



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Ausarbeitung AW1

Oliver Dreschke

Der intelligente Stuhl

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	3
1 Einführung	4
1.1 Living Place Hamburg	4
2 Szenarien	6
2.1 Bürostuhl	6
2.2 Medizin	7
2.3 Wohnzimmer	7
2.4 Fazit	8
3 Realisierungsmöglichkeiten	9
3.1 „Einfache“ Sensoren	10
3.2 Sensornetz mit Multiplexern	11
3.2.1 Vorteile	11
3.2.2 Nachteile	11
3.2.3 Fazit	12
3.3 Sensornetz mit kommunizierenden intelligenten Sensoren	12
3.3.1 Vorteile	13
3.3.2 Nachteile	14
3.3.3 Aufbau eines intelligenten Sensornetzes	14
3.3.4 Aufbau eines intelligenten Sensors	15
3.3.5 Funktionsweise des Kommunikations Protokolls	16
4 Ausblick und Risiken	18
Literaturverzeichnis	19

Abbildungsverzeichnis

2.1	Schema einer anti Dekubitus Matratze der Firma ADL	7
3.1	Links: SeatScan auf Rollstuhl, Rechts: Ausgabe der Sensormatrix als Bild . .	9
3.2	Aufbau eines intelligenten Sensornetzes	15
3.3	Aufbau eines möglichen intelligenten Sensors	16

1 Einführung

Technologien zur Unterstützung des Menschen im Alter, im Alltag oder beim Lernen wird eine immer größere Bedeutung zugetragen. Um diesem Feld Rechnung zu tragen, wird an der HAW-Hamburg in Form des „Living Place Hamburg“ ein Labor eingerichtet, welches die Forschung in diesen Bereichen ermöglicht.

Diese Arbeit sieht sich im Kontext des „Living Labs Hamburg“. Bei dem in dieser Arbeit beschriebenen intelligenten Stuhl handelt es sich um eine Entwicklungsplattform für einen komplexen, modifizierbaren Sensor. Dieser Sensor soll eine Plattform für die Eröffnung neuer Technologien darstellen, welche eine Erweiterung des „Living Place Hamburg“ bringen werden.

Im ersten Schritt wird im Kapitel 1.1 ein Überblick über den Bereich gegeben, in dem sich diese Arbeit bewegt. Anschließend werden in Kapitel 2 verschiedene Szenarien vorgestellt, in denen ein komplexer Sensor in Form eines intelligenten Stuhls Verwendung finden könnte. Im zweiten Schritt wird in Kapitel 3 eine Auswahl an „einfachen“ Sensoren vorgestellt, die zur Erzeugung der in Kapitel 2 gezeigten Konzepte verwendet werden könnten. Aufbauend darauf wird ab Kapitel 3.2 der Zusammenbau der Sensoren mit Hilfe eines Kommunikationssystems zu einem Gesamtsystem gezeigt.

Im dritten und letzten Schritt wird in Kapitel 4 ein Ausblick auf die Implementierung gegeben und auf mögliche Risiken in Verbindung mit dem „intelligenten Stuhl“ eingegangen.

Im nun folgenden Unterkapitel wird erläutert, worum es bei dem „Living Place Hamburg“ geht und welche Ziele mit diesem neuen Labor verfolgt werden.

1.1 Living Place Hamburg

Wie bei der europäischen Initiative unter dem Label „Living Labs“¹ sollen beim „Living Place Hamburg“ Technologien im direkten Kontakt zu späteren Nutzern erprobt und entwickelt werden. Darüber hinaus strebt das „Living Place Hamburg“ nach einer ganzheitlichen Betrachtung von Technologien und deren Zusammenspiel.

¹<http://www.livinglabs-europe.com/livinglabs.asp>

Ein Beispiel für ein „Living Lab“ beschreiben Dr. Wolfgang Kern und Gerhard Schulz im Jahresbericht 2007 des „C-LAB“². Hierbei wird gezeigt, wie die Ideen des „Living Labs“ für die „Unterstützung mobiler Arbeitsabläufe im Umfeld des Automobilbaus“ genutzt werden kann. (Kern und Schulz, 2007, S.28)

Beim Projekt „Living Place Hamburg“ geht es nicht um den Automobilbau, sondern um den Bereich der Unterstützung des Menschen im Alltag. Wichtig ist hierbei, dass die Technologien in eine Wohnumgebung integriert werden. Dort werden die verschiedenen Technologien über Altersklassen, sowie die Vermischung dieser Altersklassen hinweg, von verschiedenen Fachrichtungen an der HAW entwickelt und erprobt werden.

Bei der Unterstützung des Menschen im Alltag handelt es sich ebenfalls um einen sehr großen und aktuellen Bereich der Forschung, der unter anderem unter dem Begriff „Ambient Assisted Living“³⁴⁵ zu finden ist.

²<http://www.c-lab.de/>

³<http://www.aal-europe.eu/>

⁴<http://www.aal-deutschland.de/>

⁵<http://www.aal-kongress.de/>

2 Szenarien

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit möglichen Einsatzszenarien des komplexen Sensors Intelligenter Stuhl. Die möglichen Szenarien werden in die Teilbereiche Büro, Wohnzimmer und Medizin aufgeteilt, da diese Bereiche unterschiedliche Anforderungen an einen Intelligenen Stuhl aufweisen. Nachdem verschiedene Szenarien dargestellt wurde, werden wichtige Gemeinsamkeiten im Fazit [2.4](#) ausgearbeitet.

