

Autonome Manipulatorsteuerung für Rehabilitationsroboter

AMAROB

Oliver Prenzel, Axel Gräser

Universität Bremen / Institut für Automatisierungstechnik
Otto-Hahn-Allee NW 1, 23359 Bremen



Kurzfassung

Das Ziel des AMaRob-Projektes besteht in der weiteren Erforschung, Entwicklung und Implementierung von Methoden zur Manipulatorsteuerung bei Rehabilitationsrobotern. Mit den zu entwickelnden Methoden wird der Nachweis der Alltagstauglichkeit und Wirtschaftlichkeit geführt werden. In der Rehabilitationsrobotik besteht dieser Nachweis darin, dass eine ununterbrochene Autonomie des behinderten Nutzers über mindestens 1,5 Stunden erreicht wird. Dazu müssen komplette komplexe Handlungsketten durch den Rehabilitationsroboter robust und sicher ausgeführt werden.

Die Basis bilden Methoden und Verfahren der Manipulatorkontrolle, der (teil-)autonomen Planung und der vollautomatischen Planverifikation, die in einem Grundlagenvorhaben erforscht wurden. Durch die Weiterentwicklung dieser Verfahren, die Entwicklung einer intelligenten Programmierschnittstelle zur Definition von Handlungsketten und Ausnahmesituationen, die Anbindung einer Mensch-Maschine-Schnittstelle (MMS) zur Benutzerinteraktion und die Kombination mit einer Intelligenten Umgebung, wird die Alltagstauglichkeit der Anwendungen nachgewiesen werden. Der Nachweis erfolgt zusammen mit dem Rehabilitationszentrum Friedehorst.

Die Forschungsarbeiten konzentrieren sich auf die Steuerung des Manipulators, da bei der genannten Anwendung ein autonomes Navigieren nicht zwingend erforderlich ist. Rollstühle können auch von Personen mit sehr starken Behinderungen so manövriert werden, dass Objekte in den Arbeitsbereich des Roboters gelangen. Die Arbeiten gehen von einer Teilautonomie (Unterstützung der Steuerung durch die kognitiven Fähigkeiten des Nutzers) aus, da die volle Autonomie eines Roboters die Komplexität des Systems in unrealistische und unwirtschaftliche Bereiche treiben würde. Um die Alltagstauglichkeit nachzuweisen, werden komplette Prozessketten (z.B. monatlicher Lieferservice von Tiefkühlgerichten und darauf aufbauend die Vorbereitung und Durchführung einer Mahlzeit, also die komplette Vorbereitung des Essens, die Essensaufnahme, und die Nachbereitung) betrachtet. In der zurückliegenden ersten Projektphase wurden zwei An-

wendungsszenarien aus dem beruflichen und ein Szenario aus dem privaten Umfeld unter Einbeziehung zukünftigen Nutzer, Nutzerorganisationen und Therapeuten konzipiert.

1 Einleitung und Überblick

1.1 Bedarf an manipulatorbasierten Rehabilitationsrobotern

Eine Tatsache, die sich aus dem demographischen Wandel und den Fortschritten der Gesundheitspflege ergibt, ist, dass

- die Anzahl von älteren Menschen an der Gesamtbevölkerung deutlich steigen wird und damit auch der Anteil von Personen, die von einer krankheitsbedingten Behinderung (Schlaganfall, Herzinfarkt usw.) betroffen sein werden;
- die Anzahl von Menschen, die nach einem Unfall behindert sind, ebenfalls ansteigen wird, da eine verbesserte Sofortversorgung die Überlebenschancen, wenn auch mit bleibenden Behinderungen, verbessern wird.

Aus diesem Grunde besteht im Bereich der Rehabilitationsrobotik zur Unterstützung von behinderten und kranken Personen die Forderung, dass eine volle Autonomie für mindestens 1,5 h im privaten oder beruflichen Umfeld ohne Hilfe durch unterstützende Personen sichergestellt werden kann. Das bedeutet, dass komplette Handlungsketten durch den Rehabilitationsroboter beherrscht werden müssen.

