

Seminar „Humanoide Roboter“

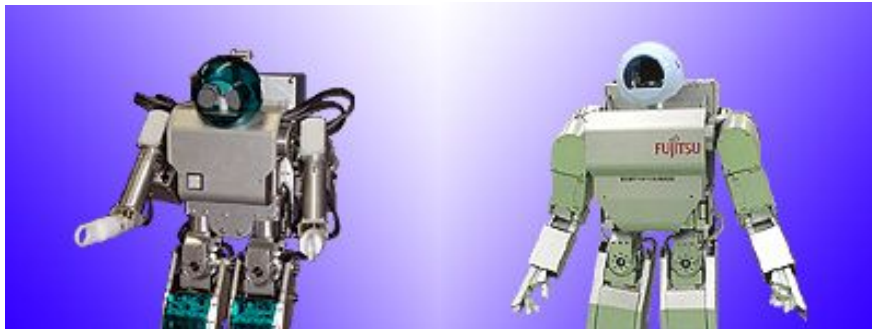
WS 2004/05

Entertainment Roboter

–

Fujitsu HOAP

Pino



Philipp Nitz

pnitz@techfak.uni-bielefeld.de

Inhalt

1.1 HOAP

1.2.1 Hoap-1

1.2.2 Interface, Host Rechner, Entwicklungsumgebung

1.2.3 Freiheitsgrade

1.2.4 Sensoren

1.3.1 Hoap-2

1.3.2 Interface

1.3.3 Freiheitsgrade

1.3.4 Sensoren

2.1.1 Pino

2.1.2 Freiheitsgrade

2.1.3 Pino Control System

2.1.4 „genetic Code“

2.2.1 Pino-DX

3. Fazit

4. Quellen

1.1 HOAP

Beim HOAP (steht für Humanoid for Open Architecture Platform) Projekt von Fujitsu handelt es sich um eine Zusammenarbeit der beiden Firmenabteilungen, Fujitsu Laboratories Ltd und Fujitsu Automation Limited. Wobei die Laboratories für die Entwicklung und das Design verantwortlich sind, während die Automation letztendlich die Fertigung und den Vertrieb übernimmt.

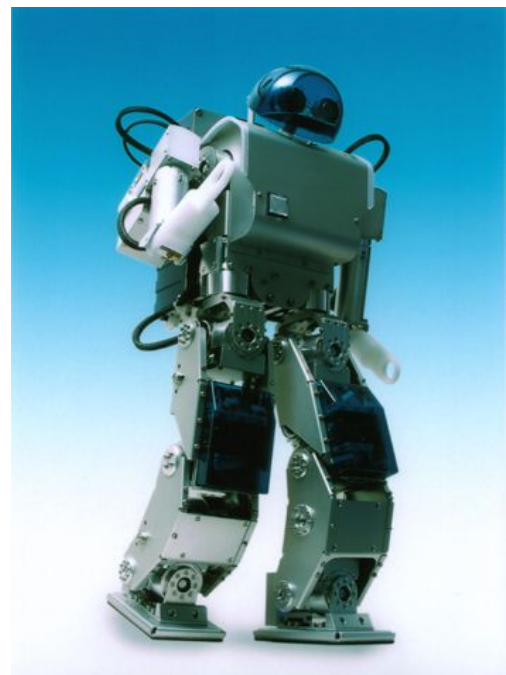
Die Einsatzfelder der Hoap Reihe liegen, laut Aussagen der Entwickler, im Bereich der Forschung und Entwicklung von Bewegungs- und Kontrollalgorithmen, wie z.B. das zweibeinige Laufen und des Weiteren bei der Erprobung von Mensch-Roboter Kommunikationsschnittstellen.

Seinem Namen folgend veröffentlicht Fujitsu die interne Architektur des Roboters um den Benutzern das Entwickeln eigener Programme zu ermöglichen.

Aus diesen Bemühen entstand schließlich der Hoap-1.