2.1 Bürostuhl

Bürostühle sind einem sehr intensiven Gebrauch ausgesetzt und müssen dem Nutzer sowohl eine ergonomische Haltung, als auch bequemes Sitzen über Stunden hinweg ermöglichen. Zusätzlich sind Bürostühle im Arbeitsumfeld allgegenwärtig und verfügbar. Stattet man das Werkzeug Bürostuhl mit Sensoren und Aktoren aus, ist es möglich einen zusätzlichen Nutzen aus dem Gerät zu ziehen oder Gefahren abzuwenden.

Die einfachste Erweiterung eines Bürostuhls ist eine drucksensitive Sitzfläche. Diese erlaubt es dem Stuhl zu erkennen, ob er verwendet wird. Dadurch kann z.B. ein Computer gesperrt werden, wenn der Arbeitsplatz verlassen wird oder eine Positionserkennung von Mitarbeitern implementiert werden. In Verbindung mit einem RFID Chip im Dienstausweis wäre so auch eine Lokalisierung am Arbeitsplatz eines anderen Mitarbeiters möglich.

Eine Erweiterung dieses einfachen Drucksensors könnte eine drucksensitive Sitzfläche sein, die über zahlreiche Sensoren verfügt. Mit einer Sensormatrix kann ermittelt werden, wie der Stuhl verwendet wird. Damit ist es möglich zu erkennen, ob ein Mensch sich auf den Stuhl stellt. Mit der Information könnten z.B. die Räder und der Drehmechanismus des Stuhls automatisch blockiert werden, um Unfälle zu vermeiden.

Eine Matrix an Drucksensoren könnte ebenfalls genutzt werden, um dem Stuhl Informationen über das Sitzverhalten zu geben und nach medizinischen Gesichtspunkten zu agieren. So könnte der Stuhl bei langem, unbeweglichen Sitzen die Sitzfläche vorsichtig verändern oder den Körper des Nutzers so unterstützen, dass er in eine ergonomische Sitzhaltung gestellt wird. Das wäre auch in Flugzeugen oder Reisebussen interessant.

2.2 Medizin

Die in Kapitel 2.1 beschriebene Technik die Sitzposition über ein Array von Sensoren zu ermitteln und anschließend zum ergonomischen Einstellen des Sitzes zu nutzen, ist auch in der Medizin interessant. Hier gibt es bereits fertige Lösungen, um die Lage von älteren Patienten zu verändern. Das wird z.B. zum Vorbeugen von Dekubitus, also dem Wundliegen, verwendet. Hierbei befinden sich Schläuche in der Matratze oder der Sitzfläche eines Stuhls. In diesen Schläuchen wird nach einem vordefinierten Rythmus der Luftdruck verändert. Das Schema einer solchen Matratze wird in Abbildung 2.1 gezeigt. Ein solches Bett ist für viele ältere Menschen sehr ungewohnt. Einige vermuten Tiere unter sich und fürchten sich teilweise. Durch den Einsatz einer Sensormatte könnte dieser Ent- und Belastungsmechanismus verfeinert werden und so ein besseres Liege- oder Sitzgefühl erzeugen.

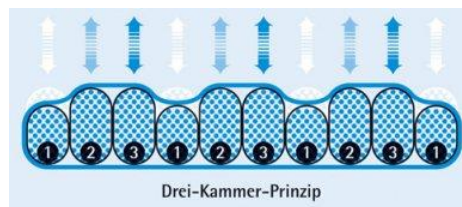


Abbildung 2.1: Schema einer anti Dekubitus Matratze der Firma ADL

Neben der Ergonomie gibt es in der Medizin den großen Bereich der Reha- Maßnahmen. Hier geht es darum, dem Nutzer eine Unterstützung zu geben, um bestimmtes Verhalten neu zu erlernen. Eine Sensormatrix kann auch hier besonders hilfreich sein. Wie in beim Bürostuhl aus Kapitel 2.1, ist es bei den Reha- Maßnahmen von Bedeutung die Sitzposition des Nutzers zu ermitteln. In diesem Fall wird die Information jedoch nicht dafür verwendet, um den Nutzer besonders zu unterstützen. Hier wird die Information dafür genutzt Aufzeichnungen für einen Arzt zu erstellen oder dem Nutzer ein Feedback darüber zu geben, was er an seiner Haltung oder Sitzposition verbessern kann. Möglich wäre auch ein Warnsignal bei falschem Sitzen.

2.3 Wohnzimmer

Das Wohnzimmer ist sowohl ein Ort der Ruhe, als auch ein Ort an dem sich Menschen treffen oder Freizeitaktivitäten nach gehen. Zentrales Möbelstück ist hier oft der Sessel oder das Sofa. Ergonomische Gesichtspunkte des Sitzmöbels liegen hier nicht so sehr im Vordergrund, wie beim Bürostuhl 2.1. Viele Menschen möchten möglicherweise im Sofa „lummeln“ oder sich darauf legen. Dabei wäre eine ergonomische Anpassung wie in 2.1 eher nicht geeignet.

