



EINDGEBRUIKER 2.0 IN MENS-ROBOT- SYSTEMEN:

BENUTTEN VAN KANSRIJK ONTWERP- POTENTIEEL

Auteurs:



Milan Wolffgramm
Hoofdonderzoeker en promovendus,
Hogeschool Saxion



Lisa Winkelman
Junior onderzoeker,
Hogeschool Saxion

In de jaren '50 van de vorige eeuw werd de eerste industriële robotarm geïntroduceerd bij General Motors. Nu, meer dan zeventig jaar en tal van onderzoeken en doorontwikkelingen later, is de industriële robot een onvervangbaar onderdeel van het productielandschap geworden. Deze robots zijn operationeel uitstekend, multifunctioneel, worden geleverd met steeds gebruiksvriendelijkere software en kunnen soms direct interacteren met hun eindgebruikers, zoals machinebedieners of productiemedewerkers. Lange tijd hebben fabrikanten industriële robots gebruikt om hun massaproductiesystemen drastisch te automatiseren, vanuit een streven naar kostenvermindering en om een volautomatische 'lichten-uit-fabriek' te worden. Maar door de toenemende vraag vanuit klanten naar maatwerkoplossingen, kleiner wordende batchgroottes en een exponentieel groeiend aantal productvarianties, moeten fabrikanten ditmaal de flexibiliteit van hun productiesysteem drastisch verhogen om concurrerend te blijven. Het bouwen van flexibele productiesystemen vergt een goede afstemming tussen eindgebruiker en industriële robot. In dit artikel leggen we uit waarom eindgebruikers van groot belang zijn voor de verduurzaming van mens-robot-systemen en waarom dit vraagt om meer betrokkenheid van de eindgebruiker. Wij introduceren het idee van 'eindgebruiker 2.0', laten zien hoe dit eruit zou kunnen zien en adviseren fabrikanten hoe zij hun eindgebruikers nauw kunnen betrekken bij het ontwerp van toekomstbestendige mens-robot-systemen.

Aangezien de meeste industriële robots zo robuust zijn als de productvariatie en de verstoringen waarvoor zij geprogrammeerd zijn, zijn eindgebruikers essentieel om industriële robots beter bruikbaar te maken voor flexibele productiedoelinden. Idealiter werken eindgebruikers nauw samen met industriële robots, houden zij toezicht op de werking van deze robots en de productstroom, lossen zij onvoorziene problemen op en herprogrammeren zij de robottoepassing. Om ervoor te zorgen dat eindgebruikers een dergelijke rol op langere termijn kunnen volhouden, is het belangrijk dat

Het bouwen van flexibele productiesystemen vergt een goede afstemming tussen eindgebruiker en industriële robot.

het samenwerken met industriële robots als uitdagend, maar beheersbaar wordt ervaren. De aanwezigheid van voldoende beslissingsmogelijkheden waarmee de robottoepassing aangepast kan worden, is daarbij doorslaggevend. Daar komt bij dat de robottoepassing zo ontworpen moet worden, dat de eindgebruikers alert blijven op het doen en laten van de robot en mogelijke systeemfouten voorzien. Als de werkbeleving of de alertheid van eindgebruikers in gevaar komt, is de kans groot dat zij zodanig gedemotiveerd, gestrest of gewond raken, dat zij de robottoepassing niet kunnen verduurzamen. Om deze werkpercepties te kunnen waarborgen, is het belangrijk dat eindgebruikers nauw worden betrokken bij het ontwerp en herontwerp van hun mens-robot-systemen. Echter is de betrokkenheid van de eindgebruikers niet altijd vanzelfsprekend.

In de robotimplementaties die wij tegenkwamen, domineerden productiemanagers en ingenieurs het besluitvormingsproces. In sommige gevallen hadden de eindgebruikers één of enkele keren de gelegenheid om hun ideeën, suggesties en adviezen te delen met de besluitvormers, die op hun beurt de ontvangen input implementeerden of negeerden. Zodra de robottoepassingen waren vastgesteld en ontwikkeld,

hadden de eindgebruikers weinig of geen mogelijkheden meer om ze te veranderen. Het op deze manier betrekken van eindgebruikers, die wij aanduiden als "eindgebruiker 1.0", zou kunnen leiden tot een suboptimale werkbeleving en alertheid, wanneer besluitvormers de nodige werkpercepties verkeerd inschatten. Het zou kunnen resulteren in het ontwerp van technisch goede robottoepassingen die vanuit oogpunt van de eindgebruiker niet verduurzaamd kunnen worden. Hierom presenteren wij een alternatieve aanpak rondom het betrekken van eindgebruikers, namelijk: eindgebruiker 2.0.

