

Kompass, ein Assistenzsystem für Senioren und betreuungsbedürftige Mitmenschen



Berichte Institut für Informatik und Computational Science
UP, ISSN 0946-7580, TR-2014-1

Kompass, ein Assistenzsystem für Senioren und betreuungsbedürftige Mitmenschen

1 Leitidee

In den letzten Jahrzehnten ist die Lebenserwartung in den entwickelten Ländern stetig gestiegen. Jeder findet in seinem Umfeld Freunde, Verwandte und Bekannte, die schon lange im Rentenalter aktiv am Leben teilhaben. Mit zunehmenden Lebensjahren ist jedoch mit einigen Beeinträchtigungen zu rechnen: das Sehvermögen nimmt ab, die Beweglichkeit ist nicht mehr in vollem Umfang gegeben, auch das Herz- und Kreislaufsystem kann beeinträchtigt sein. All diese Faktoren führen dazu, daß u.a. die Sturzgefahr wächst. So stürzen 30% der über 65-Jährigen und sogar 50% der 80-Jährigen mindestens einmal innerhalb eines Jahres [1]. Ereignet sich der Sturz, wenn die Person alleine ist, so ist die Gefahr ungleich größer, dass ihm nicht umgehend geholfen werden kann. Unter Umständen kommt jede Hilfe zu spät. Trifft medizinische Hilfe sofort ein, so wirkt sich das positiv auf die Zeitdauer für die Genesung des Patienten aus.

Hilfe versprechen an dieser Stelle bereits Notrufsysteme die Hilfsorganisationen wie das Deutsche Rote Kreuz und die Johanniter aber auch regionale Pflegeeinrichtungen anbieten. Meist handelt es sich um einen aktiven Alarm, d.h. der Hilfebedürftige muss noch in der Lage sein, den Notrufknopf zu drücken. Diese Dienstleistungen sind kostenpflichtig. Neben einer Grundgebühr müssen u.a. auch für die Anfahrt desjenigen, der den Haus Schlüssel hat, die Kosten übernommen werden. In [2] wird darauf näher eingegangen. Hier ist also ein zusätzlicher Verwaltungsaufwand notwendig, um den Patienten abzusichern. Ist der Patient bewußtlos, so kann er nicht aktiv den Notrufknopf betätigen. An dieser Stelle greift das Kompass-Projekt ein.

Ziel des Kompass-Projekts ist es, weitestgehend die Selbständigkeit der Betroffenen zu unterstützen, ihre Zeit im eigenen häuslichen Umfeld zu verlängern und das Pflegepersonal zu entlasten. Das Kompass-System ist ein Orientierungssystem in Zeit und Raum. Es unterstützt sowohl die zeitliche Orientierung durch automatische Terminerinnerung als auch die räumliche Orientierung. Da das Sturzrisiko im Alter zunimmt, ist die automatische Sturzerkennung ebenfalls eine wichtige Kompass-Funktion. Die automatische Sturzerkennung kann mit der Lokalisierung kombiniert werden, so dass mit einem Notruf auch der Sturzort mit übertragen werden kann.

2 Ziele des Projektes und der beteiligten Partner

Die Arbeitsgruppe Betriebssysteme und Verteilte Systeme am Institut für Informatik und Computational Science der Universität Potsdam erforscht und entwickelt mobile Assistenzsysteme für Senioren mit altersbedingten Einschränkungen. Das Kompass-System unterstützt Senioren und deren Pfleger bei den folgenden Aufgaben:

1. automatische Terminerinnerung (z.B. Essen, Veranstaltungen, Medikamenteneinnahme, Arztbesuche),
2. automatische Sturzerkennung mit Notruf und Ortsangabe,
3. Information der Pfleger, wenn ein *dementer* Bewohner das Gelände verläßt.