Ein sinnvoller Einsatz eines komplexen Sensors wäre hier die Erkennung der Kopfposition mit Hilfe der Körperposition auf dem Sofa. Damit könnten zum Beispiel die Lautsprecher einer Surround-Anlage automatisch so geregelt werden, dass der Nutzer ein optimales Klangerlebnis genießen kann.

Mit Hilfe einer Sensormatrix wäre es ebenfalls möglich, die Sitzposition, sowie das Gewicht des Nutzers, zu erkennen. Das könnte genutzt werden, um z.B. das Sofa an den richtigen Stellen mit der nötigen Kraft vibrieren zu lassen. In Verbindung mit der Multimedia-Anlage könnte dadurch ein Filmerlebnis multimedial zu unterstreichen oder für eine Weckfunktion genutzt werden.

Ein Ärgernis im heimischen Bereich kann es sein, wenn sich das Haustier auf das Sofa legt. Hier könnte eine Sensormatrix dafür verwendet werden, um das Haustier zu erkennen und Störgeräusche o.ä. zu initiieren, um das Tier zu vertreiben. Wird der Sensor hierbei um kapazitive Sensoren erweitert, kann zusätzlich eine sichere Unterscheidung zwischen einem Tier oder einem Koffer mit einfachen Mitteln vorgenommen werden.

2.4 Fazit

In diesem Kapitel wurden verschiedene Szenarien beschrieben, die als Anregungen für die Nutzung eines komplexen Sensors „Intelligenter Stuhl“ dienen können. Der Begriff der Sensormatrix fiel hierbei besonders oft und stellt unter Anderem eine Lösung für das Problem der Körperhaltungserkennung dar. Im Folgenden wird für Sensormatrix der Begriff Sensornetz verwendet, um die Anordnung der Sensoren offen zu halten. Beim Sensornetz handelt es sich um einen sehr flexiblen Ansatz. Neben der Körperhaltungserkennung, können auch andere Sensoren in die Matrix integriert werden. Damit entfällt die Notwendigkeit eine zusätzliche Infrastruktur für das Auslesen dieser Sensoren zu schaffen. Wird die Art der eingesetzten Sensoren flexibel gehalten, ist hier ein grundlegender Sensor für den intelligenten Stuhl gefunden.

Das nächste Kapitel 3 beschäftigt sich mit möglichen Grundkomponenten eines Sensornetzes und beschreibt im Abschnitt 3.3 die Realisierung eines Kommunikationssystems, welches in der Lage ist, die Daten eines Sensornetzes aufzunehmen und weiter zu leiten.

3 Realisierungsmöglichkeiten

Was für Sensoren werden für einen intelligenten Stuhl benötigt und wie werden sie verbunden? Das sind die Fragen mit denen sich dieses Kapitel auseinandersetzt.

Neben der Haltungserkennung kann die Ausrichtung des Stuhls wichtig sein. Hierfür bieten sich Kompassmodule an. Diese erkennen ihre Ausrichtung anhand des Erdmagnetfeldes. Alternativ können Methoden der Odometrie verwendet werden, welche mit dem Ablesen von Markierungen arbeiten.

Die Arbeiten „A sensing Chair Using Pressure Distribution Sensors“ [Tan u. a. \(2001\)](#) und „Template-based Recognition of Static Sitting Postures“ [Zhu u. a. \(2003\)](#) beschäftigen sich mit der Gestenerkennung des Sitzens. Diese Gesten spiegeln genau die Haltung einer Person auf einem Stuhl wieder. Für diesen Zweck haben die Forscher der oben genannten Arbeiten einen Sensor aus der Medizintechnik verwendet. Das „SeatScan“ genannte System, welches in [Abbildung 3.1](#) links gezeigt wird, besteht aus einer flexiblen Auflage mit 2107 Drucksensoren in einem Array von 49x43 cm. Die Messwerte dieses Arrays werden in einem zweidimensionalen Bild dargestellt ([Abb.3.1](#) rechts). In den oben genannten Arbeiten wurden diese Bilder mit Hilfe verschiedener Bildanalyseverfahren aus dem Bereich der Gesichtserkennung analysiert. Es gelang verschiedene Sitzpositionen mit einer sehr hohen Trefferrate zu erkennen.

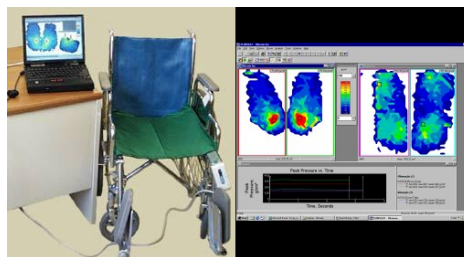


Abbildung 3.1: Links: SeatScan auf Rollstuhl, Rechts: Ausgabe der Sensormatrix als Bild

Dieses Verfahren bietet eine sehr gute Grundlage für einen intelligenten Stuhl. Leider ist die verwendete Sensormatte sehr teuer, was die Suche nach weiteren Alternativen notwendig macht. Zusätzlich wäre es interessant einen generischeren Ansatz zu finden, um zusätzliche Erweiterungen zu ermöglichen. Die folgenden Abschnitte beschäftigen sich mit solchen Ansätzen.

