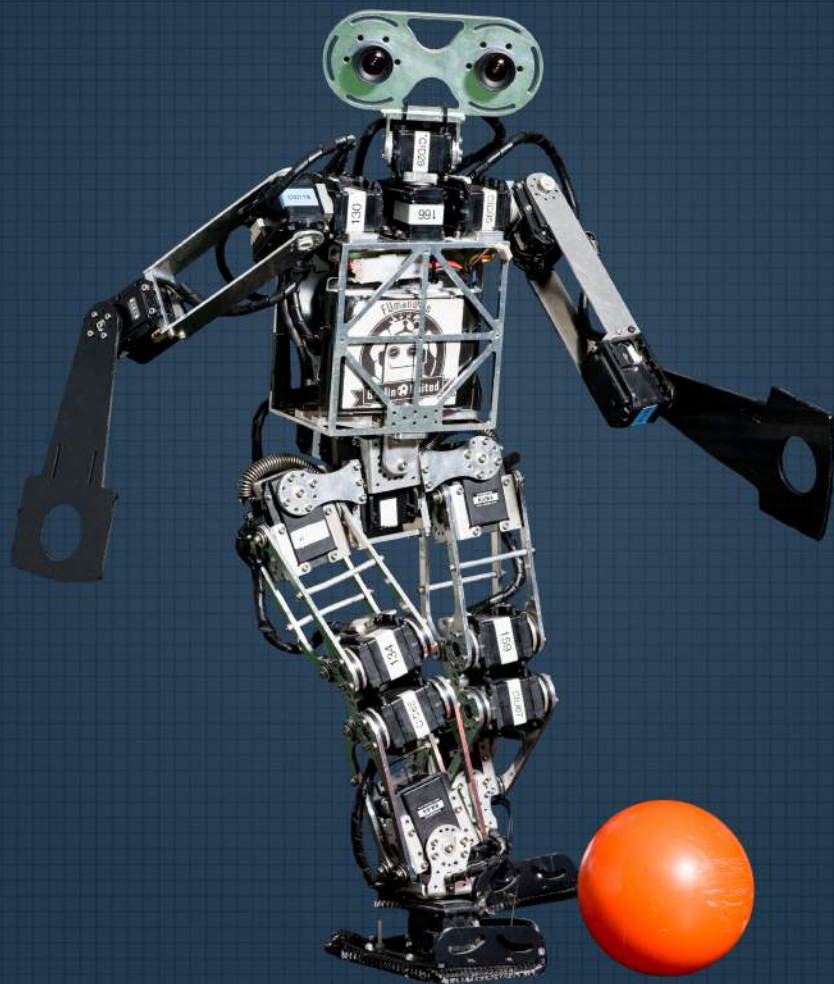


FUmanoids

Die Fußball spielenden Roboter der
Freien Universität Berlin



Inhalt

- 3 Vorwort**
- 4 Wer wir sind**
- 6 Die RoboCup-Initiative**
- 7 Unsere Roboter**
- 8 Hardware**
- 10 Software**
- 12 Öffentliche Auftritte**
- 14 Erfolge**
- 15 Interesse?**

Vorwort

Liebe Leserin, lieber Leser,

immer wieder tauchen Roboter als Thema in den Medien auf und ihre Präsenz im Bewusstsein der Gesellschaft nimmt in den letzten Jahren konstant zu. Angeblich können sie für Menschen unlösbare Aufgaben bewältigen. Viele haben bereits ein von der Science-Fiction geprägtes Bild von ihnen. Und obwohl meistens gar nicht genau bekannt ist, welche Leistungen hinter ihren Erfolgen stehen und welche Fähigkeiten sie genau besitzen, so ist doch eines gewiss: Roboter sind ein fester Bestandteil der technischen Entwicklung der nahen Zukunft.

Das Entwicklerteam der FUmoids arbeitet genau an dieser Zukunft mit, indem wir unseren Robotern das wettkampforientierte Fußballspielen beibringen. Das Fußballspiel stellt in einem sehr dynamischen Umfeld hohe Anforderungen an die Roboter. Dazu gehören stabiles Laufen, korrektes Erfassen der Umgebung, Bestimmung der eigenen Position und Kommunikation mit den Spielern der eigenen Mannschaft. Aus diesen Daten ist eine geeignete Strategie zu wählen und umzusetzen. Die für die Lösung dieser Probleme entwickelten Technologien werden auf vielfältige Anwendungsgebiete übertragen, zum Beispiel mechanische Prothesen, Hilfe im Haushalt für ältere Menschen oder autonome Fahrzeuge. Dadurch leistet unser Team nicht nur einen aktiven Beitrag bei der Entwicklung aktueller und zukünftiger Robotergenerationen, sondern auch für die Lösung gesellschaftlicher Aufgabenstellungen.