1.2.1 Hoap-1

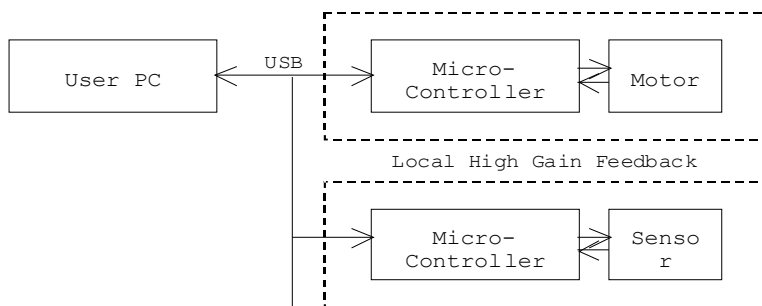
Der Hoap-1 wurde im September des Jahres 2001 von Fujitsu vorgestellt. Er ist 48cm groß, wiegt 6 Kilo und besitzt 20 Freiheitsgrade. Steuern und programmieren lässt er sich über ein USB Interface. Sein Verkaufspreis liegt bei ungefähr 45000\$. Fujitsu Automation geht von 100 Verkaufte Einheiten in einem Zeitraum von drei Jahren aus. Hauptabnehmer sind dabei Universitäten und andere Forschungseinrichtungen.



1.2.2 Interface, Host Rechner, Entwicklungsumgebung

Das interne und externe Interface des Hoap-1 basieren auf USB 1.0 (12Mbps). Durch die anpassungsfähige Firmware erreicht man eine sehr gute Erweiterbarkeit und bis zu Acht neue

zusätzliche Motoren und Sensoren (z.B. Kameras) lassen sich sehr einfach nachrüsten indem sie mit an das interne USB Netz angeschlossen werden. Extern ist der Roboter ebenfalls über die USB Schnittstelle mit dem Hostrechner verbunden.

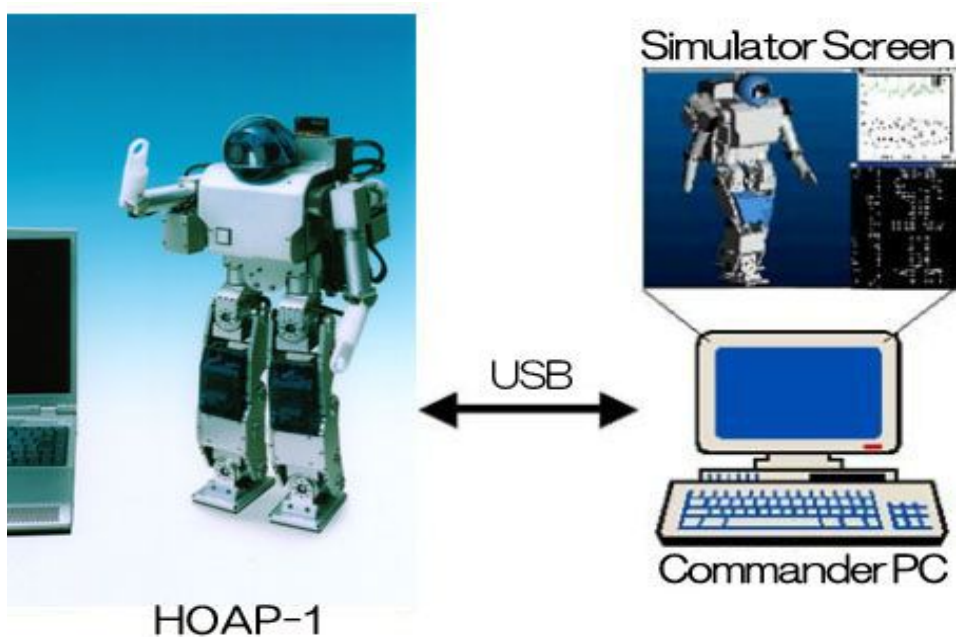


Neben dem Kabel welches die Steuerungsdaten zwischen dem Host und dem Roboter überträgt, besitzt der Hoap-1 ein weiteres Kabel welches ihn mit der externen Stromversorgung (DC24V×6.2 A) verbindet.

Bei dem Hostrechner handelt es sich um einen handelsüblichen PC, auf welchem die mitgelieferte Software läuft. Als OS kommt RT-Linux zum Einsatz um als Echtzeitbetriebssystem alle zeitkritischen Anforderungen zu erfüllen.

Die Entwicklungsumgebung bietet ein Simulationsprogramm in dem alle Roboterbewegungen im voraus programmiert und auch visuell überprüft werden können.

