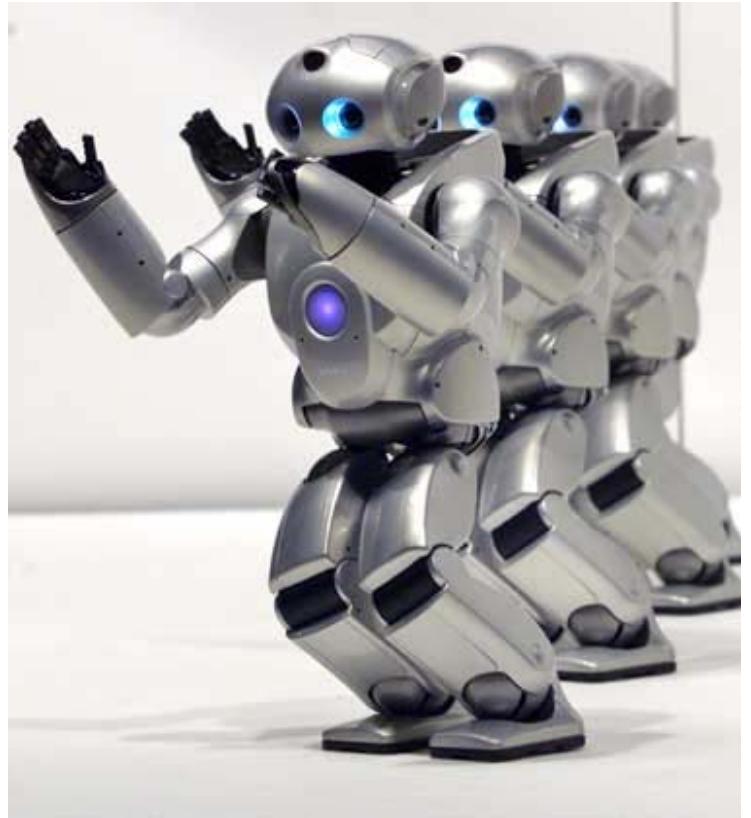


# Seminar Humanoide Roboter WS 04/05

## Unabhängige Verhaltenskontrollarchitektur



In dieser Ausarbeitung zu dem zur „unabhängigen Verhaltenskontrollarchitektur“ soll zunächst ein die Motivation die zur Schaffung eines unabhängigen Roboters mit verschiedenen Verhaltenskontrollmechanismen geführt hat erklärt werden. Wir werden uns mit dem Sony QRIO beschäftigen welcher als Beispiel für einen autonomen Roboter gewählt wurde. Danach werden wir uns mit den Verschiedenen angewandeten Methoden beschäftigen die zur Simulation eines möglichst intelligenten menschenähnlichen Verhaltens benutzt werden und zum Schluss werden wir dies noch einmal alles zusammenfassend beleuchten.

Es wird immer häufiger Versucht möglichst autonome Roboter zu schaffen um diese als eine Art Entertainment Roboter zu benutzen Das Ziel ist es eine Industrie für autonome Entertainment Roboter zu festigen bzw. zu schaffen. Da der QRIO eine Schöpfung aus dem Hause Sony ist möchte ich mich dort gerne ein wenig mehr mit beschäftigen. Die Firma Sony ist eine der führenden wenn nicht der führende Hersteller im bereich der Entertainment Roboter.

Sony hat mit dem AIBO einen Roboter Hund als eine Art Haustier geschaffen und dieser wird auch immer weiter verbessert er war der erste wirklich autonome und frei verkaufte Entertainment Roboter.



