

SmartScan maakt gevoel van de meester zichtbaar

Elk jaar worden er in Nederland gemiddeld 240.000 protheses en ortheses aangemeten - steunschoenen, kunstbenen en ga zo maar door. Dat aanmeten is nog ouderwets handwerk, met veel aanpassingen waarbij het gevoel van de expert belangrijk is. Fred Holtkamp van Fontys Hogeschool wil de fysieke intuïtie van behandelaars meetbaar maken met een smartglove. SWI hielp grip te krijgen op de datastroom uit dat apparaat.

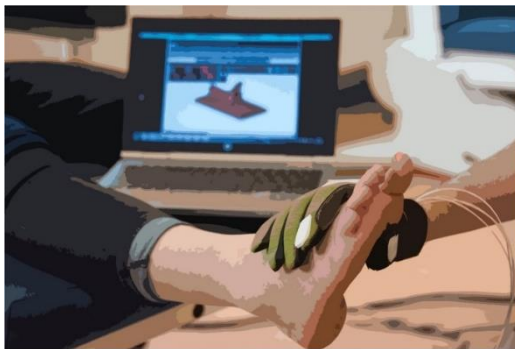
Paramedisch onderzoeker Fred Holtkamp van Fontys Hogeschool wil het ambacht van het aanmeten van voetondersteuning op een stevige wetenschappelijke leest schoeien. Dat aanmeten gebeurt nu nog veel op het gevoel en op ervaring, maar harde getallen over het proces ontbreken. Dat maakt leren, formaliseren en verantwoorden van het vak lastig. Een slimme handschoen die meevoelt met de orthopeed moet daar verandering in brengen. "SWI heeft ons ontzettend geholpen om met visualisatie inzicht te krijgen in de data."

Ambachtelijk

"Een orthese aanmeten", vertelt Holtkamp - een orthese ondersteunt een lichaamsdeel, een prothese vervangt het - "is nog steeds grotendeels handwerk: een echt ambacht. En levensveranderend!" Verlies van mobiliteit in je lijf is catastrofaal, weet de onderzoeker. Met een op maat gemaakt persoonlijk hulpmiddel blijf je mobiel, kun je in je eigen levensonderhoud voorzien en deelnemen aan de maatschappij.

"Van hobbies beoefenen tot simpelweg boodschappen doen, denk je eens in wat een impact het heeft als dat allemaal wegvalt - op een cliënt zelf en op de mensen die die persoon on-

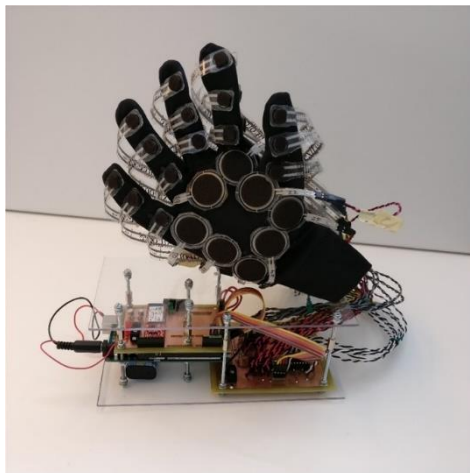
dersteunen. Ons doel is om mensen zo lang mogelijk zo mobiel mogelijk te houden, met zo min mogelijk klachten."



*Voetonderzoek met SmartScan-handschoen.
Bron: Fontys*

Het project SmartScan richt zich nu nog op mensen met klachten in de enkel en voet. Een belangrijke doelgroep die niet kleiner wordt, denkt Holtkamp. Zo zijn er bijvoorbeeld steeds meer mensen die door diabetes een grote kans hebben op zenuwaandoeningen. "Daardoor krijgen ze minder gevoel in de onderste ledematen." Dat betekent: niet voelen als je verkeerd stapt, een grotere kans op wondjes en lastig genezende zweeren. "Als je er niet op tijd bij bent, kan dat zelfs leiden tot amputaties."