Diese Aufgabengebiete wurden in Absprache mit dem Kooperationspartner, dem Pflegeheim Florencehort des LAFIM in Stahnsdorf, definiert. Aufgrund der Erfahrungen des Pflegepersonals handelt es sich hierbei um Anwendungsgebiete, die bisher entweder gar nicht oder nicht hinreichend im Pflegealltag unterstützt werden. Nutzer des Kompass-Systems sind dabei sowohl die betreuten Personen als auch das Pflegepersonal. Aus Sicht der Pflegeeinrichtung sind die Ziele des Kompass-Projekts:

- Selbständigkeit im Alter unterstützen
- Entlastung der pflegenden Angehörigen bzw. des Pflegepersonals
- Sicherheit erhöhen (Safety)

Indem die Bewohner durch den **Kompass-Assistenten** an Termine erinnert werden, wird deren Selbständigkeit und Selbstwertgefühl gefördert und das Pflegepersonal entlastet. Zudem bedeutet eine zeitnahe Benachrichtigung des Pflegepersonals in Notsituationen eine bessere Betreuung der Bewohner. So kann das Kompass-System beispielsweise einen Notruf auf das Diensthandy des zuständigen Pflegers schicken, wenn eine demente Person einen geschützten Bereich verläßt, so dass rechtzeitig gehandelt werden kann, bevor ein Bewohner sich verirrt. Weiterhin ist die schnelle Benachrichtigung nach einem Sturz, nachdem der Bewohner nicht selbständig aufstehen kann oder sogar bewußtlos ist, eine wichtige Funktion.

Ziel des Kompass-Projekts ist es, möglichst kostengünstige Lösungen für diese Herausforderungen zu entwickeln. Daher wird im Kompass-Projekt keine Spezial-Hardware eingesetzt, die in Entwicklung und Produktion kostenintensiv wäre, sondern handelsübliche Smartphones mit WLAN.

Weiterhin sollen die entwickelten Lösungen auch im häuslichen Umfeld bei der Pflege von Angehörigen einsetzbar sein.

3 Kompass-Ansatz

Das Kompass-Projekt ist als universitäres Forschungsprojekt mit enger Kooperation mit einem Nutzer, dem Pflegeheim Florencehort des LAFIM in Stahnsdorf angelegt. Dadurch können Prototypen zeitnah mit Endnutzern evaluiert werden und die Ergebnisse in der Weiterentwicklung berücksichtigt werden.

3.1 Beschreibung des innovativen Konzeptes

Die Anforderungen an das Kompass-System sind:

- Der Pfleger soll nicht **be-** sondern **ent-**lastet werden.
⇒ Daher wird das Diensthandy in das Kompass-System integriert. Der Pfleger muss kein zusätzliches technisches Gerät mit sich tragen, sondern bekommt alle Notrufe direkt auf sein Diensthandy.
- Die Termineingabe muß für die Pfleger schnell erledigt sein.
⇒ Daher werden Termine über Tastatur am Kompass-PC mit intuitiver Fensteroberfläche im Büro der Pflegeleitung eingetragen und von dort auf die mobilen Geräte mittels „Klick-Button“ übertragen.
- geringe Kosten ⇒ Einsatz von preiswerter Technik: Der **K**ompass-Assistent wird mittels handelsüblicher Smartphones realisiert.
- Kaum Infrastrukturmaßnahmen im Florencehort notwendig. ⇒ Es mußte eine WLAN-Infrastruktur nachgerüstet werden und die Siemens-Haustelefonanlage nachgerüstet werden, damit Notrufe vom Kompass-Assistenten auf das Diensthandy weitergeleitet werden.

Die Besonderheit des Kompass-Systems ist die Kombination von Sturzerkennung und Lokalisierung. Es ermöglicht:

1. **Automatische Sturzerkennung** bei Stürzen mit Bewußtlosigkeit
2. **Automatischer Hilferuf** auf Pfleger- oder Angehörigenhandy
3. **Lokalisierung des Sturzortes** und Angabe des Sturzortes im Hilferuf: das Kompass-System kann einen Notruf entweder über Mobilfunk oder über WLAN absetzen. Der Notruf kann den Sturzort enthalten. Kompass generiert eine Nachricht, die mittels synthetisierter Sprache erzeugt wird:

„Frau Meier ist im Garten gestürzt.“

Im Gegensatz zur Sturzerkennung mit intelligenten Kameras, die auf bestimmte Wohnbereiche beschränkt bleiben, kann der Kompass-Assistent überall getragen werden. Zudem existieren im Falle einer Kamera tote Winkel, in denen Stürze nicht erfasst werden. Forschungsgruppe Geriatrie an der Charite untersucht u.a. den Einsatz von Kameras, um

anhand von Gangbildern das Sturzrisiko zu bestimmen [3, 4].