In het geval van eindgebruiker 2.0 wordt de beslissingsbevoegdheid zodanig herverdeeld dat eindgebruikers als mede-ontwerpers optreden en inspraak hebben in het ontwerp en herontwerp van de robottoepassing. Zij spelen een integrale rol in het robotimplementatieproces en worden uitgerust met de nodige beslissingsmogelijkheden om de robottoepassing aan te passen en af te stemmen op hun percepties. De verschillen tussen eindgebruiker 1.0 en eindgebruiker 2.0 zijn weergegeven in tabel 1. Om te testen of eindgebruikers en fabrikanten baat kunnen hebben bij meer eindgebruikersbetrokkenheid, hebben we een experiment uitgevoerd.

	Eindgebruiker 1.0	Eindgebruiker 2.0
Positie in de uitvoering	Ontwerpfase	Integraal
Beslissingsbevoegdheid	Advies	Medeontwerper
Flexibiliteit Robottoepassing	Vast	Verstelbaar

Tabel 1: Vergelijking eindgebruiker 1.0 en eindgebruiker 2.0



Om de werkpercepties te kunnen waarborgen, is het belangrijk dat eindgebruikers nauw worden betrokken bij het ontwerp en herontwerp van hun mens-robot-systemen.



Beschrijving van het experiment

Een handmatig werkstation en drie collaboratieve werkstations werden gebouwd in een labomgeving bij Hogeschool Saxion. De collaboratieve werkstations waren ieder uitgerust met een voorgeprogrammeerde robot (Universal Robots 5) en hadden verschillende beslissingsniveaus: laag, gemiddeld en hoog. Op basis van het beslissingsniveau konden eindgebruikers hun mens-robot-taakverdeling ontwerpen, de snelheid van de robot manipuleren en de programma's van de robot aanpassen. In alle gevallen werden demonstraties, werk- en veiligheidsinstructies en hulp op de werkplek aangeboden.

Studenten van Saxion en regionale mbo's, waarvan de meeste een techniekopleiding deden, namen deel

aan het experiment. Alle studenten hadden geen recente werkervaring met industriële robotica. Om te ontdekken of deze eindgebruikers beter en duurzamer zouden produceren met de robot, lieten we hen een aantal flexibele assemblagetaken uitvoeren. Ze voerden deze taken eerst uit op de handmatige werkplek. Daarna voerden ze dezelfde taken uit op een van de collaboratieve werkstations.

We onderzochten hoe de beslissingsmogelijkheden werden benut, hoe het ontwerp van de mens-robot-samenwerking eruitzag, wat dit deed met de perceptie van de eindgebruikers (werkbeleving en alertheid) en de gevolgen voor hun prestaties (productiviteit en productiebetrouwbaarheid).

Op basis van 80 werksessies leerden we dat meer betrokkenheid van de eindgebruiker zowel voor de fabrikant als eindgebruiker voordelig kan zijn. Eindgebruikers die meer beslissingsmogelijkheden hadden konden efficiëntere taakverdelingen ontwerpen en vergelijkbare productiviteitsresultaten behalen in vergelijking met de handmatige productiemethode - samenwerken met de robot resulteerde in meer productiebetrouwbaarheid op alle niveaus. Verder stelden we vast dat het hebben van meer beslissingsmogelijkheden gunstig was voor het handhaven van de werkbeleving van de eindgebruikers. Bij eindgebruikers met meer beslissingsmogelijkheden kwam het autonomiegevoel minder onder druk te staan dan bij eindgebruikers op het lage beslissingsniveau. En hoewel we geen verbeteringen in de werkbeleving vonden, was de absolute meerderheid van de eindgebruikers het ermee eens dat het werken met de robot hen in staat zou stellen het werk beter vol te houden. Verder vonden we geen opmerkelijke verschillen in alertheid tussen de verschillende beslissingsniveaus, maar stelden we wel vast dat hogere beslissingsniveaus meer alertheid vereisten. Soms voerden eindgebruikers de snelheid te hoog op of werden robottoepassingen onstabiel omdat de programma's verkeerd werden aangepast.

