



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Ausarbeitung - Anwendungen 1 - WS 11/12

Nicolas Bänisch

Sturzerkennung im intelligentem Raum

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung	1
1.2	Zielsetzung	2
2	Sturzerkennungssysteme	4
2.1	Anforderungen	4
2.2	Messverfahren	5
2.2.1	Beschleunigungssensoren	5
2.2.2	Kapazitive Sensoren	6
2.2.3	Visuelle Sensoren	7
2.3	Systeme	8
3	Zusammenfassung und Ausblick	11
	Literaturverzeichnis	12

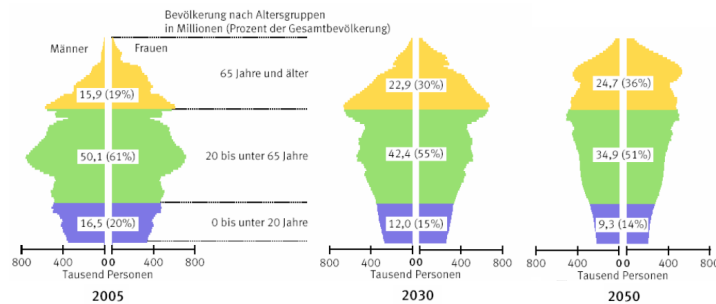
1 Einleitung

Deutschland befindet sich zurzeit in einem Prozess der demografischen Alterung der Bevölkerung. Nach der Berechnung des Statistischen Bundesamtes [15] ist ein Anstieg der altersbedingten Pflegebedürftigen in den nächsten Jahren wahrscheinlich. Ältere Menschen wollen solange wie möglich selbständig in ihrer vertrauten Umgebung wohnen bleiben. Obwohl es bei diesem Wunsch oft zu gesundheitliche Beeinträchtigung kommt, wird dieser vorgezogen. Technische Entwicklungen sollen in diesem Zusammenhang wesentlichen Einfluss auf die Umwelt älterer Menschen nehmen. Unter dem Begriff „Ambient Assisted Living“ (AAL) werden seit einigen Jahren Konzepte, Produkte und Dienstleistungen mit dem Ziel entwickelt, Alltagsgegenstände und das soziale Umfeld der Anwender miteinander zu vernetzen. Dabei steht die Erhaltung und die Förderung der Selbständigkeit älterer bzw. hilfsbedürftiger Menschen im Vordergrund, welches durch die Bereitstellung von Hilfs- und Unterstützungssystemen im häuslichen Bereich umgesetzt wird. Eine dieser Systeme nennt sich Sturzerkennung.

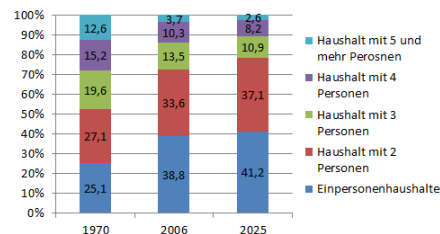
1.1 Problemstellung

Ein System zur Sturzerkennung ist bei fast 3 Millionen jährlichen Sturzunfällen im Eigenheim, ein ernst zu nehmendes Thema [5]. Besonders der Sturz von älteren Menschen ist in der älter werdenden Gesellschaft ein zunehmendes Problem. Dieses spiegelt sich auch in der Statistik wieder, denn 30% der Sturzunfälle sind auf Personen mit über 65 Jahren zurückzuführen [12], durch die verheerende Verletzungen entstehen, die in der Folge zu Operationen, Bettlägerigkeit und gegebenenfalls zum Tode führen können. 10% solcher Stürze erfordern einen Krankenhausaufenthalt und über 80% der Stürze mit tödlichen Folgen sind Personen über 65 Jahren [13]. Durch die Betrachtung der demografischen Alterung der Bevölkerung wird dieses Problem noch deutlicher. Im Jahre 2005 lebten in Deutschland 82,5 Millionen Menschen. Nach Prognosen des Statistischen Bundesamtes wird diese Zahl bis 2050 auf ca 69 Millionen zurückgehen [15]. Die Zahl der über 65-Jährigen wird dabei von 13 Millionen (2005) auf etwa 17 Millionen im Jahre 2050 ansteigen. Das ist eine Steigerung von 17% (siehe Abb. 1.1(a)). Wie in Abbildung 1.1(b) zu erkennen, ist auch eine Änderung der Wohnsituationen in Deutschland in Gange. Die Tendenz geht hierbei stark zu Ein- und Zweipersonenhaushalten, besonders angesichts der steigenden Scheidungsraten sowie der Zunahme von Singlehaushalten und Alleinerziehenden. Von den älteren Personen werden knapp die Hälfte der in Privathaushalten