Eigene Programme können in C oder C++ verfasst werden.

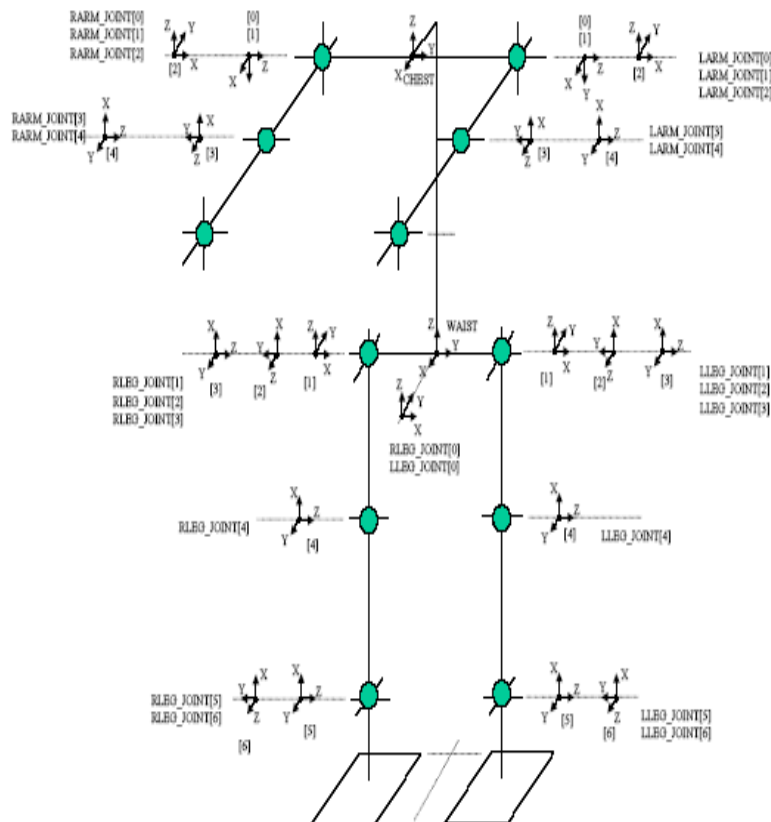


1.2.3 Freiheitsgrade

Die insgesamt 20 Freiheitsgrade des Hoap-1 teilen sich wie folgt auf:

- 6 pro Bein x2
- 4 pro Arm x2

Wie man an dieser Aufteilung gut erkennen kann, konzentrieren die Fujitsu Designer ihren Hauptaugenmerk auf den Bewegungsspielraum der Beine und Arme. Wobei die 6 Freiheitsgrade pro Bein völlig ausreichen um zweibeiniges Laufen zu bewerkstelligen. Bei den Armen fallen 3 der 4 DOFs auf das Schultergelenk und das verbleibende in den Ellenbogen. Der Unterarm bietet sonst keine weiteren Freiheitsgrade – was die Funktionalität aber auch nicht weiter einschränkt, wenn man bedenkt, das der Hoap-1 keine „Hände“ bzw. Greifvorrichtungen hat, die er einsetzen könnte. Trotzdem ist es dem Roboter möglich mit Hilfe seiner Arme vom Boden aufzustehen oder sich abzustützen. Ebenfalls komplett auf Gelenke verzichtet wurde im Unter-, Oberkörper und Hals.