Met zo'n enorme invloed op de kwaliteit van leven is het verrassend dat orthopedie nog voor een groot deel draait op gevoel en persoonlijke ervaring. Na een eerste intake en onderzoek meet een orthopedisch technicus met de hand een orthese zoals een steunschoen aan. Dat moet perfect op maat: "een slecht zittende orthese verergert de klachten juist of wordt niet gebruikt."



*Smartglove uit het SmartScan-project.
Bron: Fontys*

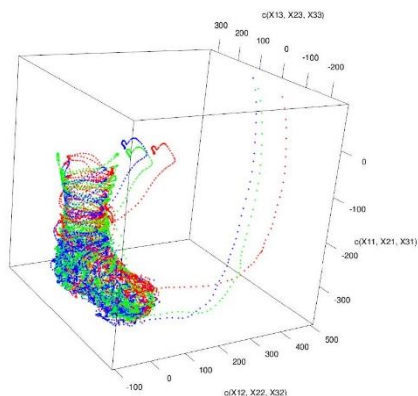
Een orthese maken begint met een mal van gips of ander materiaal. Een naar, nat en koud klusje aan een ledemaat dat toch al niet lekker voelt. Een orthopeed stelt bij het aanmeten van de gipsmal voortdurend de vorm bij met zijn handen. Om de stand van de voet aan te passen, om de orthese steviger te maken of om juist meer ruimte te geven. Holtkamp: "Als je het me eerlijk vraagt: we wéten niet waarom orthopeden tijdens het aanmeten van een steunschoen met hun handen doen wat ze doen. Vraag het drie experts, en alle drie hebben ze een antwoord dat deels overeenstemt."

Volgens Holtkamp zit een groot deel van zijn vakgebied nog in de vingers, niet in de hoofden. "De ingrepen met de handen zijn lastig onder woorden te brengen, laat staan dat we ze met metingen kunnen staven. Ook als we nieuwe mensen opleiden, vragen we ze om te kijken en na te doen."

SmartScan

Holtkamp en collega's willen met een tast- en positiegevoelige handschoen kwantificeren wat een orthopedisch technoloog nou precies met zijn handen doet tijdens een onderzoek of bij het aanmeten van een steunschoen. Zijn onderzoeksproject SmartScan is een samenwerking van Fontys en de TU Eindhoven, met financiële steun van regieorgaan voor praktijkgericht onderzoek SIA.

Holtkamp: "De smartglove die we ontwikkelen, helpt niet alleen om beter te begrijpen welke ingrepen nodig zijn. Als je zichtbaar kunt maken hoe hard of zacht je ergens moet duwen, wordt ook het opleiden van nieuwe collega's een stuk makkelijker." Die hoeven dan bijvoorbeeld niet meer op het oog hun docent na te doen, waarbij ze experimenteren tot een cliënt 'auw' zegt: op een scherm kunnen ze al zien of ze in de goede richting gaan.



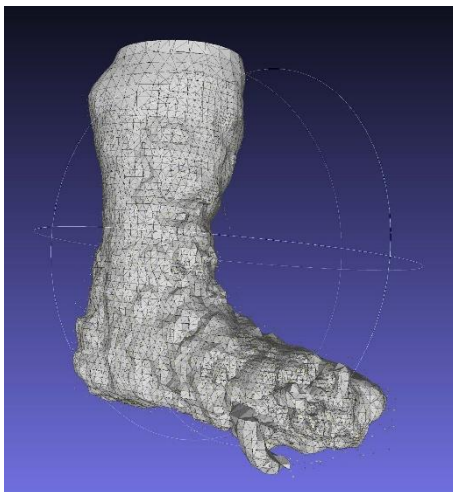
Puntenwolk uit de smartglove.

Bron: SWI

Uiteindelijk moet het SmartScan-systeem veel verder gaan dan de orthopedie. Holtkamp: "Van fysiotherapie tot het maken van levensechte virtual reality-systemen, elk ambacht waar je

op gevoel werkt met je handen heeft er wat aan om zichtbaar te maken wat er nou precies gebeurt."

