

SUIT – Experimenteren met een trilvest in de ruimte

*Drs. J. van Erp en Dr. H-J van Veen
TNO Human Factors*

Het SUIT experiment van TNO Human Factors en Dutch Space wordt tijdens de DELTA missie uitgevoerd. Hierbij wordt onderzocht of een speciaal vest, voorzien van kleine trillertjes, kan bijdragen aan een verbeterd gevoel van ruimtelijke oriëntatie bij astronauten. De kansen voor spin-off naar andere sectoren zijn optimaal.

Inleiding

SUIT is een experiment met de astronaut zélf. André Kuipers draagt straks in het ISS een vest voorzien van tactiele actuatoren, die gebruikt kunnen worden om lokaal op de huid trillingen aan te bieden. Het vest is eigenlijk een soort matrixdisplay, net als een beeldscherm maar dan bestaande uit tril-actuatoren in plaats van visuele pixels. Het vest wordt gebruikt om André Kuipers tijdens de DELTA missie een kunstmatig referentiestelsel aan te bieden, ter compensatie van het ontbreken van een zwaartekrachtvector. Dit is nog nooit eerder gedaan in de ruimte, ondanks dat problemen met de eigen oriëntatie een belangrijke rol spelen in de bemande ruimtevaart. De keuze voor deze insteek is ingegeven door onze ervaring met het gebruik van een dergelijk vest in de militaire luchtvaart.

TNO Human Factors beoogt met SUIT een aantal doelen te bereiken met betrekking tot wetenschappelijke kennis, spin-off en technologische innovatie. Door de micro-zwaartekracht omgeving biedt een experiment in de ruimte zeldzame mogelijkheden om gegevens te verzamelen en wetenschappelijke modellen te toetsen. De kans om dat als Nederlandse organisatie te doen in een Nederlandse missie met een Nederlandse arts-astronaut is uniek. Het toepassen van vibrotactiele technologie is een groeiemarkt en als zodanig is er een grote spin-off voor dit onderzoek. In de wereld zijn er slechts enkele laboratoria actief en TNO Human Factors doet voorop mee. Door het doen van dit soort experimenten komt er meer aandacht voor de potentie van vibrotactiele displays in allerlei

toepassingsgebieden en leggen we contacten met partijen in verschillende branches. Dit is een rol die TNO op het lijf is geschreven. TNO Human Factors heeft in 2001 zelf een eerste innovatief tactiel vest gebouwd. Samen met Defensie wordt de militaire toepassing ervan sindsdien verder ontwikkeld. Doordat ook een ruimtevaarttoepassing hoge technische eisen stelt, kunnen we de technologische ontwikkelingen nog weer een stapje verder brengen. Al met al biedt SUIT ons de kans een ontluikende technologie via een spannend experiment aan het grote publiek te tonen en zo de rol van TNO als innovator te benadrukken. SUIT wordt gefinancierd door NIVR/EZ, de Koninklijke Luchtmacht en TNO. Dutch Space bouwde het complete vest naar specificaties van TNO Human Factors, dat verder verantwoordelijk is voor het wetenschappelijke gedeelte van SUIT.

Displays voor de huid?

Het hart van het SUIT experiment is het in een speciaal vest verwerkte tactiele display. Tactiele displays zijn displays voor de huid zoals beeldschermen visuele displays zijn voor de ogen. Een bekend voorbeeld van een zeer eenvoudig tactiel display is de trillende mobiele telefoon. Bij een inkomend gesprek of SMSje trilt de gehele telefoon om de aandacht te trekken, zonder daarbij anderen te storen. Soms is aan het soort trilsignaal te voelen of er sprake is van een gesprek of van een berichtje. Vaak is ook te voelen in welke broekzak het mobieltje zich bevindt. Complexere tactiele displays bestaan uit meerdere tactiele actuatoren (tactors) die onafhankelijk van elkaar te

besturen zijn en verspreid kunnen zijn over het hele lichaam. TNO Human Factors doet sinds 1998 onderzoek naar tactiele waarneming en tactiele displays. De aandacht is daarbij gericht op de huid als informatiekanaal: hoe kunnen we mensen informatie aanbieden via hun huidzintuig.

SUIT in space

Een uitgangspunt voor het SUIT project is geweest dat het tactiele vest een *multi-purpose* vest is, dus geschikt voor ten minste twee toepassingen. Uit het scala aan mogelijke toepassingen zijn er in eerste instantie twee zeer verschillende geselecteerd. De eerste is *orientation awareness*, en is gericht op het verhogen van de prestatie en de veiligheid van de astronaut. De tweede is *body awareness*, en is gericht op het verhogen van het comfort van de astronaut.

Orientation awareness refereert aan effecten die het gevolg zijn van het ontbreken van een aard vaste referentie. Het tactiele vest kan de astronaut ondersteunen bij

- het waarnemen van de eigen momentane oriëntatie in het ISS ten opzichte van een bepaalde vaste standaard
- het ondersteunen van de astronaut bij het waarnemen van langzame veranderingen in zijn oriëntatie
- het ondersteunen van de astronaut om zo snel mogelijk een bepaalde oriëntatie te bereiken.

Het uiteindelijke doel van deze toepassing is om de prestatie en de veiligheid van de astronaut te verhogen. Dit kan onder andere door het stimuleren van het handhaven van een optimale oriëntatie (bijvoorbeeld bij het bedienen of aflezen van apparatuur), en door het reduceren van mogelijke effecten van ruimteziekte. Daarnaast is het van belang om experimentele data met betrekking tot oriëntatie tijdens gewichtloosheid te verzamelen. Gegevens verzameld tijdens gewichtloosheid vormen een uniek meetpunt omdat de sensorische informatie van de otholieten en het proprioceptieve systeem in spieren en huid afwezig is. Deze kennis kan ingezet worden bij het verbeteren van modellen voor pad integratie, ruimtelijke oriëntatie en multi-sensorische integratie.