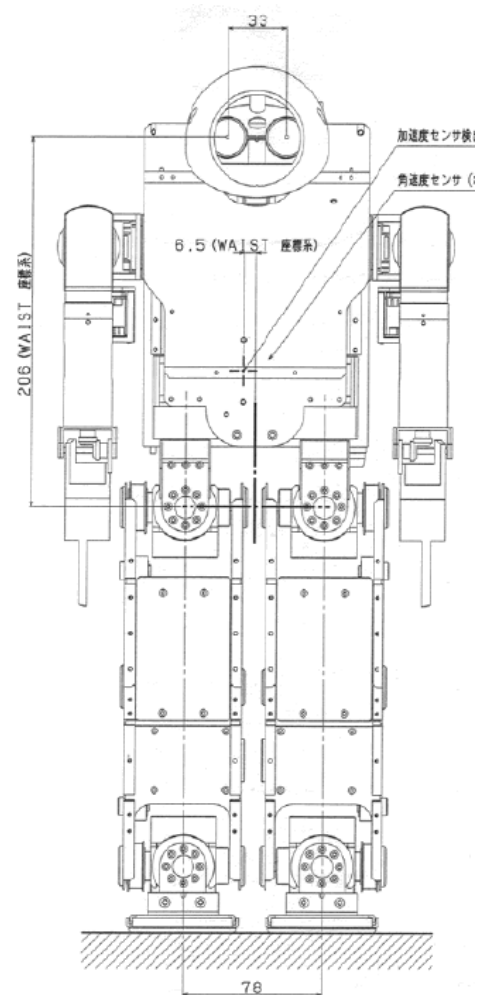
1.2.4 Sensoren

Im Hoap-1 wurden insgesamt 4 verschiedene Arten von Sensoren verbaut:

- Joint angle sensor
- 3-axis acceleration sensor
- 3-axis gyrosensor
- Foot load sensor (4 Stück pro Fuß)

Die Joint angle Sensoren befinden sich an den Motoren, die die Gelenke bewegen und liefern jeweils den überschrittenen Winkel an die Steuerungselektronik des Hoap-1 zurück. Um seine relative Position und Lage im Raum bestimmen zu können, greift der Roboter auf seinen 3-Achsen acceleration und gyro Sensor zurück. Jeder seiner Füße ist mit 4 Foot load sensoren bestückt um Unebenheiten oder dergleichen auf der gerade beschrifteten Oberfläche erkennen und ausgleichen zu können. Die Daten fließen auch in die ZMP- Berechnung mit ein.

Weitere Sensoren (wie zB Kameras) können einfach über das flexible USB Interface mit eingebunden werden.



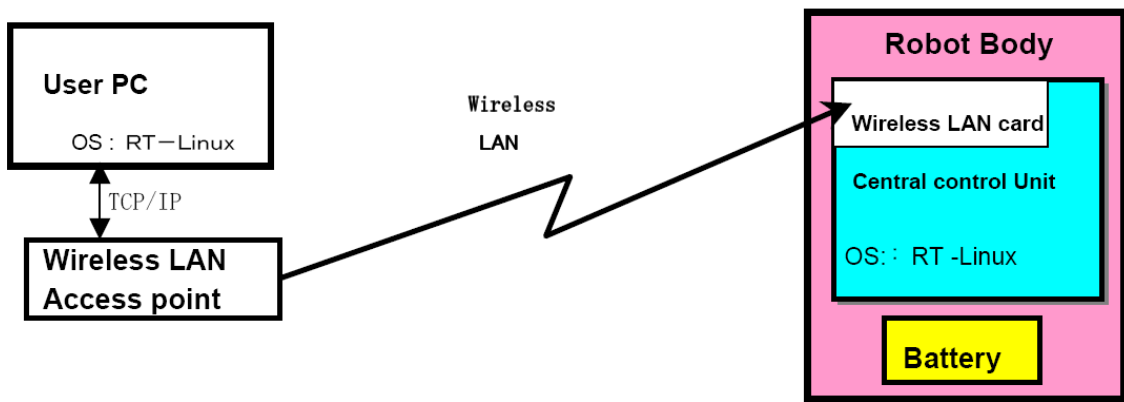
1.3.1 Hoap-2

Knapp 2 Jahre nach dem Hoap-1, im Juli 2003, stellte Fujitsu mit dem Hoap-2 einen Nachfolger vor. Dieser bot zahlreiche Detailverbesserungen und legte nicht nur in Größe (jetzt 50cm) und Gewicht (jetzt 7 kg) zu, sondern bot nun auch 25 Freiheitsgrade. Beim Interface setzte man auf das bewährte USB. Sein Preis liegt je nach Ausstattung ungefähr bei 48.000\$ - 65.000\$.