1.2 Stand der Technik

Kommerziell erhältlich sind derzeit 2 Rehabilitationsroboter. MANUS von Exact Dynamics, NL und Handy 1, GB. Beide Systeme sind bezüglich des Anwenderkreises sehr limitiert, da sie keine hohen Automatisierungsfunktionen haben. Handy 1 hat ein sehr eng begrenztes Aufgabenrepertoire (5 Bewegungsmuster; speziell für die Nahrungsaufnahme). MANUS kann über eine Tastatur oder per Sprache gesteuert werden. Aber diese elementaren Steuerungen unterstützen den behinderten Nutzer nur sehr gering.

1.3 Zielsetzung und Ansatz

Forschungen zum Thema Rehabilitationsrobotik werden an vielen Instituten durchgeführt, wobei die meisten Arbeiten sich auf die Navigation des Rollstuhls beziehen und ein kleinerer Teil auf die Kontrolle des Manipulators. Dabei sind eine Reihe von entscheidenden Randbedingungen zu beachten. Bei den Aktionen des Manipulators können weder festgelegte Positionen der Objekte, noch feste Handlungssequenzen vorausgesetzt werden. Die Sensorsignale sind nicht absolut zuverlässig, sondern können durch die Umgebungsbedingungen stark beeinflusst werden. Das Automatisierungssystem muss sensorgestützt arbeiten und ausgehend vom Anfangszustand und vom zu erreichenden Ziel die Handlungssequenz eigenständig planen, die Realisierbarkeit und Fehlerfreiheit des Plans automatisch überprüfen, die Korrektheit nachweisen, die Planausführung überwachen und gegebenenfalls an veränderte Umgebungsbedingungen anpassen, also weitere Sensorinformationen einbeziehen oder ggf. neu planen. Forschungen am IAT führten zu dem Ergebnis, dass eine schwache Strukturierung des Roboterumfeldes die Komplexität der Aufgabenstellung senken und die Einsatzfähigkeit des Roboters deutlich erweitern würde.

Soweit aus der Literatur und durch wissenschaftliche Kontakte bekannt, gehört das am IAT entwickelte FRIEND-II-System bezüglich des Manipulatoreinsatzes zu den am weitesten fortgeschrittenen Systemen. Die sehr robuste Ausführung einer typischen Handlungskette (Getränk

einschenken und anreichen) bei sehr variablen Umgebungsbedingungen konnte nachgewiesen werden. Das Forschungsprojekt AMaRob baut auf diese Erkenntnisse auf und entwickelt sie fort, um schließlich die Alltagstauglichkeit eines Rehabilitationsroboters nachzuweisen.

Typische in der Rehabilitationsrobotik auftretende Handlungssequenzen sind bei der Nahrungszubereitung, der Unterstützung beim Essen und Trinken (Flasche öffnen, Getränk einschenken, Flasche abstellen, Glas anreichen), (Tiefkühlgericht aus Kühlfach entnehmen, auspacken, in Mikrowelle zubereiten, servieren, Nahrung anreichen), dem Abräumen des Tisches und der einfachen Körperhygiene zu finden. Im beruflichen Umfeld sind Tätigkeiten wie das Greifen eines Buches oder Ordners, das Handhaben von Belegen, das Drücken von Schaltern und Knöpfen, das Öffnen von Gefäßen oder Türen usw. beispielhaft zu nennen. Obwohl diese Aufgaben auf den ersten Blick einfach und sequentiell durchführbar anmuten, treten durch variable Umweltbedingungen sehr viele mögliche Varianten auf, die zu sehr komplexen Planungsprozessen und Abläufen führen.

Teilautonome, kooperierende Systeme werden deshalb in AMARob vorgeschlagen, um die Komplexität der Aufgabenstellung zu begrenzen. Die kognitiven Fähigkeiten des Nutzers werden eingebunden, um Widersprüche in den Sensorsignalen, die durch das Automatisierungssystem unauflösbar sind, aufzulösen und eine evtl. zu große Vielfalt von Handlungsalternativen einzugrenzen. Durch Benutzereingaben soll auch das mögliche Aufgabenspektrum durch neue Verknüpfungen existierender Handlungssequenzen erweitert werden.

