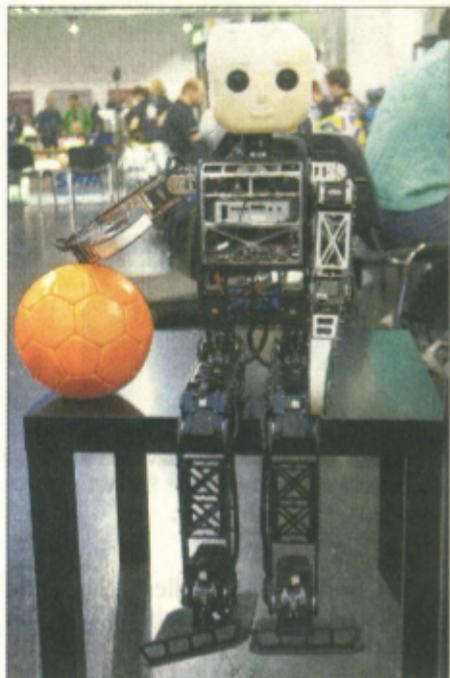


Die Meister-Roboter von Magdeburg

ROBOCUP: Am letzten Wochenende stiegen in den Magdeburger Messehallen Roboter in den Ring. Zur Robocup German Open 2013 waren 200 Teams aus 14 Ländern mit viel Hightech angereist. Die Roboter spielten nicht nur Fußball um die Wette, sie präsentierten sich auch als autonome Retter und smarte Logistiker.



Humanoid: Fußball ist sein Leben. Foto: Trechow

VDI nachrichten, Magdeburg, 3. 5. 13, rb

Nebenan brandet Applaus auf. Kurz darauf kommt ein blonder Knirps im Werder-Trikot angeschossen. „Leipzig hat 8:0 gewonnen!“, ruft er seinem Vater schon von Weitem zu. Gemeint ist das Nao-Team der Leipziger Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur, dessen Humanoid-Kicker das Team „Dynamite“ von der TU Berlin pulverisiert haben.

Dass es nur ein Vorrundenspiel der Standard Plattform League war, tut der Begeisterung keinen Abbruch. Sobald die Roboter hier auf der Robocup German Open in Magdeburg spielen, retten, servieren oder produzieren, bilden sich Pulk stauender Zuschauer um die Arenen. Die autonomen Kerlchen und Gefährte ziehen Groß und Klein in ihren Bann.

Gerade macht sich das Team Leuphana der Uni Lüneburg für einen Vorlauf gegen ein japanisches Team bereit. Nicolas Meier hievt drei Roboter in die Startzone und reiht 20 Pucks in einem dafür vorgegebenen Feld auf. Ein Pfiff ertönt. Es geht los. Die Roboter lassen die Pucks zunächst links liegen. Stattdessen schwärmen sie zu den Maschinen aus, die teils grün, teils orange-rot oder grün-orange leuchten. Jeder Farbcode steht für einen Maschinentypen. „Die Roboter haben drei Minuten Zeit, die Fabrik zu erkunden; für exakt erkannte Maschinen gibt es Punkte. Danach haben wir 15 Minuten Zeit für die Produktion“, erklärt Meier.

Doch es läuft schlecht. Meiers Team muss zwei der drei Roboter herausnehmen, weil die WLAN-Kommunikation stockt. Dennoch kommen die Lüneburger mit einem blauen Auge davon. Der verbliebene Roboter schiebt Puck um Puck unter die Lesegeräte. Das reicht für den Sieg mit acht Punkten. In guten Läufen sind über 150 Punkte drin.

Nach dem Lauf ist vor dem Lauf. Dennoch nimmt sich Meier Zeit, interessierten Besuchern Roboter und Wettkampfregele zu erklären. Das ist auch nötig. Viele Besucher verweilen kurz, ziehen dann aber ratlos weiter. Denn so schnell wie der Fußball nebenan erschließt sich die Logistik-League mit ihren autonomen Transportsystemen nicht.

Nach guten Läufen klatscht hier nur eine Handvoll Eingeweihter. So auch, als die späteren Gesamtsieger TUMsBendingUnits aus München als erstes Team die 100-Punkte-Marke knacken. Eine echte Leistungsexplosion. Vorher hatten sie in fünf Läufen maximal 33 Punkte errungen. Team Pollino aus Ungarn sah wie der sichere Sieger aus. Doch im entscheidenden Lauf hatten die Ungarn gegen die sensorisch hochwertiger ausgestattete Konkurrenz das Nachsehen. „Wir setzen nur Photodioden ein, weil wir uns die teuren Sensoren nicht leisten können“, erklärt das Team sichtlich geknickt. Am Ende reicht es dennoch für den 3. Platz.