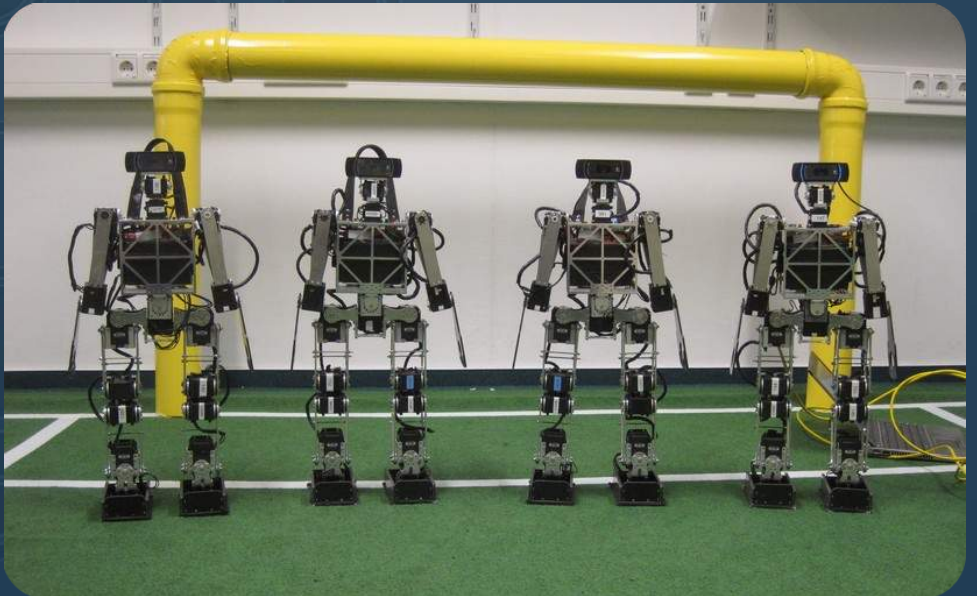
Ihr FUmoids-Team

Wer wir sind

Die FUmanoids sind ein studentisches Projekt der Freien Universität Berlin unter der Leitung von Professor Dr. Raúl Rojas. Der Teamname entstand daher als Kunstwort aus Freie Universität und Humanoide. Im Jahr 2006 gegründet, entwickelt das Team aus Bachelor- und Masterstudenten humanoide Roboter und arbeitet dabei an Themen aus den Bereichen Künstliche Intelligenz, Robotik, Computer Vision, Elektronik und Mechanik.

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines autonomen, Fußball spielenden Roboters. Die Arbeit an den Robotern erfolgt selbstständig durch die Teammitglieder, da sie kein Teil der Lehrveranstaltungen ist. Die Universität unterstützt das Team in Form von Hardware und Räumlichkeiten. Das Projekt ist eine einzigartige Möglichkeit, das im Studium Gelernte praktisch anzuwenden und eigene Forschungsinteressen und -projekte zu verfolgen. Kreative Ideen werden hier praxisnah ausprobiert. Zusätzlich kann bereits Erfahrung mit der Arbeit an einer komplexen Software in einem Team gesammelt werden.

Das Team besteht zur Zeit aus sechs Robotern, die von durchschnittlich acht Bachelor- und Masterstudenten entworfen und programmiert werden.



Die RoboCup-Initiative

RoboCup ist eine internationale Initiative zum Forschungsaustausch und -vergleich im Bereich der Robotik, gegründet mit dem Ziel, bis zum Jahre 2050 menschliche Spieler in einem fairen Wettkampf zu besiegen. Durch dieses neue Standardproblem der Künstlichen Intelligenz (KI) soll der Fortschritt im Bereich der Robotik vergleich- und erlebbar gemacht, der Austausch von Ideen und Innovationen zwischen den weltweit tätigen Forschern angeregt werden. Denn das frühere Standardproblem der KI, das Besiegen eines amtierenden Schachgroßmeisters, gilt bereits seit Jahren als gelöst.