Das Forschungsvorhaben besteht einmal aus dem unmittelbaren Forschungsanteil zur teilautonomen Steuerung von Manipulatoren und zu einer wesentlichen Komponente in der Festlegung von Szenarien und der Einbettung des Rehabilitationsroboters in Prozessketten. In die Definition und Entwicklung der Prozessketten sind Hersteller, Anwender und öffentliche Einrichtungen, die die spätere Finanzierung der Rehabilitationsroboter für die Anwender übernehmen, einbezogen.

Um Servicerobotern auch wirtschaftlich zum Erfolg zu verhelfen, genügt eine rein technische Entwicklung nicht. Es ist vielmehr notwendig, gesamte Serviceszenarien zu betrachten und den Serviceroboter in eine Prozesskette und in ein organisatorisches Umfeld einzubetten. Das gilt generell für Serviceroboter, aber in besonderem Maße für den Einsatz der Roboter in Rehabilitation und Pflege.

1.4 Meilensteine

Die Zielsetzung von AMaRob ist insbesondere durch die Meilensteine festgelegt.

Meilenstein 1: Definition, Darstellung und Simulation der Einsatzszenarien für zwei berufliche ein privates Umfeld

Eine klare Aufgabenbeschreibung für eine Aufgabe im privaten Umfeld und für 2 Aufgaben im beruflichen Umfeld ist die Voraussetzung für die Entwicklung eines alltagstauglichen Serviceroboters, der dem Nutzer eine Autonomie von min. 1,5 h bringt. Der erste Meilenstein wird daher erreicht, wenn die 3 Einsatzszenarien definiert und in allen Einzelheiten mit den Nutzern und den Kooperationspartnern abgeklärt sind. Die dabei neu erarbeiteten Methoden und die Ergebnisse werden dokumentiert und bilden den 1. Meilenstein, der nach 9 Monaten erreicht wird. Parallel zu diesen Arbeiten können natürlich bereits grundlegende Forschungsthemen und Entwicklungen bearbeitet werden, die durch die Szenarien nicht beeinflusst werden.

Meilenstein 2: Fertigstellung der Intelligenten Umgebung, des teilautonomen Rollstuhls, der Hardware-Komponenten und der Basissoftware

Mit Meilenstein 2 werden die notwendigen HW-Komponenten und Basis-SW-Module fertig gestellt, die zur Ausführung eines Teils der Grundlagenforschungsarbeiten und der Anwendungsentwicklung notwendig sind. Dieser Meilenstein wird nach 18 Monaten, also nach der Hälfte der Laufzeit des Forschungsvorhabens erreicht, so dass ausreichend Zeit zur Verfügung bleibt, um die Untersuchungen zum Nachweis der Alltagstauglichkeit und einer mindestens 1,5-stündigen Autonomie durchzuführen.

Meilenstein 3: Nachweis der ununterbrochenen Autonomie für mindestens 1,5 Stunden in zwei Szenarien

Der Meilenstein 3 ist erreicht mit dem Nachweis der 1,5-stündigen ununterbrochenen Autonomie des Nutzers in zwei der drei Szenarien. Der Abschluss dieses Meilensteins wird nach 36 Monaten erwartet.

Abschluss: Nachweis der ununterbrochenen Autonomie für mindestens 1,5 Stunden in allen drei Szenarien

Das Projekt wird abgeschlossen mit dem Nachweis der Alltagstauglichkeit aller drei Szenarien nach ausführlichen Tests und Zusammenstellung aller Dokumentationen und Veröffentlichungen, sowie einer detaillierten Vorbereitung der Vermarktung.