Die These vom unterlegenen Material stimmt nur bedingt. Alle eingesetzten Roboter basieren auf einer Plattform von Festo. Antriebe und eine grundlegende Infrarot-Abstandssensorik sind identisch. Was sie zusätzlich an Sensoren einsetzen, steht den Teams frei, sofern die Sensoren in vorgegebenen Maßen am Roboter angebracht sind. Diesen Rahmen schöpfen manche Teams aus: Radarähnliche Lidar-Systeme, über Spiegel umgelenkte 360°-Kameras und Gyroskope sind im Einsatz. Doch ausgerechnet die Sieger der TU München haben die Sensorik aufs Minimum reduziert.

„Wir setzen auf Grips statt Hardware“, sagt Christoph Ihrke und greift zum Roboter. „Diese Webcam und Helligkeitssensoren zur Erkennung der RFID-Reader und Spielfeldmarkierungen sind alles.“ Auch der Bordrechner ist bescheiden dimensioniert: Er läuft mit einem 500-MHz-Prozessor und 256 MByte Arbeitsspeicher. Effizienz durch intelligente Algorithmen lautet das Credo des Teams.

Wie seine Kollegen Sebastian Denz und Sören Jentsch ist Ihrke Informatiker



Anpfiff in der Standard-Plattform-Liga. Hier stehen sich von der Hardware identische Roboter zum Fußball-Match gegenüber. Die Teams der verschiedenen Unis versuchen also mit ihrer selbst entwickelten Software zu punkten. Foto: Trechow

mit Nebenfach Elektrotechnik. Künftig wollen alle drei im Bereich Automatisierung arbeiten. Die Arbeit am Roboter treiben sie in ihrer Freizeit voran. Auch die Lüneburger stecken jede Menge Freizeit in das Projekt. Der bisherige Lohn: eine deutsche Meisterschaft, ein 4. Platz bei der WM in Istanbul und Vize-Weltmeister in Mexiko. Diesmal reicht es für Platz 2.

Nicolas Meier führt gerade junge Studenten ans Team heran, damit es weitergeht, wenn die alten Hasen in die Industrie wechseln. Der Lüneburger Nachwuchs hat an den drei Robotern Gelegenheit, sich an Lasersensorik, Kamerasystem, Gyroskop und eigenen WLAN-Access-Points einzuarbeiten.

Die Systemauslegung erarbeiten Jungingenieure aus Automatisierungs- und Produktionstechnik gemeinsam. Wobei ihre Strategie typischen Ingenieurgeist atmet: „Wir achten darauf, dass das System zunächst mit einem Roboter stabil läuft, um die nächsten Schritte in Richtung Kooperation der Roboter und Geschwindigkeit darauf aufzubauen“, sagt Meier, während der verbliebene Roboter des Teams die Pucks von Maschine zu Maschine transportiert.

An Maschine zwei müssen drei Pucks zu einem Zwischenprodukt verarbeitet werden. Einen schiebt die intelligente Technikorte zu Maschine drei. Die anderen könnte er jetzt recyceln – und genau dazu entschließt er sich. Autonom. Ohne Beeinflussung durch das Team. Meier ballt kurz die Faust.

Das tut kurz danach auch das Team GETbot von der Uni Paderborn; allerdings aus Frust. Ihr Vorlauf mit zwei Rettungsrobotern in der Rescue-Robot-Liga geht völlig schief. Bei einem versagt die Kommunikationsschnittstelle, der andere fährt sich nach wenigen Metern derart an einer Holzrampe des Parcours fest, dass es nicht mehr weitergeht.

Im Parcours, der ein Gebäude nach einem Erdbeben simuliert, sind Opfer versteckt: Puppen auf Wärmedecken, die CO₂ ausströmen. Die Roboter sind mit optischen Systemen – von Laserscanner bis Thermo- und Videokamera – ausgestattet, werten anhand der Radumdrehungen ihre Fahrstrecke aus, verfügen über Gassensoren und Gegensprechanlagen, um Opfer aufzuspüren und Kontakt aufnehmen zu können. Teils bewegen sie sich autonom, teils auch ferngesteuert durch den Parcours. Manche auf Ketten, andere auf Rädern. Wieder andere fliegen. Einige Teams lassen Quadrocopter kreisen.