lebenden Personen zwischen 65 bis 70-Jahren, nur von einer Person bewohnt [11]. Aufgrund dieser hohen Rate an alleinlebenden, zum Großteil Pflegebedürftigen Personen und der Sturzgefahr im Eigenheim, ist ein System zur Sturzerkennung auf lange Sicht erforderlich, um den Menschen ein Sicheres Leben im Alltag ermöglichen zu können.



(a) Demografischer Wandel 2005 - 2050 [15]



(b) Wohnsituation in Deutschland von 1970 - 2025 [16]

Abbildung 1.1: Demografischer Wandel und Wohnsituation in Deutschland

1.2 Zielsetzung

Ziel ist die Entwicklung eines Systems, welches mit Hilfe verschiedener Sensoren in der Lage ist, Stürze und Unfälle von Personen in der heimlichen Wohnung zu erkennen und wenn nötig, Hilfe zu verständigen. Hierbei wird der Fokus besonders auf ältere und pflegebedürftigen Personen gelegt, da wie in Kapitel 1.1 geschildert, hier besonders großes Potential zur Verbesserung des alltäglichen Lebens besteht. Dieses ist im Zuge der Entwicklung zu berücksichtigen, da so ein System geschaffen werden muss, welches auch Menschen mit wenig Wissen von Technik, bedienen können. Des Weiteren soll das System nicht abschreckend wirken und zur Last fallen, zum Beispiel durch Tragen von Sensoren am Körper. Ziel ist es das System möglichst unsichtbar in die Wohnung des Living Place Hamburg zu integrieren und die vorhandene Infrastruktur zu nutzen.

2 Sturzerkennungssysteme

Systeme zur Sturzerkennung sind bereits vielfach entwickelt worden und verwenden dabei verschiedenste Verfahren. Zum einen gibt es Sensoren die am Körper getragen werden, Kameraüberwachung von Räumen mit anschließender Bildverarbeitung und diverse Sensoren, die in die Räumlichkeiten integriert sind um Stürze zu erkennen. Die Mehrheit der Systeme erkennt dabei nur den erfolgten Sturz und kann kaum Präventionsmaßnahmen einleiten. Systeme die auch schon während eines Sturzes Alarm schlagen stehen noch in der frühen Entwicklung. Diese und einige andere System werden, neben den Anforderungen und möglichen Messverfahren von Sturzerkennungssystem, in diesem Kapitel vorgestellt.

2.1 Anforderungen

Viele Menschen sind nach einem Sturz benommen oder bewusstlos, so dass sie nicht mehr in der Lage sind, manuell einen Alarm auslösen. Somit sollte ein Sturzerkennungssystem im Falle eines Sturzes Hilfe verständigen auch ohne Interaktion eines Benutzers.

Anforderungen an das System zur automatischen Sturzerkennung in Räumen sind, unter Berücksichtigung der Zielsetzung in Kapitel 1.2:

Sensitivität Unter Sensitivität versteht man in diesem Zusammenhang, dass jeder tatsächliche Sturz als solcher erkannt werden muss. Auch wenn der Sturz verhältnismäßig schwachen ausfällt.

Spezifität Spezifität bedeutet, dass zwischen beabsichtigten und unbeabsichtigte Stürzen unterschieden werden muss. Auch Bewegungen dürfen nicht fälschlich als Sturz erkannt werden. Ziel ist die Vermeidung von Fehlalarmen.

Tragekomfort Im Falle, dass es erforderlich ist Sensorik am Körper oder Kleidung zu tragen, darf keine Gefährdung für den Träger / die Trägerin ausgehen, d.h. das Verletzungsrisiko darf sich durch das Tragen des Systems nicht erhöhen. Dabei sollte es leicht und klein sein, um bequem Tag und Nacht getragen werden zu können.

