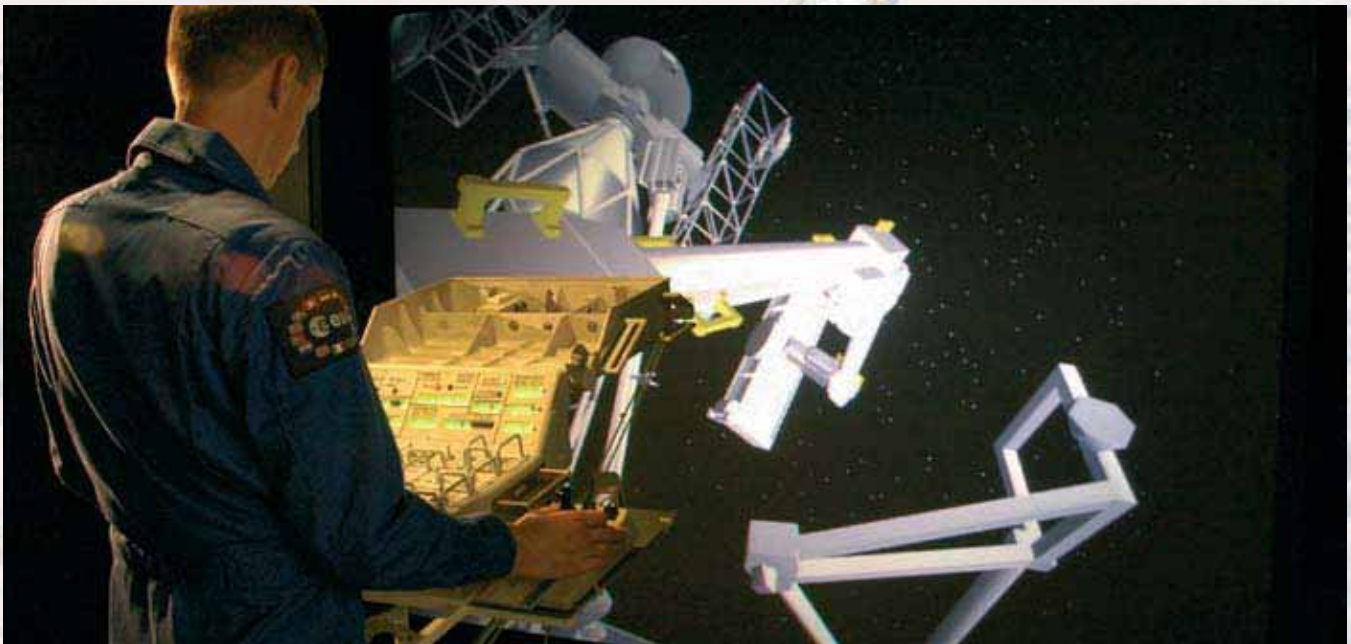




GET OPTIMIZED

DUTCH SPACE ONTWIKKELT ROBOTARM VOOR ISS MET EM-WORKPLACE

Kinematische simulatie speelt cruciale rol in voorbereiding ruimtemissies



ESA astronaut Frank de Winne traint voor een ruimtewandeling waarin hij ERA gebruikt om een nieuw zonnepaneel op ISS te plaatsen. Hij staat hierbij aan de basis van de robotarm en bestuurt de robotarm met een bedieningspaneel dat speciaal is aangepast voor de extreme omgeving.

De ruimtevaart is een wereld van spectaculaire gebeurtenissen. Kosmonauten die in de ruimte gaan wandelen en daar reparaties verrichten, het is en blijft bijna onvoorstelbaar. Sinds de 'live' beelden van de maanlanding in 1969 zijn we gewend alle belangrijke gebeurtenissen direct op de televisie mee te maken. Daarbij blijft onderbelicht dat de missies worden voorafgegaan door jarenlange planning en minutieuze voorbereidingen om zeker te zijn van succes. eM-Workplace (voorheen bekend als RobCad) uit UGS' Tecnomatix portfolio speelt hierin een cruciale rol. Zowel bij de ontwikkeling van de robotarm als bij de voorbereidingen van missies. Nederland is hierin een belangrijke partij. Niet alleen is het technologiecentrum van de Europese ruimtevaartorganisatie ESA in Noordwijk gevestigd, maar ook commerciële bedrijven zoals Nederlands grootste ruimtevaart concern Dutch Space spelen hun partij internationaal mee.