1.3.2 Interface

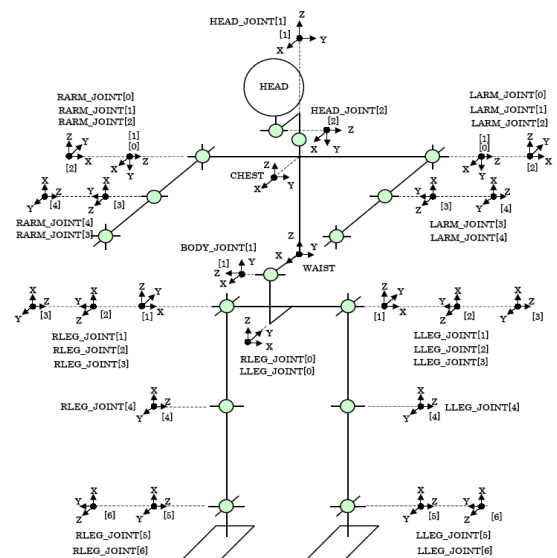
Grundsätzlich hat sich am Interface des Hoap-2 im Vergleich zum Hoap-1 nichts geändert nur gibt es eine Neuerung. Neben der Kabelgebundenen Variante, bei der der Roboter mit einem Kabel mit dem Host zu verbunden ist, ist es nun optional möglich den Hoap-2 mit Wireless Lan (IEEE802.11b) ausgerüstet zu bekommen. Die dazu notwendigen Komponenten, wie die Wireless Lan Card, werden dazu im Roboter an das interne USB Netz angeschlossen. Da nun aber die Steuer- und Versorgungsleitung wegfallen, muss der Hoap-2 zusätzlich mit einer eigenen CPU (Geode GX1) und einer lokalen Stromversorgung durch eine Batterie (NiMH battery 24V, 2100mAh) ausgestattet werden.



1.3.3 Freiheitsgrade

Die Zahl der Freiheitsgrade wurde beim Hoap-2 im Vergleich zu seinem Vorgänger um 5 erhöht. Wie man aus der Gesamtverteilung erkennen kann hat sich bei der grundsätzlichen Verteilung bei Armen und Beinen nichts verändert:

- 6 pro Bein x2
- 4 pro Arm x2
- 1 Hüfte
- 1 pro Hand x2
- 2 Nacken/Kopf

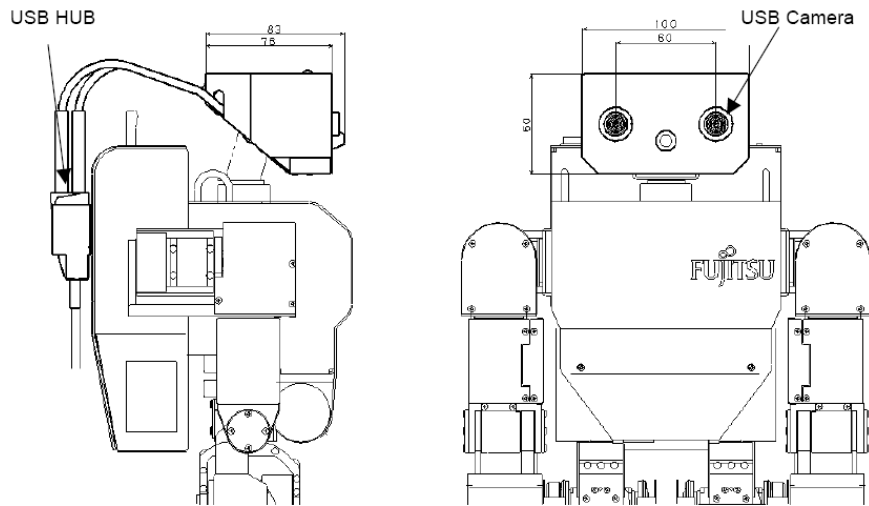


Um seinen Oberkörper beweglicher zu gestalten, wurde ihm ein Gelenk in der Hüfte spendiert. Die 2 Freiheitsgrade im Kopf dienen dazu, dort untergebrachte Sensoren wie Kameras besser nutzen zu können. Schlussendlich sind die Handgelenke mit 2 DOFs

dazugekommen, was nötig war, da der Hoap-2 nun über handähnliche Greifer verfügt, um Gegenstände festhalten zu können.

1.3.4 Sensoren

Grundsätzlich verfügt der Hoap-2 über die gleichen 4 Arten von Sensoren wie der Hoap-1. Optional ist er nun mit einer Stereo-Kamera erhältlich, welche natürlich auch ans USB Interface angeschlossen ist.