Die Roboter kartieren bei ihrer Rundfahrt das „Gebäude“. Wände tragen sie ebenso ein wie ihre Fahrstrecke, die Fundorte von Opfern oder QR-Codes an den Wänden. Zudem sind geschlitzte blaue Tonnen auf die Wände gesteckt. Die Kamerasysteme erkennen jeweils nur die Halbtonne auf ihrer Seite der Wand und setzen sie in der Karte später mit der Gegenseite zusammen. Je weniger Versatz, desto exakter die Karte. So wird die Orientierung der Roboter und ihre Bildverarbeitung für die Schiedsrichter messbar.



Anpfiff in der Standard-Plattform-Liga. Hier stehen sich von der Hardware identische Roboter zum Fußball-Match gegenüber. Die Teams der verschiedenen Unis versuchen also mit ihrer selbst entwickelten Software zu punkten. Foto: Trechow

mit Nebenfach Elektrotechnik. Künftig wollen alle drei im Bereich Automatisierung arbeiten. Die Arbeit am Roboter treiben sie in ihrer Freizeit voran. Auch die Lüneburger stecken jede Menge Freizeit in das Projekt. Der bisherige Lohn: eine deutsche Meisterschaft, ein 4. Platz bei der WM in Istanbul und Vize-Weltmeister in Mexiko. Diesmal reicht es für Platz 2.

Nicolas Meier führt gerade junge Studenten ans Team heran, damit es weitergeht, wenn die alten Hasen in die Industrie wechseln. Der Lüneburger Nachwuchs hat an den drei Robotern Gelegenheit, sich an Lasersensorik, Kamerasystem, Gyroskop und eigenen WLAN-Access-Points einzuarbeiten.

Die Systemauslegung erarbeiten Jungingenieure aus Automatisierungs- und Produktionstechnik gemeinsam. Wobei ihre Strategie typischen Ingenieurgeist atmet: „Wir achten darauf, dass das System zunächst mit einem Roboter stabil läuft, um die nächsten Schritte in Richtung Kooperation der Roboter und Geschwindigkeit darauf aufzubauen“, sagt Meier, während der verbliebene Roboter des Teams die Pucks von Maschine zu Maschine transportiert.

An Maschine zwei müssen drei Pucks zu einem Zwischenprodukt verarbeitet werden. Einen schiebt die intelligente Technikorte zu Maschine drei. Die anderen könnte er jetzt recyceln – und genau dazu entschließt er sich. Autonom. Ohne Beeinflussung durch das Team. Meier ballt kurz die Faust.

Das tut kurz danach auch das Team GETbot von der Uni Paderborn; allerdings aus Frust. Ihr Vorlauf mit zwei Rettungsrobotern in der Rescue-Robot-Liga geht völlig schief. Bei einem versagt die Kommunikationsschnittstelle, der andere fährt sich nach wenigen Metern derart an einer Holzrampe des Parcours fest, dass es nicht mehr weitergeht.

Im Parcours, der ein Gebäude nach einem Erdbeben simuliert, sind Opfer versteckt: Puppen auf Wärmendecken, die CO₂ ausströmen. Die Roboter sind mit optischen Systemen – von Laserscanner bis Thermo- und Videokamera – ausgestattet, werten anhand der Radumdrehungen ihre Fahrstrecke aus, verfügen über Gassensoren und Gegensprechanlagen, um Opfer aufzuspüren und Kontakt aufnehmen zu können. Teils bewegen sie sich autonom, teils auch ferngesteuert durch den Parcours. Manche auf Ketten, andere auf Rädern. Wieder andere fliegen. Einige Teams lassen Quadrocopter kreisen.

Die Roboter kartieren bei ihrer Rundfahrt das „Gebäude“. Wände tragen sie ebenso ein wie ihre Fahrstrecke, die Fundorte von Opfern oder QR-Codes an den Wänden. Zudem sind geschlitzte blaue Tonnen auf die Wände gesteckt. Die Kamerasysteme erkennen jeweils nur die Halbtonne auf ihrer Seite der Wand und setzen sie in der Karte später mit der Gegenseite zusammen. Je weniger Versatz, desto exakter die Karte. So wird die Orientierung der Roboter und ihre Bildverarbeitung für die Schiedsrichter messbar.