Weitere alternative Lösungen sind Sensormatten wie z.B. die SenseFloor von FutureShape, die aber ebenfalls auf bestimmte Wohnbereiche beschränkt sind und z.B. nicht im Garten ausgelegt werden können. Zudem sind diese Lösungen kostenintensiv und bereiten Probleme mit den Hygiene-Vorschriften der Pflegeeinrichtungen.

Die Grundidee von Kompass ist, die sturzgefährdete Person mit einem Smartphone auszustatten, das in einer Bauchtasche in Hüfthöhe getragen wird. Moderne Smartphones besitzen einen 3-Achsen-Beschleunigungssensor, der üblicherweise zur Orientierung des Displays benutzt wird, der aber, wie Kompass zeigt, auch erfolgreich zur Sturzerkennung eingesetzt werden kann. Das Smartphone kann innerhalb und außerhalb von Gebäuden getragen werden, ist also (fast) immer dabei! Kombiniert man die Sturzerkennung mit der Kompass-Lokalisierung kann im Notruf auch der Sturzort angegeben werden. Im Falle eines erkannten Sturzes benachrichtigt das System den diensthabenden Pfleger auf dem Diensthandy. Für den Einsatz in der häuslichen Pflege kann das Smartphone die Nummer eines vorher konfigurierten Angehörigen oder Pflegedienstes anrufen und erweitert damit die Funktionalität der ansonsten passiven Notrufknöpfe.

Die Kompass-Lokalisierung arbeitet innerhalb von Gebäuden WLAN-basiert. Abbildung 1 zeigt den Grundriss des Florencehorts mit den installierten WLAN-Routern (als Stern gekennzeichnet) und eingezeichneten kritischen Regionen. In diesen kritischen Regionen ist das Gerät noch mit dem WLAN-Netz verbunden und kann einen Notruf senden, aber die betreute Person ist noch nicht im Gefahrengebiet: In der einen Richtung geht es zu einer 4-spurigen Schnellstrasse, in der anderen Richtung in ein Waldgebiet. Für orientierungslose Bewohner wird der Kompass-Assistent so konfiguriert, dass er einen Notruf sendet, wenn die Person einen kritischen Bereich betritt.

Automatische Sturzerkennung auf Smartphones

Für die Sturzerkennung auf Android-basierten Smartphones ergaben sich folgende Forschungsfragen:

1. Sind die in handelsüblichen Smartphones verbauten Bewegungssensoren für die Sturzerkennung geeignet?
2. Wie hoch ist der Energiebedarf für die automatische Sturzerkennung? \implies Halten die Geräte einen Tag durch oder müssen sie häufiger aufgeladen werden, was die *Usability* deutlich einschränken würde.

Die Abbildung 2 zeigt den Ausschlag des 3-Achsen-Beschleunigungssensors bei einem Fall nach vorn ohne Bewußtlosigkeit [5].

Das Sturzerkennungsverfahren ist schwellwert-basiert und arbeitet mit unterschiedlichen Phasen: Free-Fall, Impact, Stable-Phase, Critical-Phase. Damit kombiniert wird eine Positionsänderung. Bei den handelsüblichen Smartphones werden diese Sensordaten mit