Unsichtbar Das im Raum integrierte System zur Sturzerkennung sollte möglichst unauffällig, nahezu unsichtbar, sein und die Wohnatmosphäre nicht stören. Auch wie beim Tragekomfort, darf durch das System keine Gefährdung und Beeinflussungen der Bewegung für den Bewohner entstehen.

2.2 Messverfahren

Mit Messverfahren ist die Sensorik gemeint, die zur Erkennung eines Sturzes eingesetzt werden kann. Die Notwendigkeit von Sturzerkennungssystemen in der heutigen Gesellschaft (vgl. 1.1), hat bewirkt, dass viel auf diesem Gebiet geforscht und entwickelt wird. Hinzu kommt, dass es zur Zeit noch keine optimalen Ergebnisse gibt. Auf der Suche nach so einem System wurden bereits viele Messverfahren, Einzeln und in Kombination mit Anderen (Multisensor), genutzt. Einige werden nachfolgend beschrieben.

2.2.1 Beschleunigungssensoren

Ein Beschleunigungssensor ist ein Sensor (Aufnehmer), der die Beschleunigung und Neigungen misst. Die Sensoren werten Kapazitätsänderungen oder Druckänderungen von piezokeramischen Plättchen aus und wandeln diese in ein elektrisches Signal um. Die Beschleunigungssensoren liefern oft Werte für verschiedene Richtungsänderungen [1].

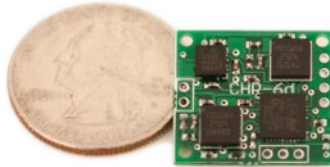


Abbildung 2.1: Beispiel für einen 3D Sensorboard CHR-6D [10]

Diese Sensoren sind in der Sturzerkennung weit verbreitet [8][14][3]. Sie bieten durch ihre geringe Größe (vgl. Abb. 2.1), einfache Handhabung, hohe Effizienz, kostengünstige Anschaffung, ideale Voraussetzungen. Dieses zeigt auch die Verwendung der Sensoren in diversen Multimedia Geräten, wie z.B. in Smart-Phones, Tablet-PC und Controllern von Spielkonsolen. Durch die Messung der Beschleunigung und Bewegungsrichtung lässt sich ein Sturz in vielen Fällen gut erkennen. Als Nachteil ist hier zu erwähnen, dass man den Sturz nicht Lokalisieren kann und so auch einen Fall aufs Bett oder die Couch als Sturz interpretieren könnte.

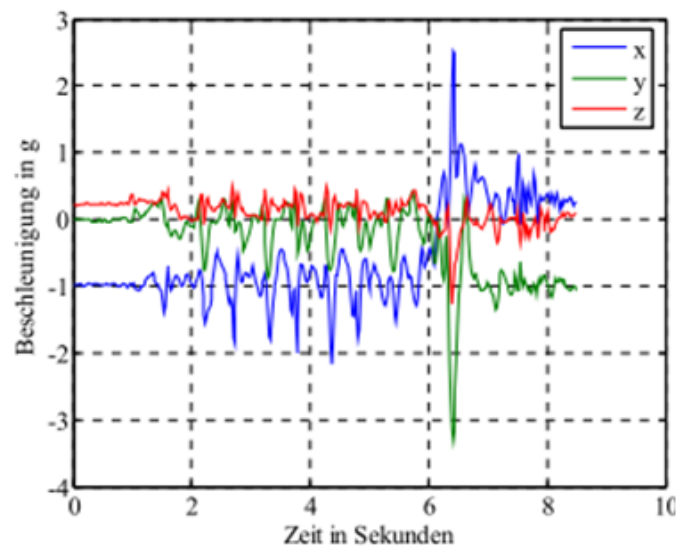


Abbildung 2.2: StairMaster: Beschleunigungsdaten eines Sturzes zur Seite [3]

2.2.2 Kapazitive Sensoren

Kapazitive Sensoren nutzen die Änderung einer Kapazität C durch die Änderung des Plattenabstandes d der seitlichen Anordnung der beiden Elektrode oder des Dielektrikums (Abb. 2.3) [9]. Die Kapazität eines Zweiplattenkondensators ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$C = \varepsilon * \frac{A}{d}$$