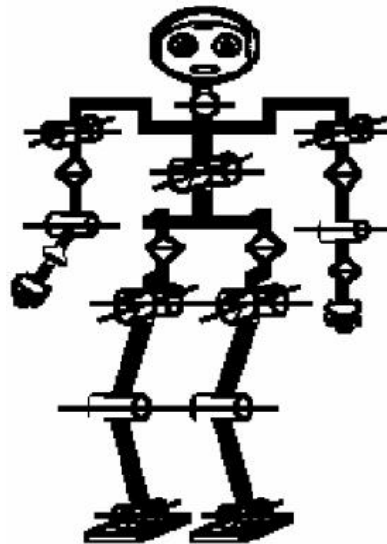
*Die digitale Kamera im neuen Aibo soll nun über erweiterte Aufnahmefunktionen verfügen, so dass der Roboter als Aufpasser dienen soll, wenn die Besitzer mal außerhüsig sind. Mit der Funktion Aibo Eyes können sie dann von ihrem Wachhund E-Mails mit angehängten Fotos zugeschickt bekommen. Weiter kann das neue Modell Musikdateien in den Formaten WAV, MP3 und WMA sowie CDs abspielen, die drahtlos von einem PC geschickt werden, und dazu tanzen. Mit dem eingebauten Kalender, der mit Microsoft Outlook kompatibel ist, kann Aibo sein Herrchen oder Frauchen an Termine erinnern. Durch die neue Software sei die Reaktionszeit von Aibo auf Sprachkommandos kürzer, teilt Sony weiter mit.*

[www.heise.de](http://www.heise.de)

Am Sony AIBO sieht man sehr schön die eigentliche Motivation der Unternehmen für die Entwicklung von autonomen möglichst menschenähnlich/menschenfreundlicher Roboter. Neben dem AIBO wurde von Sony auch der SDR-3X entwickelt der Vorgänger des Sony QRIO mit dessen Verhaltenkontrollkonzepten wir uns beschäftigen wollen.

Um ihnen einen besseren Überblick zu verschaffen um über welchen Roboter wir sprechen und möchte ich ihnen nun den Sony QRIO ein wenig besser vorstellen. Als erstes einen Überblick über die Basis

Konfigurationen, der Sony QRIO ist ein zweibeiniger Roboter welcher 58cm groß ist und 6,5kg wiegt, die kleine Größe und der somit niedrige Schwerpunkt erlauben dynamische Bewegungen als ein wirklich menschengroßer Roboter und da es sich um einen Entertainment Roboter handelt sind möglichst Dynamische Bewegungen sehr wichtig. Er besitzt 38 Freiheitsgrade davon jeweils 6 in jedem Bein, 5 in den Armen, 2 im Körper, 4 in seinem Kopf und jeweils 5 Freiheitsgrade in den Fingern. Der Sony QRIO

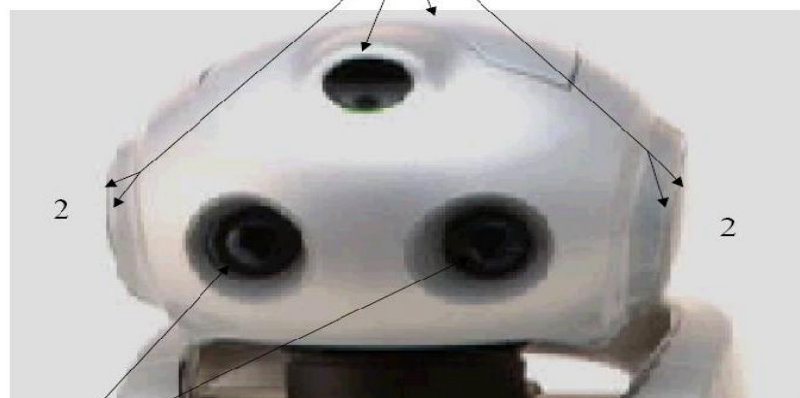
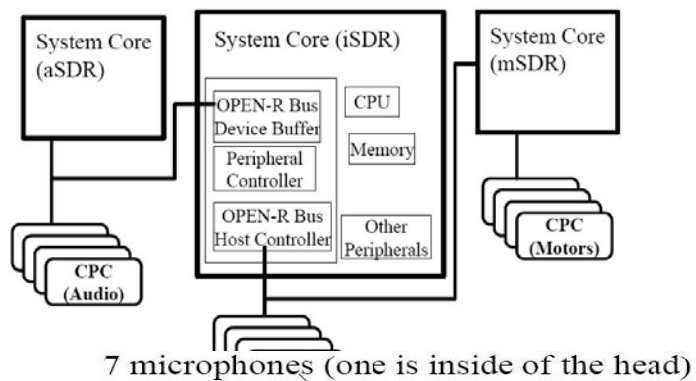