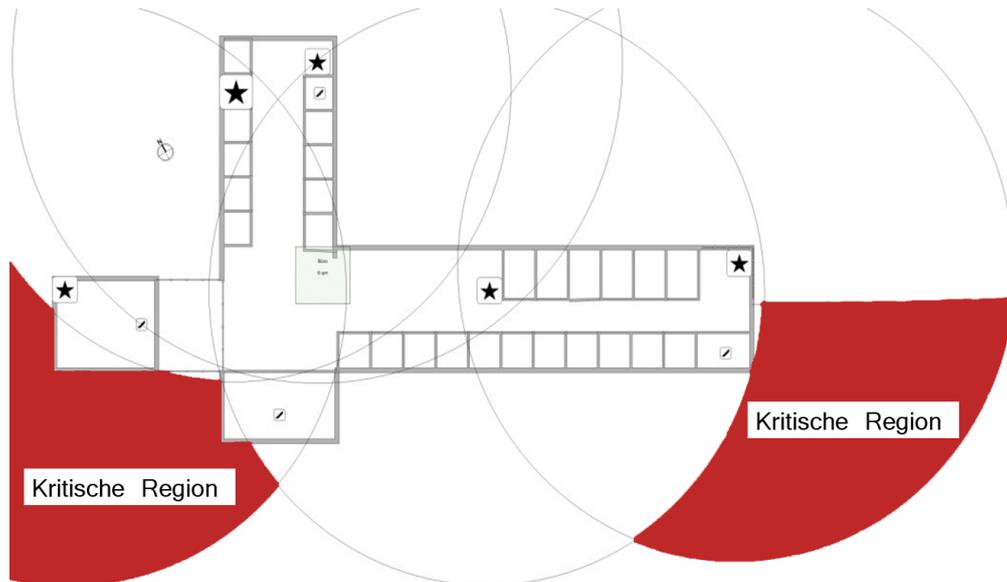


Abbildung 1: Kritische Regionen des Florencehorts.

ca. 50 Hz ermittelt (Sony Ericsson Xperia Arc ca. 80 Hz, HTC Evo 3D ca. 50 Hz).

Die Qualität der Sturzerkennung läßt sich durch eine Bewertung der *Sensitivität* angeben. Die Sensitivität gibt den Prozentsatz erkannter Stürze an:

$$\text{Sensitivität} = \frac{\text{Anzahl erkannter Stürze}}{\text{Anzahl aller Stürze}}$$

Um die Sensitivität der Sturzerkennung zu testen, wurde ein Simulator geschrieben, der als Eingabe die protokollierten Sensordaten echter Stürze erhält. Für die Sammlung der Sturzdaten wurden 84 Stürze junger Probanden aufgezeichnet [6] (siehe Abbildung 3). Dazu gehören *Stolperstürze* nach vorn, Stürze nach hinten, nach rechts, nach links, aus der Beuge, nach dem Aufstehen und sogar einige Treppenstufen hinab.

Eine hohe Sensitivität ist positiv aber nicht ausreichend für ein einsetzbares Verfahren. Sollte das Verfahren zu empfindlich sein und zu viele Fehlalarme auslösen, wäre es für den täglichen Einsatz nicht brauchbar. Daher wurde auch die *Spezifizität* der Sturzerkennung untersucht. Hierzu wurden *Activities of Daily Life (ADLs)*, d.h. normale Bewegungen ohne Sturz von Senioren aufgezeichnet und in dem Simulator eingespielt.

Die Aufzeichnung der ADLs fand mit Unterstützung der Bewohner und Pfleger des Seniorenheims statt:

- 9 Senioren aus dem Florencehort in Stahnsdorf als Probanden,
- das mobile Gerät wurde in einer Bauchtasche getragen,