1.5 Innovation

Das Forschungsvorhaben wird einen wesentlichen Beitrag auf den Gebieten des Steuerungsentwurfs für teilautonome Robotersysteme auf einer hohen Abstraktionsebene, der autonomen Plan- generierung, der automatischen Planverifikation für komplexe Roboterhandlungen und der ko- operierenden Steuerung von Robotern durch Mensch und Automationssystem liefern. Alle diese Gebiete sind erst in Teilbereichen erforscht. Insbesondere werden Ergebnisse der Grundlagenfor- schung in Anwendungsgebiete so übertragen werden, dass sie schließlich für kommerzielle An- wendungen nutzbar werden. Technische Systeme, die im Rahmen dieses Forschungsvorhaben entstehen, sind in den Bereichen intelligente Greifer, intelligente Werkzeuge, leistungsfähige Bildverarbeitungssysteme und Planungstools angesiedelt und können komplett mit den Robotern oder einzeln einer Vermarktung zugeführt werden. Die Anwendung der Methoden und Verfahren ist nicht auf den Bereich der Rehabilitationsrobotik beschränkt. Vielmehr treten vergleichbare Probleme in der industriellen Fertigung und bei Erkundungsrobotern auf.

1.6 Die Kooperationspartner und Auftragnehmer in AMaRob



Universität Bremen, Institut für Automatisierungstechnik, Otto Hahn Allee NW1, 28359 Bremen



i/i/d – Institut für Integriertes Design, Am Speicher XI, Abt.7, Boden 3, 28217 Bremen (Unterauftragnehmer des IAT)



Amtec robotics GmbH, Pankstrasse 8-10, 13127 Berlin



Otto Bock HealthCare GmbH, Max-Naeder-Str. 15, 37115 Duderstadt



Neurologisches Rehabilitationszentrum Friedehorst, Rotdornal- lee 64, 28717 Bremen



Meyra GmbH&Co. KG, , Meyra-Ring, 32689 Kalletal-Kalldorf

IGEL GmbH, Speicher 1, Konsul-Smidt-Str. 8c, 28217 Bremen

2 Projektstatus

Nachfolgend wird zunächst eine Übersicht über die Aufgaben der Kooperationspartner im Forschungsprojekt AMaRob gegeben. Darin enthalten sind die Problemstellungen, zentralen Forschungsthemen und die konzeptionellen Ansätze. Anschließend werden die wichtigsten bisherigen Ergebnisse präsentiert.

2.1 Forschungsthemen, Arbeitspakete und Konzepte

2.1.1 Methoden zur teilautonomen Robotersteuerung in Intelligenter Umgebung (IAT)

Das IAT übernimmt als projektleitende Stelle die Koordination der einzelnen Forschungsarbeiten der Projektpartner und ist für deren Integration in ein Gesamtsystem sowie für die Qualitätssicherung der entwickelten Hard- und Software verantwortlich. Das zentrale Forschungsthema fokussiert auf eine teilautonome Steuerung von Rehabilitationsrobotern in Intelligenter Umgebung und umfasst die anfängliche Analyse und Definition von Unterstützungsszenarien, die Planung und den Aufbau einer Intelligenen Umgebung, die Erforschung von Methoden zur Spezifikation und Verifikation vorstrukturierter Handlungsketten und die Planung und teilautonome Aufgabenbearbeitung auf deren Basis. Des Weiteren sind Strategien zur teilautonomen Manipulatorsteuerung, der gezielten Integration von (u. a. aus der Intelligenen Umgebung zu beziehenden) Sensorinformationen und der Einbettung von Umfeldkontrollsystemen in eine Gesamtsoftwarestruktur zu erforschen. Während der gesamten Projektlaufzeit wird das IAT eng mit behinderten Nutzern kooperieren. Das gilt von der Konzeption über die Realisierung bis zum abschließenden Test.

2.1.2 Leichtgewichtiger Roboterarm mit miniaturisiertem Handgelenk und integrierter Sensorik (Amtec)

Amtec wird im Konsortium des Forschungsvorhabens AMaRob die Aufgabe übernehmen, einen leichtgewichtigen Roboterarm mit einem miniaturisierten Handgelenk und integrierter Sensorik zu erstellen. Die Anforderungen, um dieses Ziel zu erreichen, gehen dabei weit über die bisher standardmäßig erreichbaren Anforderungen im Bereich der Industrie- und Rehabilitationsrobotik hinaus. Es sind deshalb grundlegende Forschungsarbeiten zu den Themen

- Werkstofftechnik
- miniaturisierte Sensorik und
- mechatronische Lösungskonzepte

durchzuführen. Die Forschungsarbeiten sollen zu einem Demonstrator führen der sowohl den Nachweis der Realisierungsmöglichkeit als auch den Nachweis der Alltagstauglichkeit erbringt.