**Height: 580 mm**  
**Weight: 6.5 kg**  
**Joints: 38 DoF**

**Head: 4 DoF**  
**Body: 2 DoF**  
**Arms: 5 DoF x 2**  
**Legs: 6 DoF x 2**  
**Fingers: 5 DoF x 2**

kann 6m pro min auf unebenen Flächen überwinden und 20m pro min auf ebenen Flächen. Der Roboter besitzt 3 CPU's was eine Steigerung gegenüber dem Vorgängermodell entspricht dies wurde hauptsächlich gemacht um das Sprachverständnis zu beschleunigen. Die Steigerung des CPU-Systems ist durch die OPEN-R Architektur relativ einfach zu lösen.

Es gibt in der OPEN-R Architektur 3 verschiedene Teile der aSDR ist für das Sprachverständnis und die Sprachausgabe zuständig während der iSDR für das sehen, das Kurzzeitgedächtnis, das Langzeitgedächtnis und das Verhaltenskontrollmodul zuständig ist. Das mSDR ist für die Echtzeitbewegungskontrolle zuständig welche aber in einem weiteren Vortrag behandelt wurde.



Für das sehen und hören besitzt der Sony QRIO 7

2 CCD cameras (110,000pixels for each)

Mikrophone und 2 CCD-Kameras im Kopf. Durch die Verteilung der Mikrophone kann der Roboter stereo hören allerdings kann ist seine visuelles sehen durch die Anordnung der 2 Kameras so eingeschränkt, dass er wie seine Menschlichen Vorbilder nur noch vorne sehen kann der Preis für Menschenähnlichkeit. Da wir uns nun vorstellen können wie der Sony QRIO arbeitet und im groben funktionier wollen wir uns noch ein paar Pressestimmen zum QRIO anschauen bevor wir uns mit der Verhaltenskontrolle beschäftigen.

*Der japanische Elektronikkonzern Sony hatte vor wenigen Tagen den ersten humanoiden Roboter vorgestellt, der nicht nur gehen, sondern sogar laufen kann. "Überall auf der Welt haben Wissenschaftler daran geforscht, wie man Roboter das Laufen beibringen kann; daher sind wir stolz, verkünden zu können, es als Erste geschafft zu haben", meinte Toshi Doi, Vizepräsident von Sony nun zur Vorstellung von "Qrio" (steht für "Quest for Curiosity"). Der große Durchbruch bestehe vor allem darin, dass Qrio beim Laufen beide Füße vom Boden bekommt. Bisherige humanoide Roboter hätten immer ein Fuß am Boden, um beim Gehen die Balance zu halten*

[www.heise.de](http://www.heise.de)

*Bei der Vorstellung gestand Toshi Doi ein, dass Qrio nicht unbedingt ein Produkt mit einem tieferen Sinn sei. "Sony baut keine nützlichen Roboter, Sony stellt Roboter her, die unterhalten", so Doi.*

[www.heise.de](http://www.heise.de)

*Die japanische National Federation of UNESCO Associations will Kindern mit dem Roboter Qrio Spaß an Wissenschaft und Technik vermitteln. Der für die Dauer des Programmes zum Wissenschafts-Botschafter der Unesco ernannte humanoide Roboter soll Grundschüler animieren, sich mit Technik und Naturwissenschaften zu beschäftigen*

[www.heise.de](http://www.heise.de)