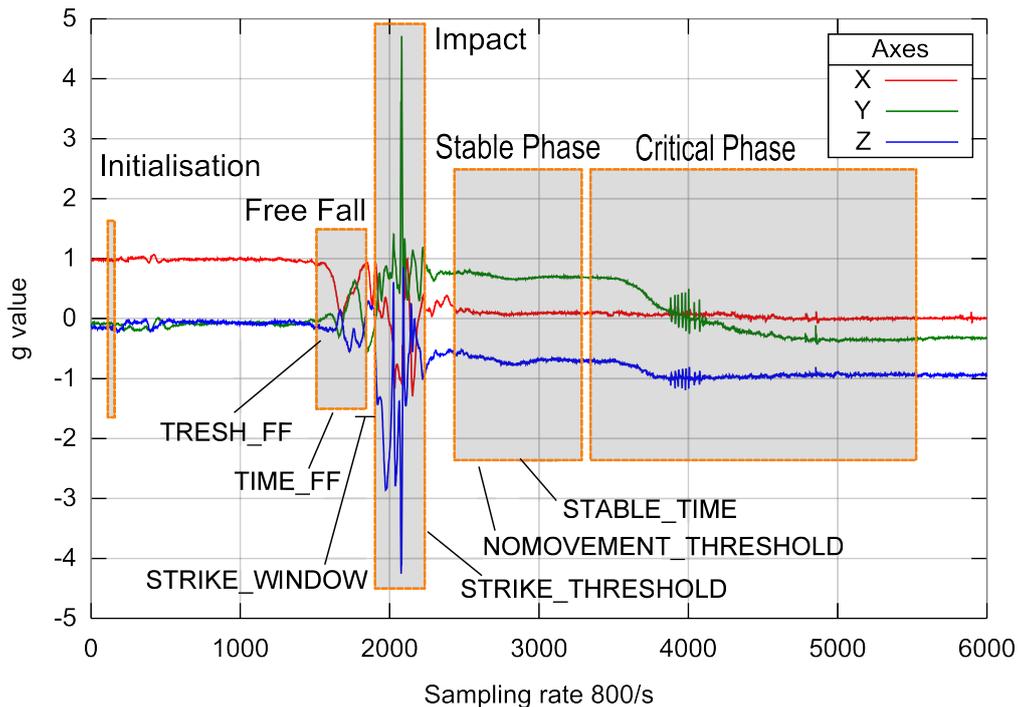


Abbildung 2: Sensordaten beim Sturz nach vorn.

- Senioren im Alter von 70 bis 95 Jahren,
- insgesamt wurden über 41 h ADLs gesammelt

Die Simulationsergebnisse belegen die Qualität der Kompass-Sturzerkennung:

	Erkannt als Sturz	Erkannt als ADL
Stürze	83	1
ADLs	0	alle

Diese Ergebnisse wurden auf der HEALTHINF 2014, der 7th International Conference on Health Informatics in Angers, Frankreich präsentiert (begutachteter Beitrag) [7].

Die mittlerweile erstellte Implementierung der Android-basierten Sturzerkennung hat eine Laufzeit von 20 h, bevor das Gerät wieder aufgeladen werden muss [8]. Damit kann es den ganzen Tag über getragen und eingesetzt werden und über Nacht wieder aufgeladen werden.

Es gibt zwar mittlerweile Sturzerkennungs-Apps im Google Android Market, die aber in ersten Tests sich als viel zu empfindlich gezeigt haben und teilweise schon Alarm schlagen, wenn das Gerät über den Tisch geschoben wird.



Abbildung 3: Aufzeichnung von 84 Stürzen junger Probanden.

Privatsphäre

Im Rahmen seiner Masterarbeit wurde von Sven Schindler die Lokalisierungskomponente weiterentwickelt, um die Privatsphäre der Kompass-Nutzer besser zu schützen. Die Benutzer bzw. der gesetzliche Vormund kann bestimmen, ob das Gerät periodisch seine Lokalisation melden soll - dies ermöglicht das Tracking des Geräts - oder ob die Lokalisierungsdaten nur im Notfall wie z.B. in einer Sturzsituation gesendet werden soll [9]. Dieser *Privacy Location Service* ist aktuell noch eine eigenständige Komponente und nicht mit der Sturzerkennung integriert.

3.2 Finanzierung

Für die Weiterentwicklung des Sturzsimulators und Erheben der Activities-of-Daily-Life von Senioren im Pflegeheim Florencehort war eine studentische Hilfskraft für 4 Monate eingestellt.