Een nieuw onderdeel dat gaat bijdragen aan de uitbouw van het International Space Station ISS, is de robotarm ERA (European Robotic Arm). De arm is ongeveer 11 meter lang en gaat worden

ingezet om grote payloads, die door vrachtraketten of de Space Shuttle bij het ISS worden afgeleverd, naar de juiste positie te manoeuvreren. Deze robotarm is ontwikkeld door het Leidse Dutch Space dat is voortgekomen uit Fokker Ruimtevaart en tegenwoordig deel uitmaakt van het Europese ruimtevaartbedrijf Astrium.

De kernactiviteiten van Dutch Space zijn engineering en contracting voor de ruimtevaart. Daarbij wordt in opdracht gewerkt en er worden eigen ontwikkelingen en innovaties uitgevoerd. Naast de engineering neemt Dutch Space ook de assemblage voor zijn rekening en test de producten op systeemniveau. Dutch Space kent drie hoofdgroepen: zonnepanelen, structuurdelen en advanced systems.

Op het gebied van de zonnepanelen is Dutch Space marktleider in Europa voor specialistische satellieten. Zo beschikt ruim 80% van ESA's wetenschappelijke satellieten over de Nederlandse zonnepanelen. Ook worden de zonnepanelen van Dutch Space toegepast

op commerciële telecommunicatie satellieten. Structuurdelen levert Dutch Space ondermeer voor de Europese Ariane raket. Bij de Ariane series 1 tot en met 4 heeft Dutch Space interstages ontwikkeld en geproduceerd. Voor de Ariane-5 is de grootste bijdrage het motorframe voor de hoofdmotor. Daarnaast heeft Dutch Space voor de externe boosterraketten een recoverystelsel ontwikkeld. In de groep Advanced Systems opereert Dutch Space als high-tech ingenieursbureau waar ontwikkelingsprojecten in opdracht worden aangenomen. De ontwikkeling van de ERA hoort hiertoe, net zoals bijvoorbeeld de ontwikkelingen van aardobservatie-instrumenten, bijvoorbeeld voor het vaststellen van het ozongehalte in de atmosfeer en fijnstofconcentraties.

Lange adem

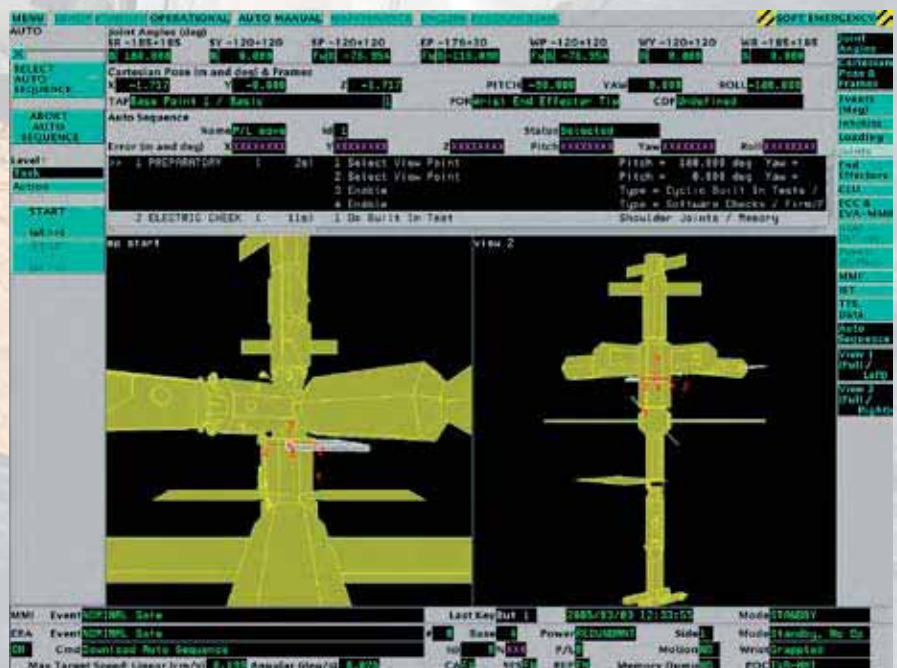
Projecten in de ruimtevaart vergen een zorgvuldige voorbereiding (er is vaak maar één kans om het goed te doen) en worden daarmee een zaak van lange adem. Het ERA-project is zo'n voorbeeld van een project met een lange aanloop en voorbereidingstijd, die overigens niet altijd samenhangt met de ontwikkeling zelf. Het project is gekristalliseerd uit kleinere studies en projecten die intern en in opdracht bij Dutch Space zijn uitgevoerd. "De geschiedenis van de ERA begint in de vroege jaren negentig," vertelt Cock Heemskerck, technisch projectleider voor de ERA bij Dutch Space. "Dat was in de tijd van Hermes, de Europese tegenvoeter van de Space Shuttle, en de Man Tended Free Flyer (MTFF), een volledig Europees ruimtestation. De robotarm stond toen bekend onder de naam Hermes Robot Arm (HERA). Toen de Hermes en MTFF programma's werden opgeheven, maakte HERA een overstap naar MIR-2, de beoogde opvolger van het Russische ruimte station MIR, gebouwd door 's werelds grootste ruimtevaartbedrijf Energia in Moskou. De naam van het project werd gewijzigd in European Robotic Arm (ERA). Uiteindelijk hebben de geopolitieke ontwikkelingen ertoe geleid dat de basismodules van MIR-2 belangrijke bouwdelen vormen van