Body awareness refereert aan de effecten van het gebrek aan stimulatie van het proprioceptieve systeem van de astronaut. Het proprioceptieve systeem (zoals de ervaring van krachten in spieren en gewrichten, het gevoel van druk op de huid, etc.) zorgt er onder aardse omstandigheden voor dat je als mens hoogwaardige informatie hebt over de positie en stand van bijvoorbeeld je ledematen en waar je in aanraking bent met de omgeving (bijvoorbeeld de voeten). Het tactiele vest kan helpen bij het compenseren van de sensorische deprivatie van het proprioceptieve systeem bij afwezigheid van zwaartekracht. Door trilpatronen over het lichaam af te spelen wordt de astronaut ondersteund bij het waarnemen van (de positie van) zijn of haar eigen lichaam in de ruimte. Een mogelijk bijeffect van tactiele stimulatie is het vergroten van de doorbloeding van de huid, wat positieve effecten kan hebben op bijvoorbeeld het slaap-waak ritme van

André Kuipers test het tactiele vest. [THF]



een astronaut. In de DELTA missie zal alleen de *orientation awareness* toepassing worden getest. In het ontwerp van het vest is wel al rekening gehouden met de *body awareness* toepassing. Mogelijk dat in een latere missie dit onderwerp nog aan bod kan komen.

Het Vest

Het doel van SUIT is om de astronaut te vertellen waar beneden is. De analogie die we hiervoor gebruiken is die van een kunstmatige gravitatievector. We doen dit door de richting van beneden aan te geven door een trilling op een bepaalde locatie op het lichaam. Het referentiestelsel kan overigens door de astronaut zelf gekozen worden, bijvoorbeeld gelijk aan de standaard oriëntatie van de module waarin op dat moment gewerkt wordt. De locatie is waar de kunstmatige gravitatievector de torso snijdt. Dus als de astronaut op zijn kop hangt, voelt hij een trilling op zijn schouders en als hij voorover hangt op zijn buik. Dit principe is op aarde getest door André Kuipers in de draaistoel van TNO Human Factors door een aantal rondjes over de kop te laten draaien met het tactiele vest aan.

Het Experiment

Tijdens de DELTA missie zal André Kuipers twee experimenten met het tactiele vest uitvoeren. Beide experimenten worden op een aantal dagen herhaald om effecten van adaptatie te kunnen meten. Het evalueren van het tactiele vest als *orientation support tool* doen we tijdens zijn normale dagelijkse bezigheden. Dit betekent dat hij het vest draagt tijdens het uitvoeren van andere taken en hierbij support van het vest krijgt (of niet, zoals in de controle conditie). Direct na het experiment analyseren we de verschillen via een vragenlijst. Later kan zijn gedrag en bewegingspatroon nog geanalyseerd worden (via drie gyroscopen registreren we al zijn bewegingen). Op deze wijze hopen we vast te stellen of tactiele vesten in de toekomst kunnen bijdragen aan het verbeteren van het oriëntatie bewustzijn van astronauten tijdens hun werk in de ruimte. Wetenschappelijke gegevens verzamelen we door het afnemen van een takenbatterij

waarin hij een aantal taken doet in verschillende condities. Deze taken zijn gericht op het effect van het tactiele vest op het aanpassen aan microzwaartekracht (door te meten over meerdere dagen tijdens zijn missie), *padintegratie* (in een taak waarin hij als de wijzers van een klok geïntegreerd wordt en zijn oriëntatie moet aangeven), *orientation awareness* (waarin hij vanuit de referentiepositie in een willekeurige oriëntatie gebracht wordt en aan moet geven waar beneden is), en adaptatie aan constante rotatie (door hem tijdens een constante rotatie aan te laten geven wanneer hij vindt dat de rotatiesnelheid gehalveerd of nul is). De condities zijn met ogen open en dicht en met het vest aan en uit zodat we ook inzicht krijgen in multisensorische integratie.

Spin-off en Spin-in

Het tactiele vest dat zich sinds eind januari in het ISS bevindt, is een doorontwikkeling van de vesten die TNO Human Factors eerder ontwikkelde voor onderzoek ten behoeve van de Koninklijke Luchtmacht (eerste testvlucht was in 2003). De resultaten van SUIT zullen op hun beurt weer gebruikt worden voor het maken van betere vesten voor vliegers, onder andere om hun oriëntatievermogen in het driedimensionale luchtruim te ondersteunen. Deze spin-off en spin-in vinden ook plaats op vele andere terreinen. Zo werkt TNO Human Factors op dit moment naast andere militaire toepassingen ook aan tactiele displays voor in de autostoel (denk aan navigatie informatie en waarschuwingen voor gevaarlijke situaties) en voor in kleine handbediende apparaatjes. Ook toepassingen voor blinden worden onderzocht: zowel voor globale navigatie (hoe ga ik van A naar B) als voor lokaal manoeuvreren (hoe vermijd ik obstakels). In aanvulling op de blindenstok en blindengeleidehond bieden tactiele displays mogelijkheden. Een eerste demonstratiemodel is reeds in de testfase. Zelfs in de sportwereld zijn er legio mogelijkheden. Samen met TNO Industrie werken we aan een systeem om teamsporters (voetbal) in het veld tijdens de training gerichte aanwijzingen te geven. Er wordt optimaal gebruik gemaakt van spin-off en spin-in tussen al deze domeinen en projecten.