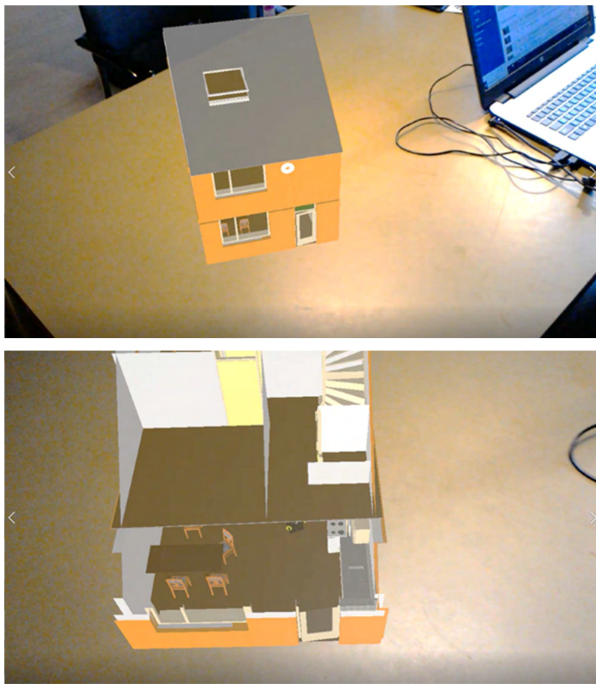
Alle ideeën voor toepassingen en vormen van bediening die in deze studie zijn gerealiseerd, zijn tot stand gekomen naar aanleiding van veel demonstraties, kleine gebruikersonderzoeken en interviews met technische opsporingsspecialisten. Omdat in de loop van deze studie nog geen gelegenheid is geweest om uitgebreide gebruikersonderzoeken op te zetten, moet dit artikel vooral worden gelezen als een kennismaking met het verschijnsel *Mixed Reality* en de mogelijkheden voor de forensische opsporing.

Tijdens de demonstraties en gebruikersonderzoeken zijn een aantal opmerkingen meerdere malen gemaakt en de moeite waard om hier te bespreken:

- Weinig of geen onderzoekers bleken enthousiast over de mogelijkheid om virtuele sporenbordjes en virtuele fotocamera's te gebruiken ten behoeve van een sporendocumentatie. Wel werd de mogelijkheid geopperd om de sporenbordjes te gebruiken voor het markeren van alle sporen en aanwijzingen op een plaats delict die bij een hypothese passen. Dit is mogelijk omdat er meerdere draden van een sporenbordje kunnen worden getrokken (zoals gedemonstreerd in de bloedspoormarker in figuur 5).
- Onderzoekers uit een regio waar relatief grote afstanden moeten worden afgelegd waren enthousiast over de mogelijkheid om op afstand mee te kijken. Gelijktijdig waren ze echter ook bezorgd over de veiligheid van de verbinding en het feit dat elektronische wifisignalen van de bril invloed kunnen hebben op de digitale sporen in de digitale sporendragers op de plaats delict.
- Regelmatig werd ook gevraagd naar de mogelijkheid om metingen te doen met de Hololens. Dat kan inderdaad vrij eenvoudig gerealiseerd worden, maar dan zullen er vroeg of laat discussies ontstaan over meetfouten en de nauwkeurigheid. Wanneer metingen worden gebruikt als onderdeel van de bewijsvoering zal er ook aandacht moeten worden aan procedures voor validatie zoals bijvoorbeeld zijn beschreven voor de uitvoering van daderlengtemetingen in videobeelden.<sup>23</sup> Omdat niet verwacht werd dat de Hololens voor afstand en lengtemetingen een meerwaarde biedt ten opzichte van een digitaal meetlint of een laserscanner is hier verder geen aandacht aan besteed.
- Omdat veel specialisten binnen de opsporing en vervolging al eerder kennis hadden gemaakt met de mogelijkheden van *Virtual Reality* voor trainingsdoeleinden werd regelmatig gevraagd naar de mogelijke meerwaarde van *Mixed Reality* voor trainingen. In dit project wordt verwacht dat *Mixed Reality*-trainingen mogelijk gaat maken op gesimuleerde plaatsen delict die bestaan uit combinaties van fysieke ruimte en virtuele aankleding of uitbreiding. Onderzoekshandelingen kunnen worden geoefend op sporen en aanwijzingen die zijn aangebracht op de fysieke delen van de pd, terwijl de virtuele uitbreiding context geeft voor cognitieve aspecten. De fysieke delen kunnen dan bijvoorbeeld bestaan uit een of twee kale wanden en een paar meubelen. In *Mixed Reality* kan ook gewerkt worden met virtuele sporen die bijvoorbeeld pas zichtbaar worden gemaakt bij voldoende nadering en gebruik van een virtuele forensische lichtbron.
- Vanwege de beperkte beschikbaarheid van *Mixed Reality*-brillen zoals de Hololens is het lastig om goede gebruikersonderzoeken op te zetten. De onderzoekers hopen dat in de nabije toekomst veel meer mogelijkheden voor onderzoek zullen ontstaan.