So wollen wir uns nun ein wenig damit Beschäftigen was man für möglichst Menschenähnliches Verhalten braucht. Es reicht nicht mehr einfach Dialog Module zu benutzen die sich evtl. schön anhören aber nicht zur Situation passen, um menschliches Verhalten zu simulieren muss man sich schon etwas anderes einfallen lassen. Für menschliches Verhalten brauchen wir zuerst einmal spontanes Verhalten damit der Roboter spontan mit jemandem sprechen kann und spontan auf Befehle reagieren kann, aber man kann evtl. auch die Möglichkeit schaffen Befehle zu verweigern als eine Art Persönlichkeit des Roboters der dann einfach nicht mehr alles mit sich machen lässt, aber die Persönlichkeits-Gestaltung ist eigentlich nicht die Frage mit der wir uns beschäftigen wollen, sondern eher mit weiteren Strukturen die wir für das menschliche Verhalten benötigen. Man braucht auch reflexartiges sowie überlegtes/vorrausschauendes Verhalten.(was man sich von so manchem Autofahrer wohl wünscht...) Reflexartiges Verhalten wird vor allem benötigt um sehr schnell auf Stimulationen innerhalb der Umwelt zu reagieren, also z.B um sich dem Gesprächspartner möglichst schnell zuzuwenden/zu finden oder um Notfallsituationen wie z.B Balanceverlust abzufangen. Überlegtes Verhalten wird vor allem für die Pfadplanung benötigt. Man braucht für dieses Verhalten natürlich weitere Voraussetzungen, da der Roboter ja nur über ein beschränktes Sichtfeld verfügt ist es nötig, dass er sich bereit gesehene Objekte merkt und diese speichert. Um dem Kunden ein möglichst intelligentes Verhalten des Roboters vorzumachen ist es außerdem nötig dass der Roboter sich Teile eines Gespräches merkt und diese an passender/in gleicher Situation wiederholt. Dies ist nötig da es für den Roboter zwar möglich ist die einzelnen Worte der Sprache zu verstehen aber nicht diese im Kontext zu verstehen zu werten. Es gibt wohl noch mehrere Methoden um Intelligenz zu simulieren aber auf diese werde ich nicht weiter eingehen, da wir uns nur mit der von Sony benutzen beschäftigen.

Um die oben genannten verschiedenen Verhaltensmuster umzusetzen benötigen wir verschiedene Sachen. Zu erst muss für das spontane Verhalten eine Regelung geschaffen werden, es muss eine Möglichkeit benötigt reflexartiges und geplantes Verhalten zu bewerten und zu integrieren. Vor allem für die visuelle Umgebungserkennung wird eine Art Kurzzeitgedächtnis benötigt in welcher diese gespeichert wird, für Simulation von möglichst intelligenten Dialogen muss ein Langzeitgedächtnis implementiert werden.

Sehen wir uns nun die Implementierung der Verhaltenskontrolle im Sony QRIO an sie besteht grob gesagt aus fünf Teilen.

Der Perception Part besteht aus den Sensoreingaben des QRIO, also den Audioellen, Videoellen und den Tastsensoren Eingaben. Die Tastsensoren können dabei z.B. Schlagen und streichen unterscheiden. Die visuellen eingaben liefern halt wie erwähnt Daten der Umwelt genau wie die Audioellen eingaben Daten der Umwelt liefern.

Der Memory Part besteht aus 2teilen und ist unterteilt in Kurzzeitgedächtnis und Langzeitgedächtnis.

Das Kurzzeitgedächtnis lässt sich am einfachsten durch folgendes Beispiel erklären, in Bild 1 agiert der Roboter halt mit dem ersten Mann sowie dem Ball, dann hört er ein Geräusch kann dies dem Audioellen Signal allerdings keine Visuellen Daten zuordnen, also dreht er sich, so dass er den 2ten Mann sehen kann während dieses Vorgangs behält er halt die relative Position von Mann1 und dem Ball in Relation zu seiner jetzigen Position. Dies Beispiel erklärt also wunderbar wie das Kurzzeitgedächtnis funktioniert und wozu es gebraucht wird.

Das Landzeitgedächtnis besteht im Prinzip auch aus zwei verschiedenen Teilen es gibt einen assoziativen Speicher und eine Art Symbol Speicher, der assoziative Speicher wird benutzt damit sich der Roboter an identifizierte Gesichter und bekannte Stimmen erinnern kann so kann man später einem Gesicht sofort die zu erwartende Stimme zuordnen um im assoziativen Speicher zu lernen werden neuronale Netze verwendet. Für den Symbol Speicher wird z.b. während der Konversation mit dem Nutzer eine Art Symbol über diesen Nutzer gespeichert, welche Informationen wie den Geburtstag, Lieblingsfarbe etc. speichert.