Begonnen wird dabei mit dem Bereich der „einfachen“ Sensoren 3.1. Hier werden die Grundsensoren beschrieben, die für die Szenarien aus Kapitel 2 benötigt werden. In den darauf folgenden Kapiteln 3.2 und 3.3 wird die Verschmelzung dieser Sensoren zu einem Gesamtsystem vorgestellt.

3.1 „Einfache“ Sensoren

Mit „einfachen“ Sensoren sind Basis Sensoren gemeint, welche alleine nicht ausreichen, um die Komplexität eines intelligenten Stuhls zu schaffen. Hier soll eine kurze Aufzählung von Sensoren oder Verfahren gegeben werden, die eine Haltungserkennung ähnlich dem „SeatScan“ ermöglichen können. Anschließend werden drei weitere Sensoren genannt, die in Verbindung mit einem Stuhl Sinn machen.

- Taster: Taster sind einfache Sensoren, wie sie zum Beispiel in Tastaturen eingesetzt werden. Die Idee ist eine einfache Version des „SeatScan“ Sensors zu bauen. Der Nachteil ist, dass mit dieser Methode lediglich die Umrisse der Sitzform erkannt werden können. Es ist anzunehmen, dass diese Information nicht ausreicht, um sinnvolle Aussagen über die Sitzhaltung zu machen.
- Drucksensoren: Ein Drucksensor besteht bei dieser Lösung aus einer Art stabilem Ballon in dem ein Sensor angebracht ist. Dieser Sensor misst den Druck im Inneren des Ballons. Viele dieser Sensoren nebeneinander ergäben ein Bild ähnlich dem des „SeatScans“. Ein großes Problem bei diesem Aufbau ist die Dichtigkeit der Ballone. Es dürfte sehr schwer werden das notwendige Material zu finden und eine dauerhaft stabile Lösung zu entwickeln.
- Kraftsensoren: Bei Kraftsensoren wie sie für diesen Zweck geeignet sind, wird die Verformung eines Metallstreifens über Dehnungsmessstreifen gemessen. Die notwendigen Kraftsensoren findet man kostengünstig in Digitalwaagen. Nachteile bestehen in der großen Bauform, welche die Auflösung des Sensors bestimmt. Dafür bietet diese Lösung eine sehr stabile Form des „SeatScan“ Sensors.
- Kamera: Beim Einsatz einer Kamera zur Erkennung der Sitzhaltung, sollte in diesem Fall eine Kamera zum Einsatz kommen, die sich im Stuhl selber befindet. Das schränkt die Möglichkeiten des Systems stark ein, da Kameras einen großen Abstand zum aufzunehmenden Gegenstand benötigen. Das Funktionsprinzip gleicht dem aus der Ausarbeitung „A malleable surface touch interface“ [Vogt u. a. \(2004\)](#) vorgestellten Prinzip. Die flexible Sitzoberfläche wird von der Kamera erfasst. An der von der Kamera gesehenen Unterseite der Sitzfläche befinden sich Punkte, deren Anordnung sich durch das Setzen des Nutzers ändert. Mit Hilfe dieser Änderung lässt sich die Form der Sitzfläche feststellen, die der Form des Nutzers entspricht.

- Prinzip Wii Balance Board: Ein möglicher Controller zum Anschluss an die Wii Spielkonsole von Nintendo ist das Wii Balance Board ¹. Er besteht aus vier Kraftsensoren, welche sich an den vier Ecken eines Gerätes ähnlich einer Waage befinden. Mit Hilfe dieser vier Kraftsensoren kann der Körperschwerpunkt des Spielers ermittelt werden. Dieses einfache Prinzip lässt sich auch für den intelligenten Stuhl nutzen.

3.2 Sensornetz mit Multiplexern

Der Aufbau des Sensornetzes kann auf zwei verschiedene Arten geschehen. Eine Möglichkeit ist der Aufbau mit Hilfe von Multiplexern, eine weitere Möglichkeit stellt ein System von intelligenten Sensoren mit Kommunikationssystem dar. Welche Lösung im Einzelfall zu bevorzugen ist, kommt auf den Verwendungszweck an. Im Folgenden wird kurz auf die Vor- und Nachteile der Lösung mit Multiplexern eingegangen, um dann ab dem nächsten Abschnitt 3.3.4 die zweite Lösung vorzustellen.

Um eine Vielzahl von Sensoren mit den begrenzten Eingängen einer Messhardware zu verbinden, können Port-Multiplexer verwendet werden. Hierbei werden eine Vielzahl von Eingängen auf einen einzigen Eingang repliziert. Die Auswahl des Einganges erfolgt durch Steuerleitungen.

3.2.1 Vorteile

Der Vorteil dieser Methode liegt darin, dass eine relativ große Anzahl an Sensoren genutzt werden kann, ohne dass über Kommunikation nachgedacht werden muss. Das liegt darin begründet, dass die Sensoren direkt an der Messhardware angeschlossen sind, welche sich auch um die Verarbeitung der Daten kümmern kann. Da es sich bei Multiplexern um Standardhardware handelt, ist sie verfügbar und vergleichsweise günstig.