Wettbewerbe Teams aus aller Welt treten bei nationalen Wettbewerben (z.B. RoboCup German Open) und der jährlichen Weltmeisterschaft gegeneinander an. Die Weltmeisterschaft 2013 in Eindhoven lockte 2.661 Teilnehmer



aus 45 Ländern und über 40.000 Besucher an. Entsprechend erregt der RoboCup weltweit Aufmerksamkeit und findet national und international in der Presse und in Fernsehbeiträgen Beachtung.

Humanoid League Die FUManoids nehmen an einer der populärsten Ligen teil, der Humanoid League, in der Kid-Size Größenklasse. Hier treten 24 Teams aus je vier Robotern in einem Fußballspiel gegeneinander an. Die maximal 90 cm großen Roboter werden hier von den Teams selbst entwickelt, gebaut und programmiert.

Unsere Roboter

Die Mannschaft besteht momentan aus sechs Robotern. Das aktuelle Modell basiert auf den Robotern des Jahres 2012 und wurde 2013 in mehreren Aspekten verbessert.

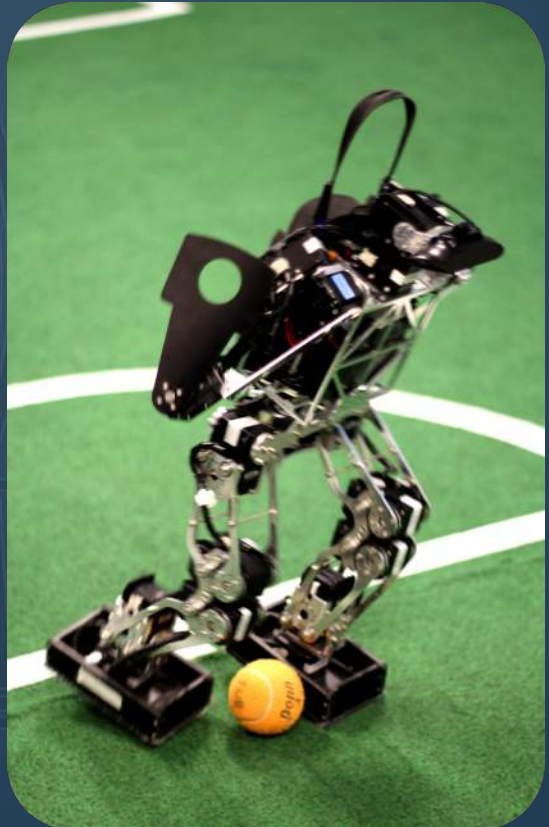
Die Roboter laufen zweibeinig, besitzen eine Webcam für das optische Erfassen der Umgebung, drei Gyroskope sowie mehrere Beschleunigungssensoren für das Halten des Gleichgewichts. Sie sind in der Lage, selbstständig zu laufen, den Ball zu schießen, aufzustehen und sich auf dem Spielfeld zu orientieren.

Konstruktion:

Höhe:	65cm
Gewicht:	4,5kg
Freiheitsgrade:	20

Hardware:

Computer:	ODROID-X2 mit 4 x 1.7 GHz
Webcam:	Logitech c920 (640 × 480)
Aktuatoren:	Dynamixel RX-28, RX-64
Betriebssystem:	Linaro (basiert auf Ubuntu)



Hardware

Das Regelwerk der Humanoid-Liga gibt Größe und Fähigkeiten der Roboter vor und wird jedes Jahr aktualisiert, um die Entwicklung neuer Modelle voranzutreiben. Die Roboter müssen grobe menschliche Proportionen aufweisen und dürfen nur Sensoren einsetzen, über die ein Mensch auch verfügt: also z.B. Sehen, Fühlen oder den Gleichgewichtssinn. Eine Ausnahme stellt die WLAN-Fähigkeit der Roboter dar, mit der sie untereinander und mit dem Schiedsrichter kommunizieren.

Ein kohärentes Hardwarekonzept bildet die Grundlage zur Erfüllung dieser Aufgaben. Zusätzlich gilt es, Beschränkungen durch Gewicht, Akku- und Rechenleistung zu beachten. Die zur Verfügung stehenden Mittel bestimmen letztlich, in welchem Umfang die Regeln ausgeschöpft werden können.



Powerboard

Das Powerboard ist eine smarte Stromversorgungsplatine, die das Team Anfang 2013 selbst entwickelt hat und seitdem regelmäßig verbessert. Sie versorgt nicht nur den ganzen Roboter mit den richtigen Spannungen, sondern erkennt auch Fehlerzustände der Bordelektronik. Im Falle eines Kurzschlusses kann das Powerboard die Elektronik des Roboters schützen, indem sie ihn in weniger als zwei Millisekunden abschaltet. Zusätzlich zeigt eine Farb-LED den Ladezustand leicht erkennbar an.