2.1.3 Grundlagen zur mechatronischen Neugestaltung eines alltagstauglichen Rehabilitationsroboters auf der Basis eines Rollstuhls und Roboterarms (Meyra)

Die Forschungsarbeiten von Meyra konzentrieren sich auf die Entwicklung eines Elektrorollstuhls, welcher die speziellen Erfordernisse eines kompletten manipulatorbasierten Unterstützungssystems berücksichtigt. Die Integration von Manipulator und Sensorik muss derart realisiert werden, dass eine Alltagstauglichkeit des Gesamtsystems erreicht werden kann. Insbesondere

müssen mechatronische Optimierungen entwickelt werden, um eine einheitliche Integration von Mechanik und Elektronik zu gewährleisten

2.1.4 Intelligenter Greifer, Greifoptimierung, Handoptimierung (Otto Bock)

Otto Bock wird im Konsortium AMARob Forschungsthemen zu dem Arbeitsfeld „Greifen“ bearbeiten. Dazu gehören Themen wie

- Greifer für unterschiedliche Materialien (fest, nachgiebig)
- Sensorausstattung des Greifers
- Auslegung für unterschiedliche Anwendungsfelder
- Greifoptimierung
- Realisierung unter anwendungstechnischen und fertigungstechnischen Gesichtspunkten.

Die Themen reichen dabei von der anwendungsorientierten Grundlagenforschung bis zu methodischen Applikationstests und beinhalten im Einzelnen die im Folgenden detaillierter aufgelisteten Forschungsthemen.

Als Grundlage werden vorhandene oder in Entwicklung befindliche mechatronische Greifsysteme und sensorische Konzepte von Otto Bock herangezogen. Diese werden dann im Zuge des Projektes für die spezifischen Anforderungen angepasst und erweitert.

2.1.5 Intelligente Umgebung und Umfeldkontrollsysteme (IGEL GmbH)

Die IGEL GmbH wird im Forschungsvorhaben Umfeldkontrollsysteme für eine Intelligente Umgebung entwickeln. Es müssen Methoden erforscht werden um ein koordiniertes Zusammenwirken von Umfeldkontrollsystemen in einer Intelligenten Umgebung und einem Rehabilitationsrobotiksystem zu ermöglichen. Hierbei wird die Umfeldsteuerung aufgrund der spezifischen Anforderungen in Wohn- und Arbeitsumgebung getrennt zu betrachten sein. Um eine hohe Alltags-tauglichkeit zu erreichen sind die Aspekte der einfachen Wartbarkeit und der Zuverlässigkeit wichtige Ziele der Forschungsarbeiten.

2.1.6 Modellwohnung und Arbeitsumgebung, Einsatz des Rehabilitationsroboters mit Behinderten (NRZ Friedehorst)

Das Neurologische Rehabilitationszentrum Friedehorst (NRZ) betreut Patienten mit unterschiedlichsten körperlichen und kognitiven Behinderungen, die auch durch unterschiedliche Faktoren ausgelöst wurden. Die Betreuung erfolgt durch Krankengymnasten und Ergotherapeuten in der Rehabilitationsphase und Berufstherapeuten zum Ende der Reha-Phase und beim Übergang zum Berufsleben. Im Rahmen des Forschungsprojektes AMARob wird das NRZ wesentliche Beiträge bei der detaillierten Spezifikation von Betreuungs- und Unterstützungsszenarien erforschen. Im Einzelnen erfolgt in der Anfangsphase des Forschungsprojektes die Definition der Betreuungs- und Unterstützungsszenarien für ein Wohnumfeld und zwei berufliche Umfelder. Dabei ist von wesentlicher Bedeutung, dass in dieser Phase eine detaillierte Untersuchung der Behinderungen und des Einflusses auf die Unterstützungsabläufe erfolgt.