3.2.2 Nachteile

Zwei Nachteile liegen in langen Signalwegen und der Anzahl an Leitungen, die mit einem Stecker verbunden werden müssen. Während die Verbindungen mit einem Stecker eher organisatorischer Natur sind, können mit langen Signalwegen gerade bei analogen Messungen Schwierigkeiten mit Störungen auftreten.

¹http://www.nintendo.de/NOE/de_DE/news/2008/balance_zwischen_sport_und_spass_7940.html

Steht die Hardware, birgt das System zusätzlich die Schwierigkeit, dass wenige reale Messschaltungen sehr viele Messwerte erfassen müssen. Diese Erfassung benötigt Zeit, wodurch bei sehr vielen Sensoren und wenigen Messschaltungen unter Umständen zu viel Zeit vergeht, bis alle Sensordaten vorliegen.

Die eingeschränkte Flexibilität ist ein weiterer Nachteil in Beziehung zur Experimentierplattform intelligenter Stuhl. Die Anordnung und Art der Sensoren ist bei einem System mit Multiplexer vorher festgelegt und kann nur schwer geändert werden. Die Kabel müssen möglichst sauber zur Messhardware geführt und entsprechend befestigt werden. Wurde das System mit digitalen Sensoren konzipiert, können an diesen Leitungen meist keine analogen Sensoren verwendet werden.

Beim Hinzufügen neuer oder Austauschen bestehender Sensoren, muss hier mit großer Sorgfalt vorgegangen werden. Zusätzlich müssen alle Funktionen des Gesamtsystem bei jeder Änderung getestet werden, um die Lauffähigkeit bestehender Funktionalität zu garantieren. Nur so kann sicher gestellt werden, dass die neue Verbindung keine Störungen auf bestehenden Messleitungen injiziert.

3.2.3 Fazit

Der intelligente Stuhl muss bei Bedarf beliebig viele Sensoren nutzen können. Auch ist es bei einer Experimentierplattform wichtig, neue Arten von Sensoren testen zu können. Durch die große Anzahl benötigter Sensoren ist es notwendig die Messhardware durch Multiplexer zu erweitern, jedoch reicht diese Technik nicht für das Gesamtsystem.

Eine Lösung stellt ein Netz von „intelligenten“ Sensoren dar, die unabhängig Daten erfassen und über ein Kommunikationssystem mit einem System für die Sensornutzung verbunden sind. Um ein solches System geht es im nächsten Abschnitt 3.3. Zunächst wird jedoch wie in Kapitel 3.2 auf die Vor- und Nachteile eingegangen.

3.3 Sensornetz mit kommunizierenden intelligenten Sensoren

Den in Abschnitt 3.2 beschriebenen Nachteilen, kann mit einer Mischarchitektur begegnet werden. Diese besteht aus „intelligenten“ Sensoren oder Sensorarrays, die über ein Kommunikationssystem verbunden sind. Über dieses Kommunikationssystem werden zwischen einem zentralen „Gehirn“ und den Sensoren Messwerte, sowie Verwaltungsnachrichten übertragen. Im Folgenden wird zunächst auf die Vor- und Nachteile dieser Architektur eingegangen, um

anschließend ein Implementierungsbeispiel zu zeigen, wie es in der Weiterführung dieser Arbeit entstehen soll.

3.3.1 Vorteile

Die Flexibilität ist beim Sensornetz aus intelligenten Sensoren der entscheidende Vorteil. Der Stuhl soll als Experimentierplattform im „Living Place Hamburg“ 1.1 fungieren. Sollte es für ein Experiment notwendig sein, eine Kamera oder eine andere besondere Art von Sensor zu integrieren, stellt das mit diesem System keine Schwierigkeit dar. Der Aufbau erlaubt das Einfügen, Ausbauen und Austauschen von Sensoren.

Beim Einfügen oder Entfernen neuer Sensoren, werden weder die Kommunikationshardware, noch die Teilsensoren des Gesamtnetzes verändert. Darum muss eine zwangsweise Überprüfung der Funktion aller Teilsensoren nicht nach jedem Ein- oder Ausbau neuer Sensoren in das Gesamtnetz durchgeführt werden.

Die Möglichkeit des Testens im Kleinen ist ein weiterer Vorteil. Jeder Sensor ist ein in sich geschlossenes System mit definierter Funktion. Diese Funktion kann einzeln entwickelt und geprüft werden, bevor der Sensor in das Gesamtsystem eingefügt wird. Damit ist sichergestellt, dass der Sensor nach der Produktion wie spezifiziert funktioniert. Selbstdiagnosefunktionen können im späteren Einbau Auskunft darüber geben, welche Sensoren defekt sind. Das erleichtert das Finden von Fehlern und den funktionierenden Aufbau des Systems.