Een eerste prototype van de smartglove is er al: een handschoen van de bouwmarkt, met commerciële positiedetectoren boven op de vingers - tastsensoren volgen later. De echte uitdaging blijkt om chocola te maken van de 50 positiemetingen per vinger per seconde die de handschoen uitspuugt. Daar zit bijvoorbeeld ruis in en meeton nauwkeurigheid, maar ook onwillekeurige handbewegingen of een beweging door de cliënt. Aan de SWI de uitdaging om bruikbaar beeld te destilleren uit de zee aan data.

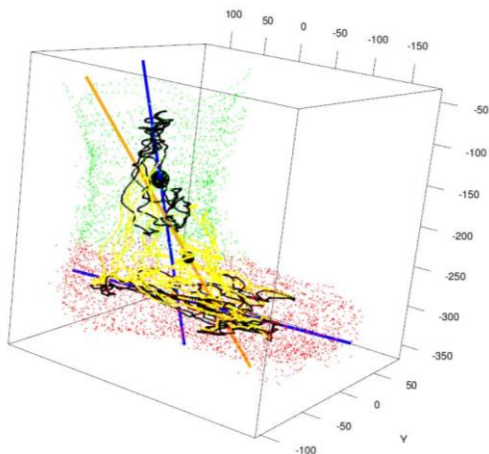


Eerste reconstructie van voet en onderbeen uit de smartglove-data. Bron: SWI

Raster

Aan het eind van de studieweek zijn de verwachtingen gespannen. Hebben de wiskundigen in een paar dagen vooruitgang geboekt in problemen waar opdrachtgevers soms al jaren mee lopen? Moderator van de groep wiskundigen Matthias Schlott-

bom kan Holtkamp al snel goed nieuws geven, want in drie teams hebben 'zijn' onderzoekers flinke slagen gemaakt.



Bepaling van de assen die het been en de voet van een cliënt lokaliseren. Bron: SWI.

"Bepalen waar de voet zit, was toch wel de grote uitdaging in deze opdracht", denkt Schlottbom. Als openingsact hebben de wiskundigen daarom een neuraal netwerk getraind om snel de vorm van de enkel en voet te bepalen uit de massa meetgegevens. Geen sinecure, want die data bevatten ook allerlei onge-relateerde meetpunten, bijvoorbeeld als de orthopeed zijn hand even van de voet afhaalt.

Die loze metingen blijken makkelijk weg te filteren als er eenmaal een ruw idee is van waar de voet zit: meetposities die daar ver vanaf liggen, hoef je niet mee te nemen. "We hebben dat aangepakt door een ruwe vorm van de voet in het model te stoppen en die steeds verder te verfijnen met de metingen." Zo konden de wiskundigen snel twee assen bepalen die de stand van het been en de voet aangeven. "Het is echt gaaf dat dat zo goed lukt, en met een wiskundige techniek die je ook uit kunt leggen aan studenten."



*Verfijning van de voet-reconstructie door een neurale netwerk.
Bron: SWI*

De digitale zoektocht naar de voet begint met een vrij vormeloos raster dat uiteindelijk de vorm van de voet moet krijgen. Dat lukt door de aanname dat alle gemeten vingerposities buiten het oppervlak van die voet moeten liggen, of er tegenaan: door telkens een meetpunt toe te voegen en het raster in te deuken zodat het oppervlak alleen raakt aan de binnenste punten, blijft uiteindelijk een holte over in de vorm van de voet.

Net zoals de teams uit de vier andere bedrijfsopdrachten splitst ook de SmartScan-groep zich op in kleine teams van specialisten om deelproblemen aan te pakken. Naast het bepalen van de vorm van de voet werd zo het softwarepakket MeshLab ingezet om 3D-beeld op te bouwen uit een wolk meetpunten. Dat bleek nog wat voeten in de aarde te hebben.