Stereovision

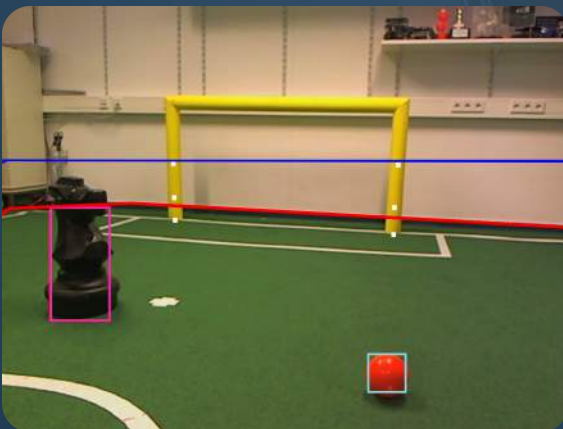
Die bisher am weitesten verbreitete Bilderfassungsmethode ist die Nutzung einer einzelnen Webcam. Da dies jedoch viele Limitierungen mit sich bringt, integrieren die FUmanoids eine an der Freien Universität entwickelte Stereokamera, d.h. eine Kamera mit zwei Objektiven, welche in ihrer Funktionsweise den menschlichen Augen gleicht. Diese Stereovision ermöglicht es den Robotern, präzise Tiefeninformationen zu gewinnen und dadurch sich überlappende Hindernisse auch auf große Distanzen zu identifizieren.

Software

Erst durch eine leistungsfähige Software können alle anderen Komponenten optimal arbeiten. Durch sie werden die Sensordaten aufbereitet, ausgewertet, die Hardware gesteuert und Entscheidungen für das Spielverhalten getroffen. Die FUmanoids zeichnen sich hier durch einen hohen Grad an Kreativität und Innovation aus. Ihre Wettbewerbserfolge basieren maßgeblich auf der Entwicklung und Umsetzung neuer Technologien. Aktuell werden drei Schwerpunkte gesetzt:

```
bool fairEnough = true
if (msvLum > 2.55 || m
{
    if (mapSet[CameraSet
    {
        float changeGain =
        uint8_t absChangeG
        + changeGain, 0,
        if (absChangeGain
        {
```

Bildverarbeitung Die Bildverarbeitung gewinnt detaillierte Informationen aus den von der Kamera aufgenommenen Bildern. Mit Hilfe von farbklassifizierten Bildern und Objektextraktoren werden die Position der Tore, der Feldlinien, des Balles und anderer Roboter ermittelt. Diese Daten sind die Basis auf der die Verhaltenssteuerung Entscheidungen trifft.



Dabei bewältigt die Software Schwierigkeiten wie durch das Laufen verwickelte Bilder, wechselnde Lichtverhältnisse und einen durch das bunt gemischte Publikum hochdynamischen Spielfeldhintergrund.

Positionsdaten

Nachdem die Bildverarbeitung die Objekte auf dem Spielfeld in Koordinaten relativ zur eigenen Position umgewandelt hat, baut die Software daraus ein globales Modell der Welt. Dieses erlaubt dem Roboter die Position von Objekten sehr präzise zu schätzen, auch wenn sie aktuell nicht gesehen werden. Zum Beispiel kann so die Lage eines Balles, der hinter einem anderen Roboter entlangrollt, auf Grund der physikalischen Eigenschaften seiner Bewegung vorhergesagt werden, auch wenn der Ball gerade verdeckt ist.



Lokalisierung

Basierend auf den Weltmodellen und optischen Informationen versuchen die Roboter sich konstant auf dem Spielfeld zu lokalisieren. Das Wissen darüber, wo sich der Spieler und alle anderen Objekte befinden, ist eine wichtige Voraussetzung für eine effektive Planung der Spielzüge. Besondere Schwierigkeit ist hierbei die Auflösung der Symmetrie. Beide Spielfeldhälften sehen absolut identisch aus und Eigentore sind so schon manchem Team zum Verhängnis geworden. Unser aktueller Ansatz verbindet mehrere Informationen. Zum einen nutzt der Roboter die Position fixer Objekte wie Torpfosten beim Betreten des Spielfeldes und zum anderen die Position eigener Spieler. Zusätzlich kann der Torwart die Einschätzung der anderen Spieler korrigieren, da er fast die gesamte Spielzeit über eine sehr gut definierte und leicht zu erkennende Position einnimmt.