Umgesetzt wird das Prinzip der kapazitiven Druckmessung mit einem Grundkörper, dessen metallische oder leitend beschichtete Membran eine der beiden Platten eines Plattenkondensators bildet. Wird die Membran unter Druck ausgelenkt, verringert sich der Plattenabstand des Kondensators, wodurch dessen Kapazität - bei bleibender Plattenfläche A und Dielektrizitätskonstante ε - zunimmt (siehe Abb. 2.3). [4]

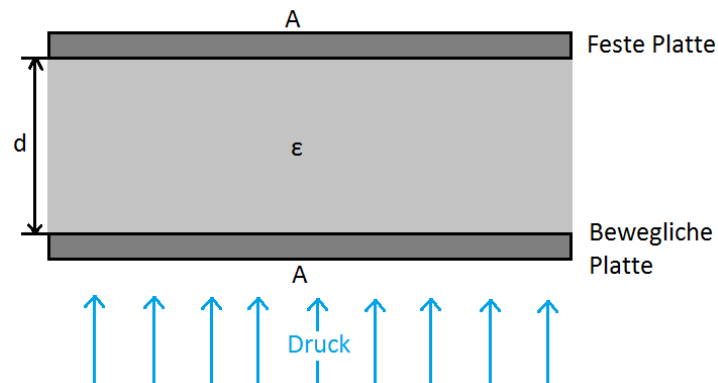


Abbildung 2.3: Kapazitives Druckmessungsprinzip

Bei der Verwendung, in bereits bestehenden Sturzerkennungssystemen, sind Kapazitive Sensoren z.B. in den Boden integriert [17][2]. Dadurch lassen sich im Falle eines Sturzes nicht nur die Stärke des Aufpralles messen, sondern auch ob sich die Person anschließend wieder bewegt. Außerdem lässt sich beim flächendeckenden Einsatz auch ein Profil zur Erkennung, von der stürzenden Person, ermitteln.

2.2.3 Visuelle Sensoren

Mit visuellen Sensoren, wie die Kamera, lassen sich Bewegungen von Personen durch Bildverarbeitung analysieren. Dabei ist es auch möglich Stürze zu erkennen. Hier bieten sich besonders Dome-Kameras und TOF-Kameras an. Dome-Kameras haben den Vorteil, dass sie in/an der Decke montiert, lückenlos 360° Rundbilder des kompletten Raums, und auch bei der Wandmontage eine 180° - Panoramadarstellung von Wand zu Wand liefern.

TOF-Kameras (Tiefensensor-Kameras) bieten die Möglichkeit der Distanzmessung. TOF-Kameras sind 3D-Kamerasysteme, die mit dem Laufzeitverfahren Distanzen messen. Dazu werden mit Hilfe von Lichtimpulsen die Szene ausgeleuchtet und die Zeit gemessen, die das Licht jedes Bildpunktes benötigt, um die Strecke zum Objekt hin und zurückzulegen. Die Zeit ist dabei direkt proportional zur Distanz. So liefert die Kamera für jeden Bildpunkt die Entfernung des darauf abgebildeten Objektes. Durch dieses Verfahren lassen sich Objekte gut analysieren. Eine weit verbreitete Kamera dieses Typs ist die Kinect von Microsoft.



Abbildung 2.4: Aufnahme einer Dome-Kamera im Living Place Hamburg [17]

2.3 Systeme

Die bisherigen Geräte zur Erkennung nutzen im Allgemeinen die Technologie der Beschleunigungs- und Lagesensoren. Besonders bei kommerziellen Geräten kommt diese Technik vermehrt zum Einsatz. Zu nennen ist hier das I-Resistance der Firma Spantec GmbH [14]. Dieses Gerät wird am Gürtel getragen und erkennt durch Beschleunigungssensoren den Sturz. Laut Angaben des Herstellers funktioniert dieses sehr zuverlässig. Das Gerät schickt im Falle eines Sturzes die Daten an einen zentralen Punkt im Haus, der die Hilfe verständigt.