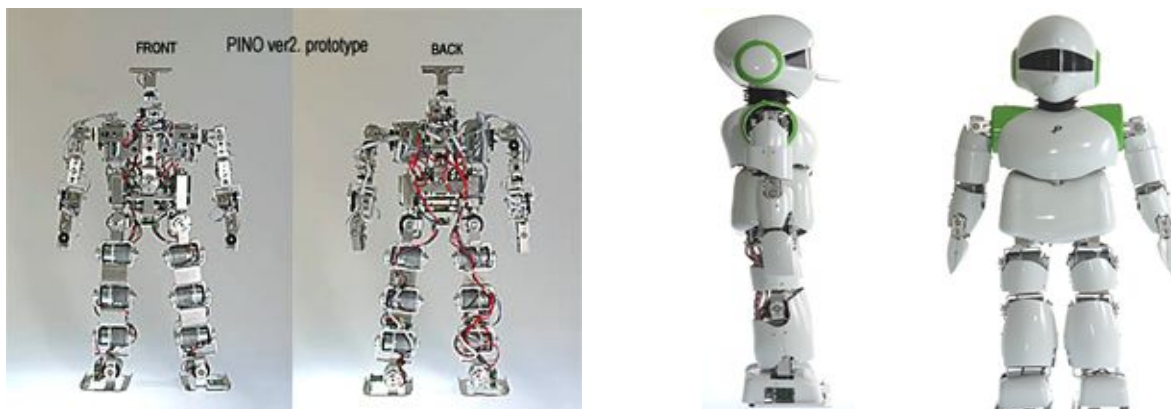
2.1.1 Pino



Der Pino wurde im Zeitraum von 1999 bis 2001 von Kitano Symbiotic Systems Project entwickelt. Die Entwickler sahen die Herausforderung im Design der äußeren Hülle und versuchten damit eine gewisse Art von Ästhetik auszudrücken. Ein weiteres Ziel war dabei, den Aufbau des Roboters so einfach wie möglich zu halten und auf Standardbauteile zurückzugreifen. Der Name „Pino“ rührt dabei von der Geschichte von „Pinocchio“ her, in der eine geschnitzte Holzpuppe den Wunsch hat ein echter Mensch zu sein. Von daher erklärt sich auch die etwas längere Nase des Roboters.

Die Lizenz zur Fertigung des Pino hat die Firma ZMP Inc. übernommen.

Pino ist mit einer Größe von 70 cm um einige Zentimeter größer als die Roboter der Hoap Reihe, aber unterbietet diese in Punkto Gewicht um einiges, da er durch ausgesuchte Leichtbau-Fertigungsteile und Kunststoffhülle nur 4,5 Kilo auf die Waage bringt. Insgesamt kommt er auf 26 Freiheitsgrade. Sein Interface basiert auf der seriellen RS-232c Schnittstelle. Es gibt ihn in 2 Versionen zu kaufen, mit einem Preis von 29000\$ für die Variante ohne und für 45000\$ mit Aussenhülle.



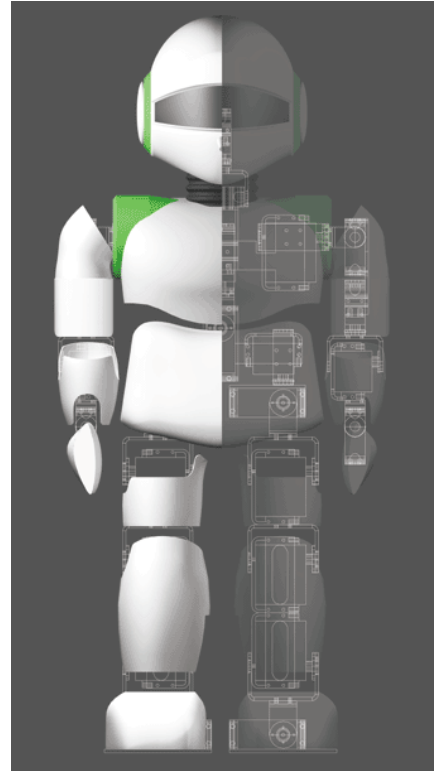
Hinsichtlich der Offenheit der Plattform gehen die Entwickler noch einen Schritt weiter als die Hoap Schöpfer und veröffentlichen neben der Steuersoftware und Schnittstellenspezifikation eine Liste alle Bauteile inklusive Schaltplänen.