22. <https://nos.nl/artikel/2232174-primeur-virtual-reality-tijdens-rechtszaken.html> (geraadpleegd op 30 september 2020).

23. B. Hoogetboom, I.B. Alberink & M.I.M. Goos, 'Body height measurements in images', *Journal of Forensic Science* 54 (2009) 1365-1375.



Figuur 7. Een model van een huis wordt als maquette op een tafel geplaatst en gevisualiseerd. Door naar de maquette toe te bewegen worden delen van de binnenkant zichtbaar gemaakt.



Figuur 8. Hetzelfde huis kan ook op ware grootte getoond worden op een voldoende grote ruimte, zoals een plein. De *Mixed Reality*-bril werkt dan in feite als een *Virtual Reality*-bril.

Op dit moment wordt de Hololens 2 mondjesmaat op de markt gebracht. Deze Hololens presteert op nagenoeg alle fronten beter dan de eerste Hololens, met onder andere *eye-tracking*, een groter gezichtsveld (*Field of View* – FoV) en veel nauwkeurigere *hand-tracking*. *Eye-tracking* biedt nieuwe mogelijkheden voor de besturing van de bril en kan mogelijk ook nuttige informatie geven in de evaluatie van trainingen. De Hololens herkent naar welk object (virtueel of reëel) de gebruikers kijken en/of wijzen en kan bijvoorbeeld met geluid reageren als een gebruiker een hologram aanraakt (bijvoorbeeld op een virtuele knop drukt met een vinger). Ook de ergonomie van de Hololens 2 is aanmerkelijk verbeterd zodat gebruikers de bril gedurende langere tijd kunnen blijven dragen. In de toekomst kunnen dit soort brillen mogelijk ook worden ingezet voor forensische fotografie en het driedimensionaal vastleggen van een plaats delict. Een zogenaamde 'killer applicatie' voor *Mixed Reality* is nog niet gevonden. Maar er zijn wel degelijk mogelijke kandidaten. Zolang de *Mixed Reality*-brillen nog kostbaar zijn (circa 2500-3500 euro) richten bedrijven zoals Microsoft, Google en Magic Leap zich vooral op de zakelijke markt. Microsoft doet het goed met de Hololens 2, ook op forensisch gebied. Een mooi voorbeeld is het *Zurich Institute of Forensic Medicine*<sup>24</sup> dat zeer recent een toepassing heeft gevonden voor het presenteren van radiologische gegevens tijdens een sectie met behulp van de Hololens.

Volgens de geruchten zal Apple in 2022 en 2023 met verschillende brillen komen die de consumentenmarkt zullen gaan veroveren. Ondertussen is ook Facebook erg succesvol in de markt voor VR-brillen en heeft aangekondigd brillen en toepassingen te zullen gaan ontwikkelen voor *Mixed Reality*.<sup>25</sup> Daarmee komt misschien wel de uiteindelijk echte killerapplicatie in beeld op het terrein waarin Facebook excelleert, namelijk het terrein van sociale interactie. Het kunnen samenwerken op afstand, of zoals Microsoft het nu noemt *holoportation*, oftewel virtuele 3D teleportatie in real-time. Zo'n toepassing zal niet alleen een revolutie zijn voor onderzoek op de plaats delict, maar zal in zowel zakelijke als privésituaties toepasbaar en van grote waarde zijn.

De conclusie van het huidige onderzoek is dat *Mixed Reality* verschillende veelbelovende toepassingen heeft in het forensisch onderzoek maar dat de technologie op dit moment nog niet breed geaccepteerd is. In het kader van het *Mixed Reality*-en-Forensische-Visualisatie-project zal daarom vooral nog meer gewerkt worden aan toepassingen van *Mixed Reality* in trainingen en oefeningen. Ook zal regelmatig worden onderzocht welke toepassingen gerealiseerd kunnen worden met behulp van smartphones en tablets die beschikken over *Mixed Reality*-mogelijkheden van iOS of Android.

24. R. Affolter e.a., 'Applying augmented reality during a forensic autopsy – Microsoft HoloLens as a DICOM viewer', *J. Forensic Radiol. Imaging* 2019, 16, 5-8.  
 25. Op de jaarlijkse Facebook Connect conferentie in september 2020 werd Project Aria bekendgemaakt dat wordt uitgevoerd door Facebook Reality Labs <https://about.fb.com/realitylabs/projectaria/> (geraadpleegd op 30 september 2020).