Ein weiteres tragbares Gerät welches mit Beschleunigungssensoren arbeitet, ist das WIHMD (wrist-worn integrated health monitoring device), ein am Handgelenk getragenes Überwachungssystem. Dieses wurde von der Seoul National University in Korea um die Beschleunigungssensoren erweitert. Neben der Erweiterung hat das Gerät noch 6 weitere Module, die neben Puls und Blutdruck weitere Vitalparameter messen können. Das Einsatzgebiet beschränkt sich hierbei hauptsächlich auf Krankenhäuser [8].

Der StairMaster, der an der Universität in Rostock entwickelt wurde, besitzt neben einem 3-Achsen-Beschleunigungssensor noch Drucksensoren. Durch diese batteriebetriebene Sensorplattform, die über Bluetooth mit dem Handy kommunizieren kann, können Stürze schon während des Sturzes erkannt werden. Dabei sind schon geringste Abweichung des Druckes Anzeichen für einen Sturz. Durch die frühe Erkenntnis des Sturzes, ist man in der Lage, darauf

zu reagieren und Präventionsmaßnahmen zu treffen. Hier gibt es z.B. einen Hüftairbag, der schlimme Verletzungen verhindern kann [3].

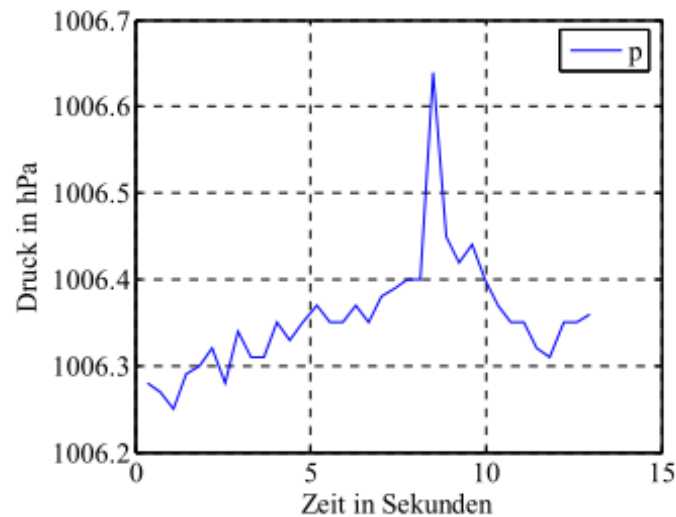
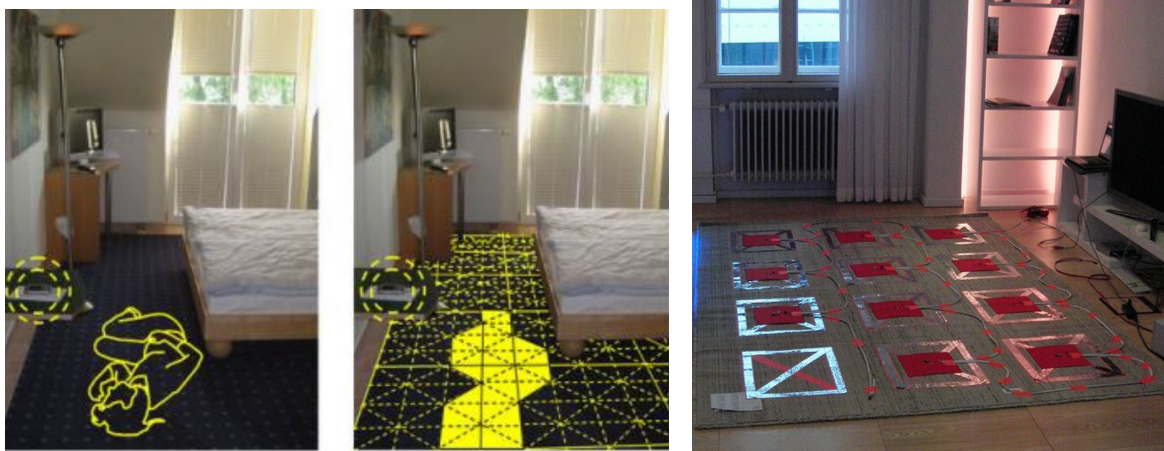


Abbildung 2.5: StairMaster: Beschleunigungsdaten eines Sturzes zur Seite [3]