So ist es ohne Schwierigkeiten nachzuvollziehen, dass die Unterstützungsmaßnahmen unterschiedlich erfolgen müssen, wenn die behinderte Person

- rein motorisch behindert ist
- kognitiv behindert ist
- motorisch und kognitiv behindert ist.

2.1.7 Nutzerorientiertes Design (iid)

In zurückliegenden Forschungsprojekten hat sich die Zusammenarbeit mit Designern als sehr erfolgreich bewährt. Speziell Forschungsaspekte, die Nutzer betreffen, konnten wesentlich besser gelöst werden, als dies bei einer rein technischen Betrachtungsweise möglich gewesen wäre. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Ingenieuren und Designern hat sich als eine äußerst erfolgreiche Methode erwiesen, innovative Ideen für einen weiten Anwendungsbereich zu finden. Außerdem konnte so die Vermarktung frühzeitig und mit höherem Erfolg durchgeführt werden, als es die Wissenschaftler ohne Unterstützung der Designer gekonnt hätten.

Aus diesem Grunde wird das iid als Auftragnehmer des IAT nutzerorientierte Recherchen durchführen, um einerseits die Szenarien exakt auf die Bedürfnisse der Nutzer abzustimmen, aber andererseits auch eine möglichst große Variabilität zu erlauben.

Das IAT koordiniert im Rahmen der Projektleitung die Aufgabenpakete des iid und stellt darüber hinaus sicher, dass Ergebnisse zeitgerecht vorliegen und für die anderen Projektteilnehmer zur Verfügung stehen.

2.2 Status des Projektes, Ergebnisse

2.2.1 Szenarien

Unter Einbeziehung aller Projektpartner wurden die drei Unterstützungsszenarien festgelegt und ausgearbeitet. Besondere Rahmenbedingungen und genaue Inhalte der Szenarien wurden im Rahmen weiterer Workshops mit Teilnehmern vom IAT, iid und NRZ Friedehorst definiert. Es ergeben sich folgende Szenarien:

- Berufsszenario 1: Werkstatt
 - Einfache Füge- und Sortieraufgaben
 - Überprüfung von Werkstücken
 - Sichtkontrolle und Funktionsprüfung
- Berufsszenario 2: Büro
 - Bearbeitung von Dokumenten
 - Bedienung von Scanner, Drucker
 - Sortieren, Ablegen
- Alltagsszenario (ADL)
 - Zubereitung einer Mahlzeit
 - Essen und Trinken

Da das ADL-Szenario die größte Anzahl wiederkehrender Teilhandlungen aufweist, konzentrieren sich die unmittelbar nächsten Schritte zur weiteren Ausarbeitung auf dieses Szenario:

- Aufnahme der Ergebnisse aus Gesamt-/ Detaildesign in Simulationen/Tests
- Auswahl geeigneter Geräte/Werkzeuge für Benutzerinteraktionen treffen, Tests
- Schnittstellen für Benutzerinteraktionen festlegen
- Art, Weise und Durchführung der Benutzerinteraktionen verfeinern

Die grundlegenden Methoden, die es szenarioübergreifend zu erforschen gilt, werden parallel dazu weiterentwickelt. Die wichtigsten bisherigen Ergebnisse aus den einzelnen Arbeitspaketen werden nachfolgende detaillierter ausgeführt.

2.2.2 Arbeitsraumanalyse

Erst durch die Analyse des Arbeitsraumes ist es möglich, eine auf die Szenarien bezogene günstige Montageposition des Manipulators am Rollstuhl zu bestimmen. Wichtiger Fokus der manipulatorbasierten Operationen ist das Tablett des Rollstuhls. Daher müssen diverse Lagen in diesem Bereich durch den Greifer erreicht werden. Insbesondere muss das Aufnehmen der Mahlzeit vom Teller und das Anreichen an den Mund des Benutzers möglich sein. In den folgenden Abbildungen werden Untersuchungen und Simulationen zum Arbeitsraum gezeigt.