de eerste fase van het Internationale ruimtestation ISS."

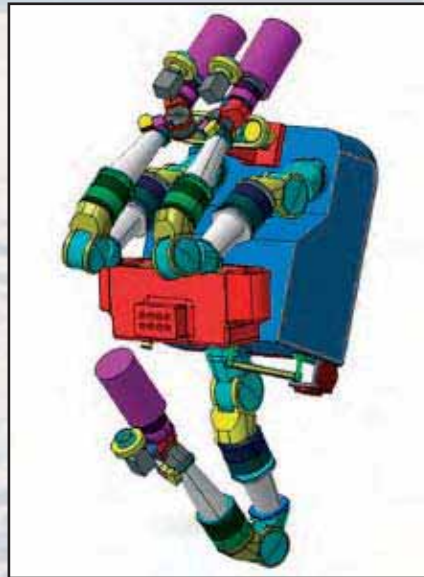
eM-Workplace is direct vanaf het begin bij de conceptontwikkeling toegepast. De ontwikkeling van de werkomgeving van de robot en de robot zelf liepen gelijk op. Door uitwisselingsafspraken met de Russische collega's bij Energia was de context digitaal beschikbaar en konden virtuele proeven worden gedaan om de verschillende concepten te testen. Hierbij konden de verschillende werkposities op de module van het ruimtestation, de reikwijdte van de arm zelf, de transportvereisten en de capaciteiten worden bepaald. De complexiteit van dit soort bereikbaarheidsanalyses is wat groter dan bij een gemiddelde industriële robot, omdat de symmetrische arm kan 'lopen' van de ene werkplek naar de andere. In totaal zijn er meer dan 10 werkplekken gepland op ISS.

"De ontwikkeling is vanaf het eerste begin in 3D gedaan. De geometrie van de MIR kon in eM-Workplace worden hergebruikt," zegt Heemskerck. "Daarbij zijn vele varianten de revue gepasseerd als gevolg van de wisselende omstandigheden. Eerst zou de ERA met een Russische raket vanaf Baykonur worden gelanceerd en later met de Space Shuttle vanaf Kennedy

Middels een simpel grafisch overzicht op een laptop kan een astronaut overzicht houden van de arm buiten op het ISS



DUTCH SPACE ONTWIKKELT ROBOTARM VOOR ISS MET EM-WORKPLACE



Eurobot assisteert een astronaut tijdens een ruimtewandeling

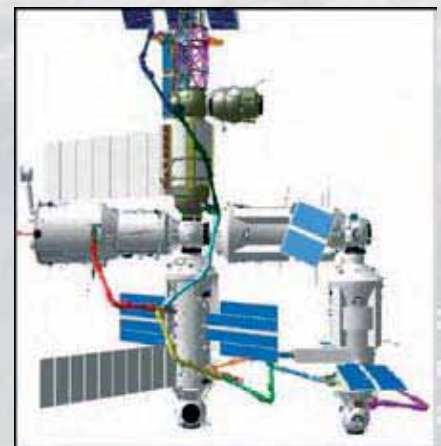
Space Center. Dat is inmiddels weer veranderd in de Russische Proton raket te lanceren vanaf Baykonur in Kazachstan. “We moesten de robotarm wijzigen als gevolg van het transportmiddel. Dat gold met name voor de Space Shuttle waar de beide polsen extra geknikt moesten worden. Voor de Proton hebben we geen wijzigingen meer aangebracht, anders dan de structuren voor de bevestiging tijdens het transport.”