Darüber hinaus wurde die Sturzerkennung im Rahmen von studentischen Abschlussarbeiten erstellt. Eine erste Version wurde von Christian Karth im Rahmen seiner Diplomarbeit entwickelt [6, 5]. Die Version der Sturzerkennung für Android-basierte Smartphones wurde von Tobias Gimpel im Rahmen seiner Bachelorarbeit entwickelt [8]. Die WLAN-basierte Lokalisierung wurde von Sven Schindler im Rahmen seiner Masterarbeit im Florencehort erfolgreich getestet [9].

Die folgende Tabelle zeigt die Summe der bisherigen Projektkosten. Die preiswerteste Nutzung für die Betreuung eines allein lebenden Seniors zu Haus benötigt ein Android-basiertes Smartphone mit Mobilfunkvertrag.

Beschreibung	Kosten [Euro]
6 Smartphones	ca. 2280
12 Cisco-Linksys WRT54G Router	ca. 720
1 Entwicklungs-PC Dell Optiplex	ca. 800
1 PC Dell Optiplex (LAFIM)	ca. 800
Asterisk-Anschluss LAFIM-Telefonanlage	ca. 400
Kosten für studentische Hilfskraft	1764
Gesamt	ca. 6764

Hierbei ist anzumerken, dass das Kompass-Projekt von überaus motivierten Studenten und Mitarbeitern profitiert hat, die mit großer Einsatzbereitschaft an den Komponenten gearbeitet haben. Darüberhinaus haben das Pflegepersonal im Florencehort und die an Studien beteiligten Bewohner das Projekt stets sehr unterstützt und mit großem Interesse an den Anwendungen begleitet.

3.3 Patientennutzen

Ausgehend davon, dass der Patient durch die Nutzung externer Hilfsmittel entlastet und nicht belastet wird und sein Umfeld ebenfalls davon profitiert, kann man folgendes zusammenfassen:

Der frei konfigurierbare Notruf kann zu Nachbarn, Verwandten oder auch zu Pflegepersonal gesendet werden und ist auch dynamisch anpassbar, wenn die zu alarmierende Person nicht schnell genug erreichbar ist. Die Hemmschwelle für den Patienten, einen Notruf an einen Notarzt abzusetzen, entfällt. Eine Person seines Vertrauens wird informiert und kann ggf. entsprechende Schritte einleiten. Ist der Patient nach dem Sturz nicht ansprechbar, wird der Notruf selbständig abgesetzt.

Gekoppelt mit der Lokalisierung gewinnt der Patient zusätzliche Freiheit und kann den engen häuslichen Bereich verlassen, ohne die Absicherung mittels Kompass zu verlieren.

Der Einsatz in Pflegeeinrichtungen gibt nicht nur den Patienten, sondern auch dem Pflegepersonal mehr Sicherheit, da sie über Gefahrensituationen früher informiert werden.

4 Externe Evaluationsergebnisse

Eine erste Prototyp-Version des Kompass-Systems findet sich in [10] beschrieben. Hierzu gehört auch eine mit Psychologen der Universität Jena durchgeführte Nutzerakzeptanzstudie. Es wurden sowohl 10 Bewohner als auch 10 Pfleger aus dem Seniorenheim interviewt. Die Bewohner waren in sehr guter geistiger Verfassung. Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Bewohner selber zwar keine Handies bzw. Smartphones benutzten, aber dem Assistenzsystem sehr aufgeschlossen waren und den Nutzen für sich selber offensichtlich fanden.

Das Pflegepersonal war sehr IT-geschult und gewohnt einen PC und ein Diensthandy im Dienst regelmässig zu benutzen. Damit das Kompass-System ohne Aufwand in ihren Dienstablauf integriert werden kann, war für sie eine lange Laufzeit des Geräts wichtig. Ein Aufladen über Nacht war für das Pflegepersonal akzeptabel.

5 Inhaltliche, zielbezogene Perspektiven/organisatorische und finanzielle Nachhaltigkeit

Die Zusammenarbeit zwischen der Universität Potsdam und dem Florencehort ist durch einen Kooperationsvertrag geregelt.