Die Signalwege zwischen Sensor und Messschaltung können bei diesem Aufbau ebenfalls sehr kurz ausfallen. Die Messschaltung innerhalb des intelligenten Sensors befindet sich in der Regel nah am eigentlichen „einfachen“ Sensor. Das reduziert die Störanfälligkeit durch Leitungen. Da die Messwerte nach dem Erfassen digital gesendet werden, können Messwerte nicht mehr verfälscht werden. Die Fehler beim Übertragen von Messwerten können durch die Hard- oder Software des Kommunikationsmediums ausgeschlossen werden. Eine größere Bedeutung hat dieses im Fahrzeugbau, wie z.B. bei Fahrzeugen des HAWKS Racing Team² der Formula Student³, wo Messwerte an starken Störquellen wie Motoren vorbei geleitet werden müssen.

Eine erhöhte Parallelität entsteht durch den Einsatz zusätzlicher Messsysteme. Der Aufbau des Sensornetzes über intelligente Sensoren ermöglicht es, viel mehr Messwerte gleichzeitig zu erfassen. Diese Messwerte stehen zwar für die Verarbeitung nicht früher zur Verfügung, der Zeitpunkt der Erfassung rückt jedoch näher zusammen. Das verbessert die Genauigkeit des übergeordneten Zustandes aller Sensoren zu einem bestimmten Zeitpunkt. Es muss

²<http://www.hawksracing.de/>

³<http://www.formulastudent.de/>

hierfür jedoch ein Mechanismus implementiert werden, der den Anfangszeitpunkt einer Messung definiert und synchronisiert.

3.3.2 Nachteile

Durch die Verwendung eines Sensornetzes aus intelligenten Sensoren entstehen auch Nachteile. Diese entstehen hauptsächlich durch die Nutzung zusätzlicher Hardware und der damit verbundenen Erhöhung der Komplexität.

Das Kommunikationsnetz stellt eine zusätzliche Komponente dar, die ausfallen kann. Zusätzlich ist es möglich, dass bei der Planung Fehler passieren, welche die generelle Flexibilität des Ansatzes reduzieren.

Die Kosten werden ebenfalls durch das Kommunikationsnetz erhöht, da jeder Sensor, bzw. eine kleine Gruppe von Sensoren, jeweils über ein Interface zu diesem Netz verfügen müssen. Hinzu kommen die Anschaffungskosten für weitere Messhardware.

Die Frequenz in der die Sensorwerte bei der übergeordneten Auswertungsinstanz ankommen, könnte geringer sein, als in einem System, an dem die Sensoren direkt über Multiplexer an der Auswertungshardware ausgelesen werden. Das kommt daher, dass beim Ansatz mit Kommunikationsnetz, zusätzlich zum Auslesen der Sensoren, eine große Menge an Kommunikationspaketen übermittelt werden muss. Diese erzeugen einen zusätzlichen Overhead, der bearbeitet und versendet werden muss.

Trotz dieser Nachteile überwiegen die Vorteile, weshalb im folgenden Abschnitt [3.3.3](#) näher auf den Aufbau einer solchen Sensormatrix mit intelligenten Sensoren eingegangen wird.

3.3.3 Aufbau eines intelligenten Sensornetzes

Das Sensornetz besteht aus zwei Komponenten, den intelligenten Sensoren und dem Kommunikationssystem. In diesem Abschnitt wird ein mögliches Kommunikationssystem erläutert, anschließend wird in Kapitel [3.3.4](#) auf den Aufbau intelligenter Sensoren eingegangen.

Abbildung [3.2](#) zeigt den Aufbau eines intelligenten Sensornetzes. Oben links befindet sich der „Hauptcontroller“. Dieses Element ist für die Verwaltung und Steuerung des Gesamtnetzes verantwortlich. Es empfängt alle Sensordaten und leitet sie an einen leistungsstarken Rechner weiter. Es ist auch denkbar, dass einfache Auswertungsarbeiten an dieser Stelle vorgenommen werden können.

Vom Hauptcontroller führt ein Bussystem an alle in blau dargestellten, intelligenten Sensoren. Bei einer ersten Realisierung macht es Sinn hier einen I2C-Bus zu verwenden, da die meisten Mikrocontroller über diesen verfügen. Damit ist es später einfacher neue Sensoren zu bauen und in das Netz zu integrieren. Prinzipiell spielt die Technik dieses Kommunikationsweges eine untergeordnete Rolle.

Das spezielle an diesem Aufbau stellen die Verbindungen dar, die in Abbildung 3.2 rot dargestellt sind. Diese Leitungen ermöglichen es die Position eines neuen Sensors im Netz zu identifizieren und dem System bekannt zu machen. Dieser Mechanismus funktioniert im laufenden Betrieb. Die Funktionsweise wird im Abschnitt 3.3.5 beschrieben.

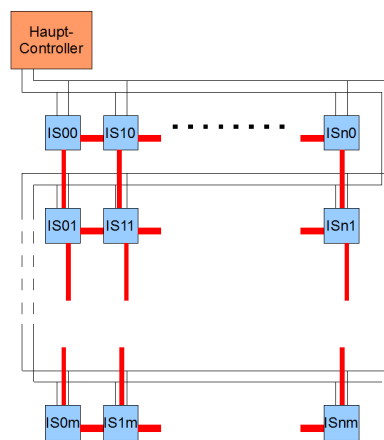


Abbildung 3.2: Aufbau eines intelligenten Sensornetzes

3.3.4 Aufbau eines intelligenten Sensors

Bei den intelligenten Sensoren handelt es sich stets um einen oder mehr Controller mit verschiedenen „einfachen“ Sensoren, die eine definierte Schnittstelle zum Kommunikationssystem haben. Eine Aufbauskitze findet sich in Bild 3.3. Der hellblaue Kasten stellt den intelligenten Sensor dar und wird in Abbildung 3.2 weiter verwendet. Im hellblauen Kasten befinden sich ein Mikrocontroller in Schwarz mit verschiedenen Sensoren in grün. Der Mikrocontroller wird an drei Punkten mit der Außenwelt verbunden.