Massa telt

Naast de kinematische studies tijdens de ontwikkeling van de robotarm, worden met eM-Workplace de trajecten die de robotarm aflegt tijdens missies gemodelleerd. Daartoe heeft Dutch Space een eigen applicatie in de Robcad-ROSE programmeeromgeving ontwikkeld: PathPlanner. “De reden daarvan is dat de kosmonauten tijdens ruimtewandelingen niet de mogelijkheid en niet het overzicht hebben de arm te besturen met een joystick, zoals oorspronkelijk het plan was. De arm is daarom vergaand intelligent gemaakt en krijgt van tevoren zijn off-line geprogrammeerde pad voor de missie geladen. De kosmonauten hebben een eenvoudige besturingsmogelijkheid om licht bij te kunnen sturen. Maar eigenlijk is dat niet nodig.” Met het oog op de in bijzondere gevallen noodzakelijke handmatige

besturingsmogelijkheid heeft de robotarm intern een veiligheidsmodel van zijn omgeving beschikbaar zodat de arm zelf weet wanneer gevaar dreigt. Dat model wordt met behulp van eM-Workplace afgeleid uit het complexe 3D model van het hele Space Station. Het model wordt nog wel vereenvoudigd omdat de rekenkracht aan boord beperkt is.

De besturing van de arm werkt standaard op basis van 19-bits encoders in de joints, waarmee de arm een open-loop nauwkeurigheid van minder dan 1mm bereikt. Eenmaal in de buurt van de beoogde payload, wordt de positie aangepast aan de hand van aan boord bewerkte camerabeelden. Oppakken en neerzetten worden bewaakt en bestuurd met behulp van een ingebouwde krachtsensor.



ERA kan op meerdere plaatsen op ISS werken

De massa die moet worden bewogen kan oplopen tot wel acht ton. Daarbij weegt de 11 meter lange arm zelf minder dan een industriële robot van anderhalve meter en een draagkracht van tien kilo. “In een baan om de aarde heb je minder last van de zwaartekracht,” vertelt Heemskerck. “Het gewicht is niet belangrijk, maar de massa telt wel. Door de microzwaartekracht is acht ton niet moeilijk te tillen, maar het probleem ligt in het versnellen en vertragen. Acht ton is heel veel, en wanneer die massa eenmaal in beweging is, is het lastig om die weer stil te krijgen. Vooral een onverwachte noodstop leidt tot enorme belastingen

in de joints van de robot en het bevestigingsmechanisme aan de schouder. En dat hebben we moeten verwerken in de constructie. Daarom kunnen we op basis van de in eM-Workplace gemodelleerde paden in een aparte simulator in real-time de dynamische belasting doorrekenen." Dit werk wordt voor elke missie opnieuw gedaan om ervoor te zorgen dat eventueel doorbuigen van de arm bij vertragingen geen foutmeldingen oplevert en geen schade veroorzaakt aan de constructie van het ISS.

Bij alle missies wordt op een laptop computer binnen in het ISS simulatiesoftware geplaatst zodat wanneer de kosmonaut de arm van binnenuit bedient, hij ook de juiste visuele terugkoppeling krijgt op basis van een 3D model. Ook dit model wordt met behulp van eM-Workplace aangemaakt. "Hiermee kan de astronaut de ERA operaties vanuit een kunstmatig vogelvlucht perspectief bekijken," vertelt Heemskerk. "En dat is heel belangrijk want we kunnen onmogelijk camera's plaatsen op alle posities waar het er op aankomt."

Lancering in 2009

Zoals de planning er nu uit ziet, zal ERA nog een extra vertraging van twee jaar oplopen en eerst in 2009 worden gelanceerd. De oorzaak van de vertraging is ditmaal de module waarop de ERA wordt geplaatst die vertraging heeft opgelopen. "Dat laat ons tijd om de gehele eM-Workplace infrastructuur te migreren van Unix naar het PC platform" vertelt Heemskerk. "De eigen applicaties en de interfacestandaarden moeten worden aangepast. Dat moet op tijd klaar zijn voordat ERA daadwerkelijk aan de slag gaat. Ook kijken we al vooruit naar nieuwe robotprojecten zoals Eurobot en Dexarm die op menselijke schaal gaan werken en bepaalde routinematige taken buiten op het ISS van de kosmonauten gaan overnemen. Deze ontwikkelingen zouden zonder eM-Workplace niet mogelijk zijn en zo draagt het pakket bij aan het succes en het veiliger maken van de ruimtevaart."



ERA haalt een payload uit de luchtsluis



ISS zoals het vandaag op 350 kilometer boven ons langs vliegt