

ACHTERGROND

Robots on the move – interactie met de echte wereld

De meeste robots zijn momenteel te vinden in de industrie, als ondersteuning bij herhalende taken, zoals de geautomatiseerde productie van auto's. Maar binnen afzienbare tijd moet de robot ook zijn weg weten te vinden in een minder gestructureerde omgeving om te kunnen werken in de zorg of bij de opsporing van giftige stoffen. TUE-promovendus Wouter Houtman onderzoekt de interactie van robots met hun omgeving en ontwikkelde algoritmes om hen beter in 'de echte wereld' te laten bewegen.

Henk van Appeven

17 DECEMBER 2021

Robots gaan steeds meer taken van ons overnemen. Nu worden ze voor het overgrote deel ingezet bij het automatiseren van industriële processen, zoals het in elkaar zetten van auto's en auto-onderdelen of bij de productie van microchips. Deze robots zijn zo ontworpen dat ze een of enkele specifieke taken kunnen uitvoeren.

Maar willen we robots in de zorg gaan gebruiken om verpleegkundigen te ontlasten – het personeelstekort in ziekenhuizen en zorginstellingen wordt steeds nijpender – of na een ramp laten speuren naar slachtoffers en gevaarlijke stoffen, dan is goede interactie tussen de robot en zijn omgeving essentieel. Promovendus Wouter Houtman (TU Eindhoven en tegenwoordig werkzaam bij Nobleo Technology) bekeek daarom in samenwerking met René van de Molengraft (TUE), Herman Bruyninckx (KU Leuven en TUE) en César López Martínez (Nobleo Technology en TUE) aan de hand van een aantal praktijkvoorbeelden hoe robotsystemen beter kunnen functioneren in een dynamische wereld.

Voetballende robots

Die praktijkvoorbeelden zijn heel divers. 'Voetballende robots, robots die bloemen keuren en robots die menselijke bewegingen inschatten', somt Houtman op. 'Voordat we robots in de echte wereld met veel variabelen en onzekerheden kunnen laten bewegen, komen we nog veel uitdagingen tegen. Juist door naar verschillende systemen te kijken – in een dynamische omgeving met snel bewegende en veranderende objecten, of een omgeving met mensen – kunnen we deze robots op meerdere fronten optimaliseren.'



De voetbalrobots van Tech United zijn in staat om snel te reageren op hun veranderende omgeving.

Met ballen links, rechts, hoog, laag, hard of zacht, en spelers die verdedigen, aanvallen of duelleren is het voetbalveld een zeer dynamische omgeving. Het is daarmee een perfect werkveld voor Houtman om de bewegingen van de autonome robots bestuderen. De nieuwe versie van de voetbalrobots van Tech United bevat maar liefst acht wielen, waardoor ze gecontroleerd kunnen bewegen. De acht wielen zijn opgedeeld in vier sets. Op basis van een koppelverschil wordt een verschil in de rotatiesnelheid tussen het linker wiel en het rechter wiel gerealiseerd. Als gevolg hiervan kan de wielset heroriënteren om de rotatie-as. Door gebruik te maken van een sleepcontact is deze

vrijheidsgraad onbeperkt. Een translatie van het systeem kan worden gerealiseerd door beide wielen eenzelfde koppel in de dezelfde richting uit te laten oefenen.

ADVERTORIAL

Door de wielen snel te heroriënteren (~0,1 seconde voor een slag van 90 graden) kan het voorwaarts gegenereerde vermogen worden omgezet in een beweging in de gewenste richting. Daarmee kan het systeem snel accelereren in drie vrijheidsgraden, namelijk in de longitudinale richting van de robot, de laterale richting van de robot en de rotatie daartussen. Door deze hoge acceleraties is het systeem in staat om snel te reageren op deze veranderende omgeving.

De voetbaltaak van de robot is bij het aansturen van de wielen niet uit het oog verloren: tijdens het invangen van een pass zijn gelijktijdige heroriëntaties in de drie vrijheidsgraden niet tegelijk nodig en zelfs onwenselijk. Het kost in deze situatie namelijk tijd om de wielen constant te heroriënteren, terwijl de bal al naar de robot toe rolt. Longitudinale correcties zijn dus niet nodig. In de aansturing wordt deze taak, het invangen van een naderende bal in dit voorbeeld, meegenomen om de gewenste reactiviteit te behouden in de laterale vrijheidsgraad en de rotatie van de robot.

Orchideeën

In de twee andere onderzochte systemen werd juist de verwachte dynamiek van de omgeving gemodelleerd, zodat de robot zich hierop kan aanpassen. In beide gevallen werd gebruikgemaakt van een hypotheseaanpak om de bekende bronnen van variatie mee te nemen.

In een plantenkas testte Houtman algoritmes om robots met meer precisie bloemen van orchideeën te laten tellen, waarbij grootte en hoeveelheid bloemen varieerden. Daarnaast kan er maar een deel van de plant bekeken worden omdat bloemen elkaar occluderen. Bovendien zien we typische problemen van een detectiealgoritme terug, zoals valspositieve en gemiste waarnemingen.



Wouter Houtman testte verschillende algoritmes om robots met meer precisie orchideeënbloemen te laten tellen. Foto: Aris

Om de oclusies te omzeilen, bekijken we de plant van meerdere kanten. De hypotheseraanpak zetten we in op het detectieniveau, namelijk door te redeneren dat een detectie van een van de bloemen kan komen die we al eens eerder hebben gezien, van een bloem die we nog niet eerder hebben gezien of van een valspositieve detectie. De validatie van de hypothesen bestaat uit de consistentie tussen de verschillende invalshoeken die we van de plant bekijken. We verwachten namelijk niet opeens een bloem op een andere plek te vinden ten opzichte van de andere bloemen. Waar met de huidige methodes in 68 procent van de gevallen het aantal bloemen in een plant correct werd voorspeld, hebben we deze met onze nieuwe methodes op weten te halen naar 92 procent.



Een mens weet dat het niet voor de hand ligt dat een persoon door een muur loopt. Een robot moet je die kennis leren.

In het andere onderzoek werd in een vaste binnenomgeving onderzocht of de robot menselijke bewegingen kon inschatten. Houtman: 'We wilden de robot niet alleen de exacte route van de menselijke proefpersoon laten inschatten maar hebben juist een manier ontwikkeld die de keuzemogelijkheden van de omgeving meeweegt.' Een persoon zal typisch richting een deur, trap of gang gaan maar niet zo snel tegen een muur aanlopen. Dat zijn dan ook de hypothesen die worden opgesteld. Het verschil met het onderzoek van het bloemen tellen zit dan ook in waarover we redeneren: in dit geval gaat het over de mogelijke bewegingen van een persoon, terwijl het in het geval van het bloemen tellen ging over de detectieonzekerheid.

De validatie van de hypothesen wordt gedaan op basis van het matchen van de geobserveerde bewegingsrichting met de verwachte bewegingsrichting behorend bij elke hypothese. Het onderzoek toonde aan dat we dit robuust kunnen doen, zodat we op basis hiervan nieuwe algoritmes kunnen maken om robots veiliger in een met mensen gedeelde omgeving te laten bewegen.

Henk van Appeven is science communications officer op de TU Eindhoven. Dit artikel is gebaseerd op het proefschrift 'Autonomous robotic systems in a variable world: a task-centric approach based on explainable models' van Wouter Houtman.

Gerelateerd