1. Die Verbindung zum Kommunikationssystem. Über diese Verbindung werden Messdaten zum Kontrollmodul geschickt und Steuerbefehle ausgetauscht.
2. Die Verbindung zu den nebenstehenden Controllern. Diese Verbindungen werden genutzt, um neue intelligente Sensoren zu erkennen, die in das Gesamtnetz eingehängt werden. Näheres dazu im Abschnitt 3.3.5.

3. Die Verbindung zu den „einfachen“ Sensoren. Hier werden die eigentlichen Sensoren mit dem Mikrocontroller verbunden. Die Art, sowie die Anzahl der Sensoren sind hierbei unerheblich.

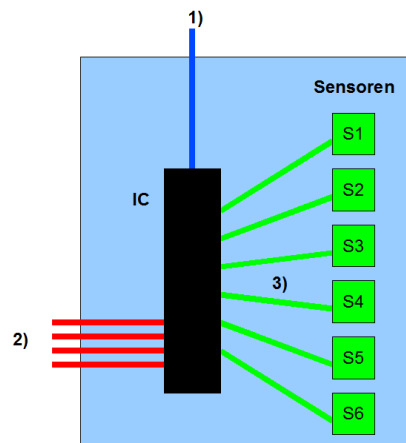


Abbildung 3.3: Aufbau eines möglichen intelligenten Sensors

Kommt eine neue Art von intelligentem Sensor ins System, muss diese dem Protokoll und dem Hauptmodul bekannt gemacht werden. Nur so ist es möglich die Daten korrekt zu interpretieren. Das Protokoll wird im folgenden Kapitel beschrieben.

3.3.5 Funktionsweise des Kommunikations Protokolls

Das Protokoll definiert die notwendigen Kommunikationsabläufe im Sensornetz. Dafür bietet das Protokoll Beschreibungen für das Einhängen neuer Sensoren in das Sensornetz und den Austausch von Sensordaten und Steuerbefehlen zwischen dem Hauptcontroller des Netzes und den intelligenten Sensoren. Die vorgesehenen Abläufe für diese drei Gebiete werden im Folgenden beschrieben.

Erfassen von Messwerten

Der Hauptcontroller aus Abbildung 3.2 stellt ein Gesamtbild aller im Netz verfügbaren Sensordaten her. Dafür muss er diese bei den intelligenten Sensoren anfordern. Dieses geschieht in zwei Schritten.

Im ersten Schritt wird die Broadcast Nachricht GET_VALUE versendet. Diese wird von den Sensoren im Netz empfangen, die daraufhin mit dem Auslesen ihrer Sensoren beginnen. Diese Werte werden für den zweiten Schritt vorgehalten.

Im zweiten Schritt kontaktiert der Hauptcontroller jeden teilnehmenden intelligenten Sensor anhand einer Adressliste, die beim Einhängen von Sensoren aktualisiert wird [3.3.5](#). Diese Kontaktnachricht des Hauptcontrollers lautet SEND_VALUE. Sie veranlasst den Sensor ein Paket MEASURED_VALUES zu versenden. Es beinhaltet den Typ der Nachricht, sowie des Sensors, die ID des Sensors, alle Messwerte, Steuerinformationen und eine Prüfsumme. Meldet sich ein Sensor mehrfach nicht, wird er aus der Liste entfernt und ggf. eine Fehlermeldung an das System außerhalb des Sensornetzes gesendet. Bei den Steuerinformationen handelt es sich um ein Byte in dem z.B. das Einhängen eines neuen Sensors mitgeteilt wird (siehe [3.3.5](#)).

Einfügen und Aushängen eines Sensors

Sensoren können jeder Zeit in das Sensornetz hinzugefügt oder entfernt werden. Der dafür vorgesehene Ablauf sieht wie folgt aus.

Ein Sensor wird in das Netz eingehängt. Dafür wird er mit dem Kommunikationssystem und seinen Nachbarn verbunden (Vgl. Abb [3.2](#)). Anschließend wird er aktiviert. Für den nächsten Schritt muss das Netz bereits laufen. Dann werden über einen Mechanismus am neuen Sensor die Verbindungspins zu seinen Nachbarn auf HIGH gesetzt. Für das Kommunikationsnetz trägt er jetzt die definierte Adresse NEW_KNOT.