Die bisher erwähnten Systeme haben alle den Vorteil, dass sie relativ kostengünstig und einfach installiert werden können. Des Weiteren erfüllen sie ihren Zweck und erkennen zuverlässig Stürze. Aber diese Geräte müssen allesamt am Körper getragen werden, was für viele Menschen störend ist. Hinzu kommt das sie so, z.B. bei einem nächtlichem Badezimmer Besuch vergessen werden können. Auch sind die meisten Geräte batteriebetrieben und liefern so keinen zuverlässigen Schutz. Viel einfacher und sicherer ist es, wenn sich die Person um nichts kümmern muss und keinen Einfluss auf die Technik hat. Solche Systeme sind meistens direkt in die Wohnung integriert und bieten dem Bewohner Sicherheit ohne Komfortverlust.

Ein kommerzielles Produkt welches einen Raum mit diesen Eigenschaften ausstatten kann, ist der Sensfloor der Firma Future Shape (siehe Abb. 2.6(a)). Dieser Teppich besitzt pro m^2 32 kapazitive Sensoren und hat eine Stärke von $2mm$. Wie in der Abbildung 2.6(a) zu erkennen, ist dieser im Raum ausgelegt und kann so nicht nur auf dem Boden liegende Person erkennen, sondern auch Bewegungen, Gangart und Geschwindigkeiten von Personen ermitteln [2].



(a) Sensefloor der Frima Future Shape [2]

(b) HAW Livinge Place [17]

Abbildung 2.6: Sturzerkennungssysteme mit kapazitiven Sensoren am Boden

Ein komplettes System mit ähnlichen Sensoren befindet sich in dem Living Place an der HAW Hamburg. Hier befindet sich auch ein Teppich mit integrierten kapazitiven Sensoren zur Sturzerkennung (siehe Abbildung 2.6(b)). Um die Detektion eines Sturzes durch die Sensoren am Boden zu verifizieren, wird zusätzlich noch eine Dome-Kamera (siehe Abbildung 2.4) eingesetzt [17].

Ein weiteres Projekt das auf Kamerabasierte Systeme baut, ist die TU Braunschweig mit dem Projekt Visual Fall Detection in Home Enviroments. Hier wird eine Kamera eingesetzt, die sich an der Decke des Raumes befinden und eine 360° Rundumsicht über den kompletten Raum besitzt, ähnlich wie in Abbildung 2.4. Um die Personenerkennung zu verbessern, wurde die Standart-Vordergrund-Hintergrund-Segmentierung dem Häuslichen Umfeld angepasst. Die Sturzerkennung wird über die Körperachse bestimmt, welche mit einer Referenz Achse verglichen wird umso eine Sturzwahrscheinlichkeit zu berechnen [6].

Ein weiteres Verfahren zur Sturzerkennung verfolgt die Forschungsgruppe Joanneum Research GmbH im Rahmen des Projektes Age@Home. Hier handelt es sich um ein Multisensor-system, bestehen aus mehrere TOF-Kameras und vibroakustischen Sensoren. Die Sensoren sind jeweils in den Ecken des Raumes angebracht und können durch die Vibration des Bodens feststellen, wo sich Personen im Raum befinden. Nach angeben der Forschungsgruppe, ist eine Ortung mehrere Personen schon bei 3 Sensoren möglich. Um fälschlich erkannte Stürze zu minimieren, wird der Tagesablauf durch Multi Sensorik ständig aufgezeichnet. So wird ein Sturz, z.B. ins Bett, da er Täglich passiert, nicht als Unfall interpretiert [7].

3 Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass in dem Bereich der Sturzerkennung viel Potential im Bereich der Forschung besteht. Besonders mit Blick auf die demografische Alterung der Bevölkerung in Deutschland. Personen die Systeme wie die Sturzerkennung zum Leben benötigen wird steigen. Es wird weltweit daran gearbeitet ein sicheres System, welches sich einfach und kostengünstig in Wohnungen integrieren lässt und zuverlässig Stürze erkennt, zu entwickeln. Das es trotz dieser Zahlreichen Projekte noch keine optimal funktionierendes System gibt, unterstreicht die Relevanz des Forschens.