2.1.2 Freiheitsgrade

Seine Freiheitsgrade verteilen sich wie folgt:

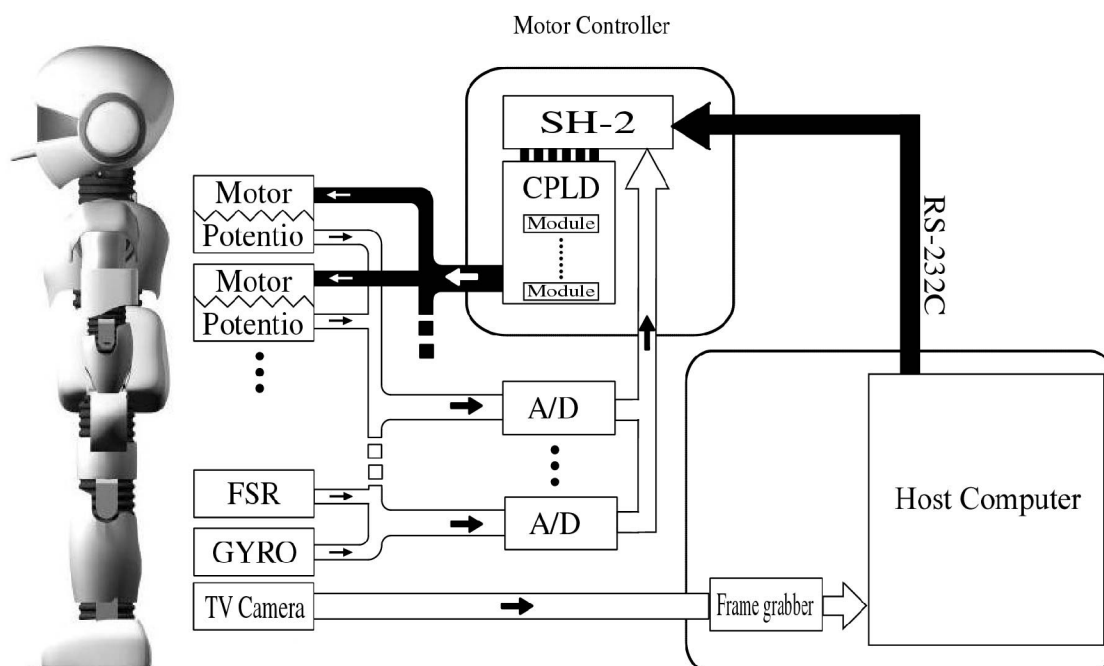
- 5 pro Arm x2
- 6 pro Bein x2
- 2 Rücken
- 2 Nacken/Kopf

Seine vielen Freiheitsgrade ermöglichen es ihm einen Großteil menschlicher Bewegungen, wie laufen, winken, sich verbeugen etc nachzubilden.



2.1.3 Pino Control System

Im Pino Control System laufen alle Sensor und Steuerungsdaten des Pinos zusammen. Im Wesentlichen greift er auf dieselbe Art von Sensoren zurück wie die Hoap-Roboter. Programmierte Befehle vom Host werden über die serielle Schnittstelle an den Signalprozessor (SH-2) weitergeben, welcher diese verarbeitet und an die einzelnen Motoren weitergibt. Gleichzeitig erhält er von den einzelnen Sensoren ein Feedback, welches die nachfolgenden Bewegungen beeinflusst.



2.1.4 „genetic Code“

Dadurch dass der Pino mit schwächeren Motoren, mit einem vielfach kleinem Drehmoment als üblich bei Entertainmentrobotern, wie z.B. der Sony SDR-4X, ausgestattet ist, bestand die Notwendigkeit seine Programmierung daran anzupassen und seine Entwickler entschlossen sich, deswegen einen lernenden „genetic Code“ zu verwenden. So kann er sich das Laufen selber beibringen, indem er mehrere Bewegungen ausprobiert und erfolgreiche an die nächste Bewegung weiter vererbt. In Aktion sieht das dann wie folgt aus:

Zu Anfang zittert und wackelt er nur, aber nach einigen Durchgängen geht er dann in einem stolpernden, stockenden Gang und dann schließlich nach weiteren Parameteroptimierungen in eine flüssige Bewegung über.