Perspektivisch sind folgende Schritte im Rahmen des Kompass-Projekts wichtig, die die erfolgten Einzelarbeiten integrieren und weiterentwickeln sollen:

- Verbesserung des Benutzerinterfaces auf dem mobilen Gerät: Das aktuelle Benutzerinterface ist noch nicht seniorengerecht, da beispielsweise die gewählte Schriftgröße zu klein ist. Die gestürzte Person kann nach einem Sturz den Notruf innerhalb einer wählbaren Zeitspanne deaktivieren, falls sie keine Hilfe benötigt. Dazu ist eine klare Darstellung auf dem Display des Mobiltelefons notwendig.
- Ein weiterer überwachter kontinuierlicher Testbetrieb im LAFIM oder anderen interessierten Einrichtungen ist wünschenswert, um potentielle Schwachstellen des Systems zu identifizieren.
- Weiterentwicklung der Sturzerkennung: Entwicklung einer Sturzklassifikation (Sturz nach vorn/hinten/seitwärts) und die automatische Erstellung eines Sturzprotokolls zur Auswertung durch einen Mediziner.
- Die Integration der aktuellen Sturzerkennung auf Android in das Kompass-System mit Integration des Location Privacy Servers.
- Integration der Lokalisierung mittels GPS.

6 Ansprechpartner und Funktion:

Prof. Dr. Bettina Schnor
Professur Betriebssysteme und Verteilte Systeme
Universität Potsdam

Martin Fischer
Pflegedienstleiter des Evangelischen Seniorenzentrums „Florencehort“
Träger: Landesausschuss für Innere Mission (LAFIM)

Literatur

- [1] A. Pieribon and M. Funk. *Sturzprävention bei älteren Menschen Risiken - Folgen - Massnahmen*. Pflegepraxis. Thieme, 2007.
- [2] Stefan Mehner. Portierung eines Algorithmus zur Sturzerkennung auf ein Smartphone. Bachelorarbeit, Brandenburgische Technische Universität Cottbus, 2012.
- [3] Mehmet Gövercin, Y. Költzsch, M. Meis, S. Wegel, M. Gietzelt, J. Spehr, S. Winkelbach, M. Marschollek, and E. Steinhagen-Thiessen. Defining the user requirements for wearable and optical fall prediction and fall detection devices for home use. *Informatics for Health and Social Care*, 35:177–187, 2010.
- [4] J. Spehr, M. Gietzelt, S. Wegel, Y. Költzsch, S. Winkelbach, M. Marschollek, M. Gövercin, F. Wahl, R. Haux, and E. Steinhagen-Thiessen. Vermessung von Gangparametern zur Sturzprädikation durch Vision- und Beschleunigungssensorik. In *Tagungsband des 4. Deutschen AAL-Kongresses 2011*, 2011.
- [5] Sebastian Fudickar, Christian Karth, Philipp Mahr, and Bettina Schnor. Fall-detection simulator for accelerometers with in-hardware preprocessing. In *Proceedings of the 5th International Conference on PErvasive Technologies Related to Assistive Environments*, PETRA '12, pages 41:1–41:7, New York, NY, USA, 2012. ACM. ISBN 978-1-4503-1300-1.
- [6] Christian Karth. Fusion von Sensordaten zur robusten Sturzdetektion im Bereich Assisted Living. Diplomarbeit, Universität Potsdam, 2012.
- [7] Sebastian Fudickar, Alexander Lindemann, and Bettina Schnor. Threshold-based fall detection on smart phones. In *HEALTHINF 2014, 7th International Conference on Health Informatics*, Angers, France, 2014.
- [8] Tobias Gimpel. Anpassung eines Algorithmus zur aktiven Sturzerkennung für Android-Smartphones. Bachelorarbeit, Universität Potsdam, 2014.
- [9] Sven Schindler. Location Privacy. Diplomarbeit, Universität Potsdam, 2011.
- [10] Sebastian Fudickar, Bettina Schnor, Juliane Felber, Franz Juergen Neyer, Matthias Lenz, and Manfred Stede. An Orientation System For Patients With Dementia. In *Behaviour Monitoring and Interpretation Book of Well Being*, pages 83–104. IOS Press, 2011.