Öffentliche Auftritte

Die FUmanoids präsentieren sich auf verschiedenen Veranstaltungen der Öffentlichkeit. Die Turniere reichen von lokalen Veranstaltungen mit ca. 2.000 Besuchern bis hin zu Weltmeisterschaften mit über 40.000 Besuchern. Neben Studenten und Technikinteressierten sind hier vor allem Familien mit Kindern im Publikum vertreten.

Zusätzlich werden die FUmanoids immer wieder von Kamera-teams verschiedener TV-Sender besucht, oder sie geben Interviews für Printmedien. Damit erreichten die Roboter bereits ein breites Publikum über Auftritte bei Galileo, RBB Fernsehgarten, der Welt Kompakt oder auf heise.de. Zusätzlich informieren wir alle Interessierten über unsere Homepage, YouTube und Facebook.



Veranstaltung	Besucher	Teilnehmer
Robocup	40.000	2.456
German Open	3.500	950
Iran Open	5.000	1.000
Lange Nacht der Wissenschaften	2.000	2 Teams



Erfolge

1. Platz RoboCup German Open 2014
1. Platz RoboCup Iran Open 2014
4. Platz RoboCup German Open 2013
2. Platz RoboCup German Open 2012
4. Platz Robocup 2011 (Türkei)
2. Platz RoboCup 2010 (Singapur)
2. Platz RoboCup 2009 (Österreich)
2. Platz RoboCup German Open 2008
3. Platz RoboCup 2007 (USA)

2012 und 2013 erreichten die FUmanoids bei der Weltmeisterschaft jeweils das Viertelfinale. Am RoboCup 2014 nahm das Team nicht teil.



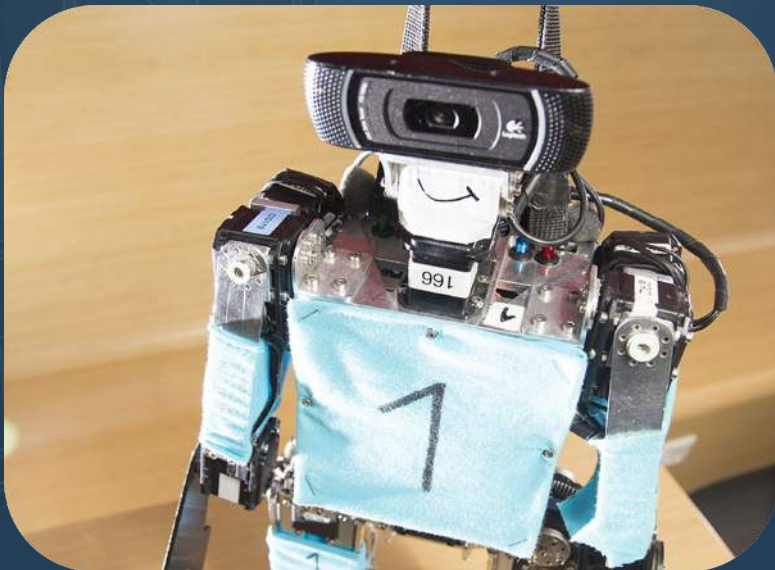
Interesse?

Neugierig geworden? Auf der Rückseite finden Sie unsere Kontaktdaten. Gerne beantworten wir Ihre Fragen.

Du bist Student? Die FUmanoids bieten regelmäßig Themen für Bachelor- und Masterarbeiten sowie Softwareprojekte an. Außerdem freuen wir uns jederzeit über neue Teammitglieder.

Unterstützen Sie uns! Die Entwicklung moderner autonomer Roboter ist ein kostspieliges Unterfangen. Als rein studentisches Projekt freuen wir uns sehr über Sponsoren und bieten gern individuell gestaltete Sponsoringpakete an.

Sprechen sie mit uns!





Stand: März 2015

AG Intelligente Systeme und Robotik
Freie Universität Berlin
Institut für Informatik
Arnimallee 7
14195 Berlin

info@fumanoids.de

<https://www.facebook.com/fumanoids>

<http://www.fumanoids.de>

Bilder: Fumanoids, Kristina Schippling, Thomas Trutschel,
Bernd Wannemacher, Jakob Weber