2.2.1 Pino-DX

Eine Sonderstellung nimmt der Pino-Dx ein. Es ist die unoffizielle Spielzeugversion des Pino. Abgesehen von dem an Pinocchio angelehnten Äußeren, hat er wenige Gemeinsamkeiten mit seinem Vorbild. Der Pino-DX besteht hauptsächlich auf Kunststoff und ist mit 40 cm deutlich kleiner, als der originale Pino. Aber auch deutlich billiger, denn er ist schon für unter 100€ erhältlich. Seine Fähigkeiten beschränken sich dabei auf ein „Tamagotchi“ ähnliches Verhalten, wobei er die Aufmerksamkeit auf sich ziehen will. Dazu kann er seine Stimmung mit Hilfe seiner Visier-Farbe ausdrücken, welche z.B. bei guter Laune grün leuchtet, sich bei schlechter Laune bzw. zu wenig Aufmerksamkeit rot verfärbt.

Des Weiteren beherrscht er einen so genannten „Guard-Mode“, in dem er vor sich abgestellte Gegenstände bewacht. Sollte jemand diese unerlaubt wegnehmen fängt er laut an zu Piepen und Krach zu machen.

Mit diesen Eigenschaften wird er hauptsächlich in den Spielzimmer der Kinder anzutreffen sein und kann mit seinen Vorbildern hinsichtlich Forschung und Entwicklung nicht konkurrieren, was aber wohl auch nicht seine Absicht ist.



3. Fazit

Es ist schwer die Hoap Roboter mit dem Pino zu Vergleichen, da die Designer stark unterschiedliche Ziele verfolgten. Fujitsu legte bei den HOAP Robotern den Hauptaugenmerk auf das zweibeinige Laufen und richtet sich eher an die Forschung und Lehre. Während die Schöpfer vom Pino, eher die Ästhetik der Roboterhülle vor Augen hatten. So haben beide Roboterlinien gemeinsam, dass sie aufgrund ihrer kompakten Größe eher unfreiwillig zu den

Entertainmentrobotern gezählt werden. Aber sie können uns die Möglichkeiten aufzeigen zu denen humanoide Roboter in Menschengröße in Zukunft fähig sein werden.

4. Quellen

Hoap:

<http://www.automation.fujitsu.com/en/products/products12.html>

<http://www.automation.fujitsu.com/en/products/products07.html>

<http://www.automation.fujitsu.com/en/products/pro07/catalog.pdf>

<http://www.automation.fujitsu.com/en/products/pro07/HOAP1-SPEC.pdf>

<http://www.automation.fujitsu.com/en/products/products09.html>

<http://www.automation.fujitsu.com/en/products/pro09/hoap2instruction03e.pdf>

<http://www.automation.fujitsu.com/en/products/pro09/hoap2catalog.pdf>

<http://www.automation.fujitsu.com/en/products/pro09/hoap2designspec.pdf>

<http://www.automation.fujitsu.com/en/products/pro09/hoap2camera.pdf>

<http://www.labs.fujitsu.com/en/theme/robot/robot.html>

<http://pr.fujitsu.com/en/news/2001/09/10.html>

<http://www.golem.de/0303/24753.html>

<http://www.fujitsu.com/my/news/articles/200409-03.html>

<http://pr.fujitsu.com/en/news/2003/03/27.html>

<http://japaneserobots.blogspot.com/>

<http://birg.epfl.ch/Jahia/site/birg/cache/offonce/pid/54248>

Pino:

http://www.zmp.co.jp/e_html/products_pino.html#pino

<http://www.symbio.jst.go.jp/~tmatsui/pinodesign.htm>

<http://www.symbio.jst.go.jp/%7Eyamasaki/>

<http://www.symbio.jst.go.jp/symbio/PINO.html>

<http://www.openpino.org/>

http://www.eet.com/article/printableArticle.jhtml?articleID=12804629&url_prefix=sys/news&sub_taxonomyID=

<http://archives.cnn.com/2001/BUSINESS/asia/07/03/tokyo.pinorobot/>

<http://www.androidworld.com/prod01.htm>

Allgemein:

<http://www.robwelt.de/>

<http://www.nosc.mil/robots/>