Anhand des Eingangs wissen die Nachbarn des neuen Sensors, dass ein neuer Sensor dem Netz hinzugefügt wurde. Zusätzlich ist die Position des neuen Sensors bekannt. Diese Information wird in den Steuerinformationen des nächsten Messpaketes an den Hauptcontroller weiter gegeben. Nachdem die aktuelle Messung abgeschlossen ist, kontaktiert der Hauptcontroller den neuen Sensor an der Adresse NEW_KNOT und teilt ihm eine passende ID mit. An dieser Stelle ist es freigestellt, ob der Hauptcontroller die IDs der übrigen Sensoren anpasst oder nicht. Der neue Sensor übernimmt diese ID und ist damit im System integriert.

4 Ausblick und Risiken

Aufbauend auf dieser Arbeit soll ein komplexer Sensor „Intelligenter Stuhl“ entstehen. Dafür soll in zwei Schritten vorgegangen werden.

Im ersten Schritt soll ein System entstehen, welches den Schwerpunkt eines Nutzers auf dem Stuhl und die Ausrichtung des Stuhls erkennt (Vgl. Kap. 3.1 Prinzip Wii Balance Board und 3). Hierbei sollen die einzelnen Kraftsensoren als intelligente Sensoren (Vgl. Kap. 3.3.4) aufgebaut werden. Dadurch lässt sich die Güte des Kraftsensors und das Funktionieren des Protokolls (Vgl. Kap. 3.3.5) mit unterschiedlichen Sensortypen überprüfen.

Im zweiten Schritt soll ein Sensornetz hinzu kommen. Dieses soll aus Kraftsensoren bestehen (Vgl. Kap. 3.1 Kraftsensoren). Das ermöglicht Experimente mit Sitzpositionen oder Gesten.

Anhand dieses Prototyps muss entschieden werden, ob die Güte der Messwerte in Bezug auf Messbereich und Auflösung ausreichend ist. Sollte dieses nicht der Fall sein muss entschieden werden, welchen Aufwand eine Erweiterung mit sich bringt.

Die Risiken bei der auf dieser Arbeit aufbauenden Implementierung liegen hauptsächlich bei der Hardware.

Bisher gibt es keine Erfahrungswerte über die Kraft, die auf die Kraftsensoren ausgeübt werden wird. Daher werden die Kraftsensoren für große Massen ausgelegt sein. Das könnte zur Folge haben, dass der Messbereich zu ungünstig ausfällt.

Beim Zusammenspiel vieler Sensoren könnten diese sich oder das Kommunikationsnetz stören. In dem Fall könnte es möglich sein, dass es notwendig wird, eine bestehende Hardware auszutauschen. Das würde bei der Größenordnung von über 100 Sensoren sehr zeitaufwändig.

Da die Auflösung des angestrebten Sensornetzes deutlich geringer ausfallen wird, als bei den Vergleichsarbeiten „A sensing Chair Using Pressure Distribution Sensors“ [Tan u. a. \(2001\)](#) und „Template-based Recognition of Static Sitting Postures“ [Zhu u. a. \(2003\)](#), ist es möglich, dass die Auflösung für diese Art der Gestenerkennung nicht ausreicht.

Literaturverzeichnis

- [ADL 2008a] ADL: *airflex*. 2008. – URL http://www.adl-muenster.de/index/anti_dekubitus_produkte.html. – Art. Nr. 111750
- [ADL 2008b] ADL: *soft air variant*. http://www.adl-muenster.de/index/anti_dekubitus_produkte.html. 2008. – Art. Nr. 110850
- [Heitsch 2008] HEITSCH, Johann: *Ein Framework zur Erkennung von dreidimensionalen Gesten*, HAW-Hamburg, Diplomarbeit, 2008
- [Kern und Schulz 2007] KERN, Dr.Wolfgang ; SCHULZ, Gerhard: *LivingLab - Innovationen schnell in der Praxis zur Anwendung bringen*. 2007. – URL http://www.c-lab.de/fileadmin/redactors/data/Services_Downloads/C-LAB%_Annual_Reports/JB2007_low_resolution.pdf
- [Tan u. a. 2001] TAN, Hong Z. ; SLIVOVSKY, Lynne A. ; PENTLAND, Alex: A sensing Chair Using Pressure Distribution Sensors. In: *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, Vol. 6 NO.3* (2001), S. 261 – 268
- [Thronicke 2007] THRONICKE, Wolfgang: Wearable Computing im Arbeitsumfeld IT-Gestützte mobile Arbeitsprozesse. In: *C-LAB Report Vol.6(2007) No. 3* (2007). – ISSN 1619-7879
- [Vogt u. a. 2004] VOGT, Florian ; CHEN, Timothy ; HOSKINSON, Reynald ; FELS, Sidney: A malleable surface touch interface. In: *SIGGRAPH '04: ACM SIGGRAPH 2004 Sketches*. New York, NY, USA : ACM, 2004, S. 36. – ISBN 1-59593-896-2
- [Yoshiizumi und Katsunori 2004] YOSHIIZUMI, Hiroshi ; KATSUNORI, Shida: A New Sensor Concept for a Privacy Protection by Switching the Detection Capabilities. In: *SICE Annual Conference in Sapporo, August 4-6, 2004* (2004), S. 756 – 761
- [Zhu u. a. 2003] ZHU, Manli ; MARTINEZ, Aleix M. ; TAN, Hong Z.: Template-based Recognition of Static Sitting Postures. In: *Proceedings of the 2003 Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshop (CVPRW'03)* (2003)