"We moesten bijvoorbeeld corrigeren voor een systematische meetfout in de data", vertelt promovendus Michelle Sweering (CWI) tijdens de presentatie van resultaten aan het eind van de SWI-week. "De positiesensoren zitten namelijk niet in de vinger toppen, maar bovenop de vingers – de correctie scheelt al gauw een centimeter." Resultaat: een gedetailleerde kaart van de voet, zo snel berekend dat een beetje computer dat beeld live voor kan schotelen aan de behandelaar.

Drukgevoelig

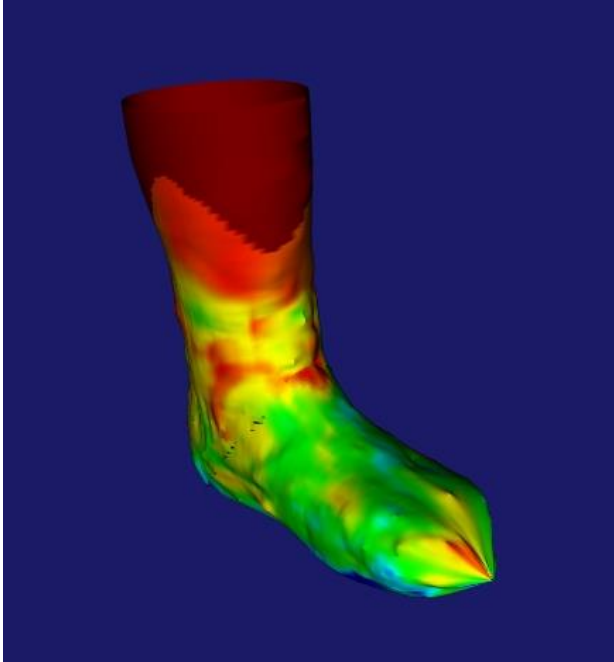
De huidige versie van de SmartScan-handschoen meet alleen de positie van vingers, maar volgens Holtkamp is dat nog maar het begin: uiteindelijk wil hij ook druksensoren zodat de smart glove ook registreert hoe hard een behandelaar duwt. Een set gesimuleerde meetgegevens blijkt al prima te passen op de 3D-modellen die de wiskundigen weten op te leveren.

Holtkamp is zwaar onder de indruk van het resultaat. "Het is zó knap dat ze in een paar dagen tijd al zulke gedetailleerde beelden konden maken van onze ruwe meetdata. En dat zonder een greintje vakkennis als orthopedisch technoloog."

De rekenmodellen van de SWI-deelnemers moeten nog verder worden uitgewerkt, maar zijn nu al waardevol. "We zien bijvoorbeeld hoeveel data je moet verwerken om beeld te maken van de handsensoren. Dat blijkt goed te doen."

Voor opdrachtgever Holtkamp was deelname aan SWI waardevol - en nodig. "Bij Fontys en bij onze partner TU/e hebben we een hoop slimme mensen, maar de analyses van deze specialisten zijn van een apart niveau." Zulke samenwerking is essentieel, denkt de paramedicus: "met alleen orthopedisch technologen, of alleen materiaalkundigen of wiskundigen kom je er niet, je móet multidisciplinair samenwerken. Experts van buiten doorbreken je eigen kokervisie en geven nieuwe vragen."

SWI heeft enorm geholpen om SmartScan dichterbij te brengen, denkt Holtkamp. "In een paar dagen hebben ze laten zien dat het idee waar we al jaren mee rondlopen, ook echt werkt. Nu kan ik naar collega's gaan en laten zien dat dit mooie idee ook praktisch haalbaar is." Bang dat hij orthopedisch experts met zijn vondst overbodig maakt, is de onderzoeker niet: "Die *smart glove* geeft extra informatie, maar hij zit om de hand van een expert - die blijft cruciaal."



*Reconstructie van de enkel en voet op basis van positiegegevens van de smartglove. Op dit model zijn gesimuleerde data geplakt over de druk die de behandelaar uitoefent. In een vervolgfase van het onderzoek moet die data direct uit de smartglove komen.
Bron: SWI*