In AW2 gilt es durch weiterführende Analysen von bereits bestehenden Projekten und Messverfahren, den bestehenden Ansatz von Philipp Teske zu erweitern [17]. Hierbei ist das Ziel nicht nur eine bessere Erkennungsrate der Stürze, sondern auch eine flächendeckendere Lösung, die im besten Fall die gesamte Wohnung des Living Places abdeckt. Dabei gilt es Kreativität zu beweisen und Mut zu neuen Verfahren aufzubringen.

Literaturverzeichnis

- [1] BRÜHLMANN, Thomas: *Arduino Praxiseinstieg (mitp Professional)*. 2010. mitp, 6 2010. – ISBN 9783826656057
- [2] DIPL.-ING. MARIAN LÜDER, Dipl.-Ing. Gerald B.: *StairMaster: A New Online Fall Detection Device*. 2009
- [3] FUTURE-SHAPE: *SensFloor*. 2009. – URL <http://www.future-shape.de/>
- [4] GASSMANN, Eugen ; GRIES, Anna: *Elektronische Druckmesstechnik: Grundlagen, Anwendungen und Geräteauswahl*. 1. Süddeutscher Verlag onpact, 12 2009. – ISBN 9783937889955
- [5] Gesundheitsberichterstattung des Bundes (Veranst.): *Unfälle in Heim und Freizeit in Deutschland*. URL http://www.gbe-bund.de/gbe10/ergebnisse.prc_tab?fid=7751&suchstring=&query_id=&sprache=D&fund_typ=TAB&methode=&vt=&verwandte=1&page_ret=0&seite=1&p_lfd_nr=1&p_news=&p_sprachkz=D&p_uid=gasts&p_aid=31479366&hlp_nr=2&p_janein=J, 2011
- [6] J. SPEHR, S. Winkelbach-E. Steinhagen-Thiessen und F. W.: *Visual Fall Detection in Home Environments*. june 2008
- [7] JOANNEUM-RESEARCH-FORSCHUNGSGESELLSCHAFT-GMBH: *Age@Home*. 2011
- [8] KANG, T.; Kim H.: *A Wrist-Worn Integrated Health Monitoring Instrument with a TeleReporting Device for Telemedicine and Telecare*. october 2006
- [9] PATZELT, Rupert (Hrsg.) ; SCHWEINZER, Herbert (Hrsg.): *Elektrische Meßtechnik*. 2., neubearb. Aufl. Springer Vienna, 10 1996. – ISBN 9783211828731
- [10] Pololu Corporation (Veranst.): *CHR-6D Digital Inertial Measurement Unit*. – URL http://www.pololu.com/file/0J276/chr6d_datasheet.pdf
- [11] R. WICHERT, T. Norgall-M. B.: *Individuelle Gestaltung und Anpassung bestehender Wohnkonzepte*. january 2009. – URL http://www.aal.fraunhofer.de/publications/AAL_Individuelle-Gestaltung_Wohnkonzepte_final.pdf

-
- [12] RALTEC: *AAL – eShoe*. 2009. – URL <http://deutsch.ceit.at/ceit-raltec/projekte/aal---eshoe>
- [13] Das sichere Haus (Veranst.): *Senioren-Unfälle: Es sind nicht nur die Stürze*. URL <http://www.das-sichere-haus.de/presse/pressemitteilungen/senioren/detailansicht/lesen/senioren-unfaelle-es-sind-nicht-nur-die-stuerze/>, 2009
- [14] SPANTEC: *iResidence*. 2011. – URL <http://www.i-residence.at/pages/de/das-system.php>
- [15] Statistisches Bundesamt: (Veranst.): *11. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung*. Wiesbaden, 2006. – URL <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pk/2006/Bevoelkerungsentwicklung/AnnahmenundErgebnisse,property=file.pdf>
- [16] Statistisches Bundesamt (Veranst.): *statistisches Jahrbuch 2007, Bevölkerung und Erwerbstätigkeit, Entwicklung der Privathaushalte bis 2025*. Wiesbaden, Germany, 2008
- [17] TESKE, Philipp: *Ein Multisensor-System zur Sturzerkennung*, Hochschule für Angewante Wissenschaften Hamburg, Diplomarbeit, 2011