Des weiteren gibt es den Internal State Model part in welchem interne Variablen den Zustand des Roboters abbilden der durch verschiedene externe Einflüsse ständig verändert werden, es gibt z.b eine Variable für „ich brauche eine Stromquelle“ wenn der Roboter nun durch die Gegend läuft oder andere Aktionen ausführt wird die Wertigkeit dieser Variable immer höher bis der Roboter eine Aktion ausführt die im Strom bringt. Dieser Teil ist besonders wichtig für die Verhaltenskontrolle.

Im Behavior Control Module gibt es im Prinzip 3 verschiedene Module, zum einen das Modul für reflexartiges Verhalten welches in der Implementation des QRIO auch teilweise eine direkte Implementation in der Bewegungskontrolle hat um wirklich sehr schnell auf Situationen zu reagieren.

Da Situated Behavior Module enthält vor allem eine große Anzahl von vorgeschichtem Verhalten für alle möglichen erdenklichen Situationen diese Situationen und das Verhalten beruht auf einer ethologischen Studie. Dies ist der einfachste Teil der Verhaltenskontrolle, weil man für jede Situation ein gespeichertes Verhalten bereits hat.

Im Deliberative Behavior Control Module Part wird vor allem das Verhalten bei der Pfadplanung bestimmt und dazu wird auch auf die vorgeschichtem Verhaltensmuster zugegriffen so ist es möglich mehrere Sachen parallel zu Kontrollieren im Behavior Control Module

Und zu guter letzt ist der Motion control part im QRIO implementiert welcher für die eigentliche Bewegungskontrolle des QRIO zuständig ist.

Kommen wir nun dazu wie die situations-abhängige Verhaltenskontrolle genau funktioniert. Um situations-abhängiges Verhalten zu erreichen ist es vor allem wichtig das gewisse Voraussetzungen geschaffen sind, man muss verschiedene Situationen gleichzeitig einschätzen können, wenn also der Roboter auf der Strasse mit dem Ball spielt muss er einschätze ob das Ball schießen oder das dem Ausweichen des Autos wichtiger ist. Natürlich sollte es auch möglich seien verschieden Situationen gleichzeitig zu bewältigen, wenn für eine Situationsbewältigung nicht alle Ressourcen des Roboters nötig sind. Und es muss möglich seien Verhalten zu stoppen und wieder aufzunehmen, wenn z.b ein Notfall eintritt wird dieser erst bearbeitet bis er abgeschlossen wird, danach soll das alte Verhalten wieder aufgenommen werden.

Um dies nun alles zu realisieren gibt es im QRIO eine „Action Funktion“ und eine „monitoring Funktion“ die „Action Funktion“ ist dafür da ein Verhalten auszuführen und die „monitoring Funktion“ ist dafür da um mit Hilfe der internen Variablen den verschiedenen Verhalten eine Wertigkeit zuzuordnen nach welcher sie abgerufen werden, wobei hierbei die reflexartigen Verhaltensmuster eine höhere Wertigkeit besitzen da diese meist für die Lösung von Notfällen gebraucht werden. Die gesamten Verhaltensmuster sind in einer Baumstruktur angeordnet und somit ist es möglich mehrere verschiedene Verhalten gleichzeitig auszuführen solange die bisher ausgeführten Verhalten nicht alle Ressourcen des Roboters benötigen.

Zusammenfassend ist also zu sagen das man für einen möglichst menschenähnlich agierenden autonomen Roboter verschiedene Arten von Verhalten braucht, man braucht reflexartiges Verhalten für Notfälle und schnelle Reaktion, man benötigt möglichst viele vorgespeicherte Verhaltensmuster für verschiedene Situationen und man benötigt eine gute Pfadplanung. Außerdem braucht man vor allem für die Pfadplanung und für die Kommunikation mit dem Nutzer ein Kurzzeitgedächtnis und ein Langzeitgedächtnis.

Quellen

[www.heise.de](http://www.heise.de)

[www.sony.de](http://www.sony.de)

und das bereit gestellte paper