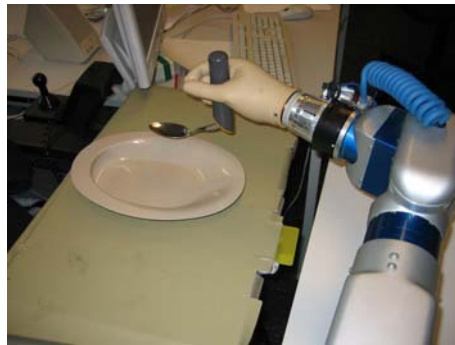


Abbildung 1: Untersuchungen zum Anreichen eines Löffels und zur günstigen Löffelform

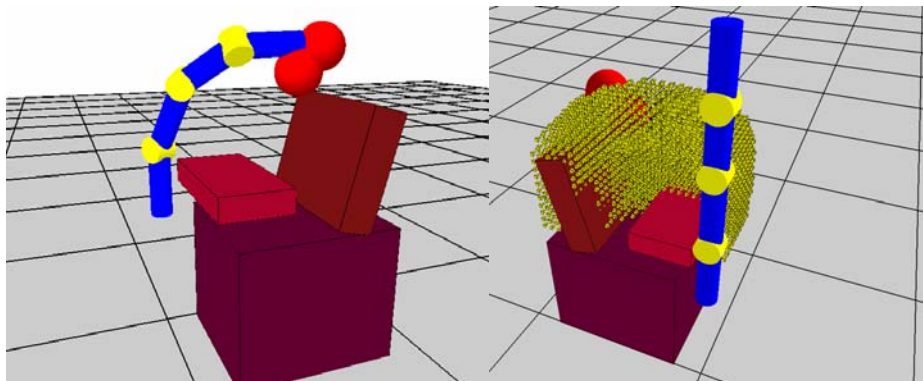


Abbildung 2: Simulation zum Erreichen der Mundposition verschieden großer Benutzer und Simulation des Arbeitsraumes

2.2.3 Anbringung des Manipulators am Rollstuhl

Es wurde damit begonnen, eine konstruktive Lösung der Manipulatoradaption an den Rollstuhl zu erarbeiten. Dabei werden die Ergebnisse der Analyse des Arbeitsraumes verwendet. Der aktuelle Entwurf sieht eine schwenkbare Anbringung vor, so dass der Arm für Türdurchfahren hinter die Rückenlehne des Rollstuhls geklappt werden kann. Dieser Entwurf wird in den folgenden Abbildungen veranschaulicht.

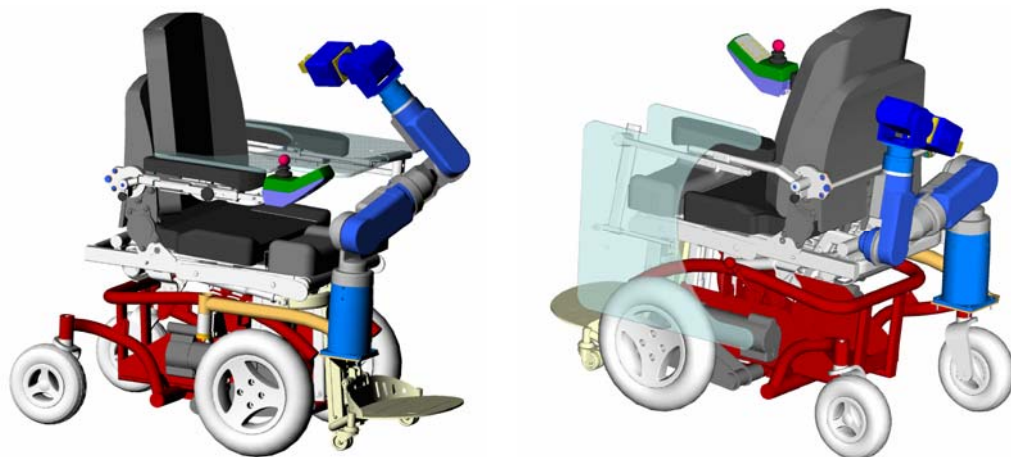


Abbildung 3: Entwurf zur Adaption des Manipulators an den Rollstuhl

2.2.4 Intelligente Tools

Um die Mahlzeiten im Szenario des privaten Umfelds mit einem Roboter handhaben zu können, soll geeignetes Geschirr entwickelt werden. Dieses muss speziellen Anforderungen genügen (z.B. greifbar durch Roboter, Lagerung im Kühlschrank, Erwärmung durch Mikrowelle oder Induktionserhitzer, einfache Lokalisierung der Komponenten, abwaschbar), soll sich darüber hinaus aber auch möglichst in bestehende Konzepte zur Essensanlieferung integrieren. Nachfolgend ist der erste Designentwurf abgebildet. Hier handelt es sich um den modifizierten Behälter des Zulieferers „Menü Mobil“.