Ten slotte stelden we vast dat de beslissingsmogelijkheden niet altijd werden benut of constructief werden gebruikt. Zo



besloot een deel van de eindgebruikers om de robot in te zetten voor taken die zij zelf beter of sneller konden. Bovendien is maar een aantal eindgebruikers met de inhoud van de robotprogrammatuur aan de slag gegaan, door zelf aanpassingen te maken, om hulp te vragen of suggesties te doen. Een gevoel van tijdsdruk weerhield eindgebruikers ervan om met de robotprogramma's aan de slag te gaan. De beperkte werkervaring van eindgebruikers met collaboratieve robots zou een tweede verklaring kunnen zijn en benadrukt het belang van een goede opleiding en ondersteuning op de werkplek. Deze laboratoriuminzichten geven een eerste aanzet voor hoe fabrikanten met het idee van eindgebruiker 2.0 aan de slag kunnen in hun productiesystemen. Meer informatie over dit experiment staat uitgelegd in het groene tekstvak op de vorige bladzijde.

Fabrikanten die geïnteresseerd zijn in eindgebruiker 2.0 moeten zich hoofdzakelijk richten op het organiseren van drie belangrijke voorwaarden. Ten eerste is het belangrijk dat eindgebruikers structureel de (gedeelde) beslissingsmogelijkheden en tijd krijgen die nodig zijn om de robottoepassing te beïnvloeden. Dit kan bijvoorbeeld door enkele eindgebruikers op te nemen in het projectteam dat toezicht houdt op het gebruik van robotica in de productie. Ten tweede moeten de eindgebruikers de nodige kennis en vaardigheden aangeleerd krijgen om weloverwogen beslissingen te nemen over robottoepassingen. Deze competenties gaan verder dan het onderhouden en aanpassen van de

robottoepassingen en moeten ook ingaan op het verdedigen van werkbeleving en alertheid. Ten derde moet er een degelijk ondersteuningssysteem beschikbaar zijn om de eindgebruikers proactief bij te staan in hun besluitvorming. Technische ondersteuning en ontwerpkaders kunnen worden ingebracht door ingenieurs. Het waarborgen van de werkbeleving en alertheid kan worden overzien door human resource professionals.

Kortom, moderne industriële robottechnologie biedt fabrikanten een belangrijke kans om productiviteits- en flexibiliteitsproblemen duurzaam op te lossen en concurrerend te blijven. In dit artikel benadrukten wij het belang van eindgebruikers om het potentieel van de robottechnologie te benutten. De gepresenteerde bevindingen vanuit het laboratorium wezen op de toegevoegde waarde van eindgebruiker 2.0. Wij hopen fabrikanten te hebben geïnspireerd met onze kijk op de betrokkenheid van eindgebruikers in mens-robot-systemen en nodigen hen uit om dit voorbeeld te volgen.

Over onderzoeksgroep (lectoraat) Employability Transition

Het lectoraat Employability Transition is onderdeel van de Academie Mens en Arbeid van Hogeschool Saxion. Het lectoraat heeft als missie om werkenden en organisaties (profit, non-profit en overheid) voor te bereiden op een hightech toekomst en fungeert als een stevige brug tussen de academische wereld en de beroepspraktijk. Door verschillende expertisegebieden te verenigen in multidisciplinaire projecten streeft de onderzoeksgroep naar praktische en gefundeerde oplossingen waarmee bedrijfsvoering, de stand der techniek, arbeid en menselijk kapitaal duurzaam geoptimaliseerd kunnen worden. Meer informatie over dit lectoraat is te lezen in het artikel "Technologie: niet goed, of slecht, of neutraal, maar altijd ... mensenwerk!" op **pagina 31** van dit magazine. ■



De absolute meerderheid van de eindgebruikers was het erover eens dat het werken met de robot hen in staat zou stellen het werk beter vol te houden.