Florian Frings hat nach dem missglückten Lauf kurz Zeit, um die beiden Rettungsroboter zu beschreiben: Ihre Intelligenz bergen jeweils Laptops, in denen die Sensordaten zusammenlaufen und verarbeitet werden. Laserscanner vorn und hinten, Webcams, Wärmebildkameras, die mithilfe von Aktoren auch in unwegsamem Gelände stets in Waage gehalten werden, sorgen für zwei- und dreidimensionale Orientierung. „Erkennt er ein Opfer per Video- und Thermokamera, fährt er so nah wie möglich heran, um die Codes neben dem Opfer zu entschlüsseln“, erklärt er.

Der zweite, ferngesteuerte Roboter kann Treppen steigen. Zudem hat er einen ausfahrbaren Arm, der mit LEDs die Umgebung ausleuchtet. Vorn am Arm sind auch die Wärme- und CO₂-Sensorik sowie eine Kamera verbaut. Um die aufwendigen Systeme zu betreuen, ist ein elfköpfiges, interdisziplinäres Team vor Ort. „Wir sind Studenten aus Informatik, Elektro- und Automatisierungstechnik und noch drei wissenschaftliche Mitarbeiter“, berichtet Frings. Seit sechs Jahren besteht das Team und treibt die Technik seither in unterschiedlicher Zusammensetzung voran.

Dieses Mal reicht es für GETbot nur zum „Best in Class Mobility“. Unangefochtener Gesamtsieger wird das Team Hector von der TU Darmstadt. Bei dem Team handelt es sich um ein Graduiertenkolleg – was an der Reife ihrer beiden Gefährte erkennbar ist. Aufgebaut auf Fahrwerken von Modellbau-Monstertrucks sind die kompakten Roboter mit Hightech gespickt: Wärmebildkameras und Webcams, eine Farbkamera, die zu jedem Bildpunkt auch die Entfernung liefert.

Mithilfe von Gegensprechanlagen können die Rescue-Roboter im Ernstfall mit Opfern kommunizieren

„Die Kamera projiziert ein Punktmuster in die Umgebung und erkennt im Abgleich mit einem Muster die räumliche Tiefe“, erklärt Teammitglied Thorsten Graber. Daneben gebe es pro Fahrzeug zwei Lidar-Systeme und zwei weitere Kameras. Teils sind sie schwenk- und neigbar. Rundumsicht bis zu den höchsten Punkten des Parcours also, damit die Suche nach QR-Codes und Opfern schnell vonstatten geht. Tatsächlich arbeiten sich die zwei Roboter fast traumwandlerisch durch das an Hindernissen reiche Labyrinth.

Dazu trägt laut Graber auch die exakte Ansteuerung von Antrieb, Lenkung und Servomotoren der Kameras bei – teils in Echtzeit. Ein zweiter leistungsstärkerer Bordrechner übernimmt die Fahrplanung und die Analyse der einlaufenden Sensordaten.

Während als Antriebscontroller ein Industrie-PC mit einem 400-MHz-Prozessor reicht, sind oben ein 2,67-GHz-Prozessor und 12 GByte Arbeitsspeicher im Einsatz. „Bei der rechenaufwendigen 3-D-Repräsentation der Umgebung kommen uns die immer leistungsstärkeren Prozessoren und Speicher sehr zupass“, das weiß Graber genau. Dass die Roboter Gassensoren und Gegensprechanlagen haben, versteht sich beinahe von selbst.

„Die Kommunikation mit Opfern ist im Ernstfall sehr wichtig“, lenkt er das Gespräch auf den Zweck der Hightechgefährte. Für Rettungsmannschaften ergeben sich mit dieser Technik jede Menge Vorteile: Sie bekommen detaillierte Lagepläne mit Fundstellen atmender warmer Opfer, hochaufgelöste Bilder aus dem Gebäudeinneren und können im Austausch mit den Opfern ihre Evakuierungsstrategie entwickeln.

Für den Werder-Knirps ist das noch zu kompliziert. Er hat inzwischen seinen Vater davon überzeugt, dass Roboterfußball einfach „cool“ ist. Gemeinsam bejubeln sie den Finalsieg ihrer Favoriten: B-Human aus Bremen entschädigt die beiden für die trübe Saison des Bremer Bundesliga-Klubs. „Vielleicht sollten die es auch mal mit Humanoiden versuchen“, schlägt der Kleine vor.

PETER TRECHOW