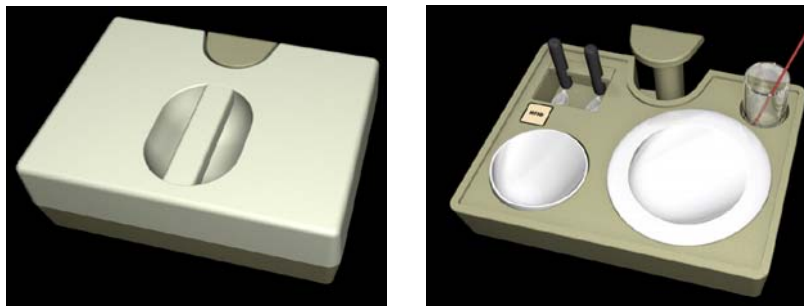


Abbildung 4: Designentwurf des roboter-/szenariogerechten Geschirrs

2.2.5 Intelligenter Greifer

Die Analyse der in FRIEND-II verwendeten Adaption einer Otto Bock Sensorhand ergibt folgende zu optimierende Punkte:

- größere Fingerdimensionen
- Nutzlast auf 6 Kg dimensionieren (der neue Roboterarm soll 10 kg heben können)
- umschlingende Finger untersuchen und ggf. konstruieren (FinRay-Ansatz)
- Ratsche mechanisch fixieren
- Integrierter CAN Bus

- Sensorstreifen entlang aller Finger (innen zur Objekterkennung, außen zur Kollisionserkennung)

Die Bearbeitung dieser Arbeitspakete wurde im Rahmen des Forschungsthemas „intelligenter Greifer“ begonnen bzw. wird aktuell fortgeführt.

2.2.6 Sicherheitsanalyse, Vorgehensweise

Es wurde festgelegt, wie die für Medizinprodukte notwendige Risikoanalyse durchzuführen ist. Hier werden vorhandene und von Meyra und Otto Bock zur Verfügung gestellte Vorgehensmodelle verwendet. Es erfolgte eine Klassifizierung nach Medizinprodukte-Gesetz für das System Rollstuhl-Roboterarm (Ergebnis: Klasse I).

Für die Sicherheitsanalyse im Bereich Software ist aktuell die Entwicklung eines auf das Systemkonzept zur Steuerung des Gesamtsystems zugeschnittenen Vorgehensmodell in Arbeit.. Darüber hinaus wird eine vollständige und ausführliche Dokumentation der Softwareentwicklung sichergestellt.

3 Erfahrungen, Bewertungen

Da das Projekt basierend auf dem Zuwendungsbescheid erst vor kurzer Zeit gestartet wurde, können bislang noch keine Erfahrungen und Bewertungen zu den folgenden Punkten aufgeführt werden.

- Praxisberichte
- Strategien
- Technologien
- Erfahrungen der Anwender
- Bewertung, Hinweise auf besondere Problemstellungen bei der Einführung der Systeme oder Technologien

4 Ausblick

Der Stand des Projektes so kurz nach dem Start erlaubt es nicht, bereits jetzt Perspektiven für die Zukunft, einschließlich weiterer zu erwartender Ergebnisse des Vorhabens zu dokumentieren, die über die Ziele und Zahlen, die im Antragsverfahren angegeben wurden., hinausgehen.

Das IAT als Projektleiter und alle Kooperationspartner werden kontinuierlich daran arbeiten, die wirtschaftlichen und technischen Ziele zu erreichen und ggf. in positiver Richtung zu erweitern und fortzuschreiben.