

Ageing without Losing Mobility and Autonomy: Ein Erfahrungsbericht

Vieillir sans perdre sa mobilité ni son autonomie: récit d'une expérience

LUCA SCASCIGHINI, RUTH HERSCHE

Der Erhalt der Mobilität im Alter ist ein fundamentaler Aspekt, der ein dynamisches und selbständiges Leben ermöglicht und eng mit der Lebensqualität einer Person verknüpft ist [1].

Die Mobilität im Alter kann zum Beispiel durch eine zunehmende Reduktion des räumlichen Orientierungssinnes oder durch eine reduzierte Autonomie beim selbständigen Rollstuhlfahren eingeschränkt sein. Durch den demografischen Wandel und die Alterung der Bevölkerung hat das Interesse nach Strategien zur Maximierung der Selbständigkeit und Mobilität sehr stark zugenommen [2], [3]. ALMA¹ ist ein europäisches Forschungsprojekt im Rahmen des Ambient Assisted Living Joint Program (AAL JP²). Die Gesamtfinanzierung betrug knapp CHF 1,4 Millionen. Das Konsortium besteht aus acht Mitgliedern aus vier verschiedenen Ländern: Schweiz, Italien, Grossbritannien und Deutschland (siehe *Kasten*). In dieser multidisziplinären Arbeitsgruppe sind verschiedene Fachleute dabei, unter anderem Ingenieure, Physiotherapeuten und Ergotherapeuten, jeder mit seinen eigenen Kompetenzfeldern.

¹ www.alma-aal.org

² www.aal-europe.eu, Project AAL 2011-4-124, Start date 04/2013 – End date 04/2016

ALMA

Das ALMA Konsortium umfasst drei akademische Forschungsinstitute (Politecnico di Milano, Scuola Universitaria della Svizzera Italiana [SUPSI], Dipartimento di Economia aziendale, sanità e sociale und Istituto Dalle Molle di Studi sull'Intelligenza Artificiale, Universität Würzburg), drei KMU (Degonda Rehab AG, VCA Technology Ltd., Infosolution SpA) und zwei klinische Institutionen (Clinica Hildebrand Brissago, Istituti Sociali di Chiasso).

Le maintien de la mobilité à un âge avancé est un aspect fondamental d'une existence dynamique et autonome et a un lien étroit avec la qualité de vie d'une personne [1].

Avec l'âge, la mobilité peut par exemple se perdre en raison d'une diminution progressive du sens de l'orientation spatial ou d'une autonomie réduite par l'utilisation indépendante d'un fauteuil roulant. L'intérêt pour des stratégies de maximisation de l'indépendance et de la mobilité a fortement augmenté avec le changement démographique et le vieillissement de la population [2], [3]. ALMA¹ est un projet de recherche européen développé le cadre de l'Ambient Assisted Living Joint Program (AALJP²). Son financement total s'est élevé à près de CHF 1,4 million. Le consortium se compose de huit membres provenant de quatre pays différents: la Suisse, l'Italie, le Royaume-Uni et l'Allemagne (voir *encadré*). Ce groupe de travail multidisciplinaire comprend divers spécialistes, notamment des ingénieurs, physiothérapeutes et ergothérapeutes, chacun possédant ses propres domaines de compétence.

¹ www.alma-aal.org

² www.aal-europe.eu, Project AAL 2011-4-124, Start date 04/2013 – End date 04/2016

ALMA

Le consortium ALMA comprend trois instituts de recherche académiques (Politecnico di Milano, Scuola Universitaria della Svizzera Italiana [SUPSI], Dipartimento di Economia aziendale, sanità e sociale et Istituto Dalle Molle di Studi sull'Intelligenza Artificiale, Université de Würzburg), trois PME (Degonda Rehab AG, VCA Technology Ltd., Infosolution SpA) et deux institutions cliniques (Clinica Hildebrand Brissago, Istituti Sociali di Chiasso).

Vielfältige Nutzen dank ALMA

ALMA soll die autonome Mobilität, Navigation und Orientierung von mobilitätseingeschränkten Personen (ältere Menschen und/oder zeitweise oder endgültig behinderte Personen) durch die Umsetzung und Kombination einer Reihe von erweiterten Hardware- und Software-Technologien fördern (siehe *Abbildung*). Ein sogenanntes «Ambient Assisted Living System (AAL)» ist definiert als ein sensorbasiertes, integriertes, unterstützendes System, welches speziell entwickelt wird, um älteren Menschen ein selbstbestimmtes Leben und würdiges Altern in ihrer Umgebung zu ermöglichen. Ein AAL-System hat das Ziel, die Gesundheitskosten und die Pflegebelastung der Angehörigen zu reduzieren und eine Verbesserung/Erhaltung der Lebensqualität zu garantieren [4]. Es wird modular aufgebaut und besteht aus:

- Indoor-Ortungssystem, basierend auf einem Netzwerk von Low-Cost- und Low-Power-Radio-Frequenz-Sendern, um auf Raumebene die Lokalisierung von Personen und Objekten zu liefern.
- Autonomes *Ad-hoc*-Hardware-/Software-System auf der Basis von vernetzten intelligenten Videokameras, welche Indoor- und Outdoor-Informationen zur Lokalisierung, Umweltüberwachung und Lagebeurteilung liefern.
- System für die Online-Planung von Wegstrecken, kombiniert mit aktuellen Terminen aus der Agenda des einzelnen Benutzers.
- *Personal Mobility Kit (PMK)* für elektrisch betriebene Rollstühle, das eine halbautomatische Steuerung (d. h. mit geringer manueller Kontrolle des Benutzers) bzw. Fortbewegung ermöglicht und mit der Umgebung interagieren kann (siehe *Foto*). Ein intelligenter Rollstuhl besteht typischerweise aus einem Standard-Elektrollstuhl, an den verschiedene Sensoren angebracht werden [5].
- *Personal Navigation Assistant (PNA)*, welches eine benut-

Les nombreux bienfaits d'ALMA

ALMA a pour objectif de promouvoir la mobilité, les déplacements et l'orientation autonome de personnes à mobilité réduite (personnes âgées et/ou personnes à handicap temporaire ou permanent) par la mise en œuvre et la combinaison d'une série de technologies matérielles et logicielles élargies (voir *illustration*). Un «Ambient Assisted Living System (AAL)» est défini comme un système d'assistance intégré et basé sur des capteurs, développé pour offrir aux personnes âgées une vie autodéterminée et un vieillissement digne dans leur environnement. Un système AAL a pour but de réduire les frais de santé et les charges de soins des proches ainsi que de garantir l'amélioration ou la sauvegarde de la qualité de vie [4]. Il est structuré en modules et comprend:

- Un système de localisation en intérieur, basé sur un réseau d'émetteurs de fréquences radio à faible coût et faible puissance qui permet la localisation de personnes et d'objets sur le plan spatial;
- Un système matériel/logiciel autonome *ad-hoc* sur la base de caméras vidéo intelligentes interconnectées qui livrent des informations en extérieur et en intérieur quant à la localisation, la surveillance de l'environnement et l'évaluation de la situation;
- Un système de planification d'itinéraires en ligne, combiné avec des rendez-vous en temps réel de l'agenda de l'utilisateur individuel;
- Un *Personal Mobility Kit (PMK)* pour fauteuils roulants électriques qui permet une direction/locomotion semi-automatique (c.-à-d. avec un contrôle manuel réduit de l'utilisateur) et qui peut interagir avec l'environnement (voir *photo*). Un fauteuil roulant intelligent se compose typiquement d'un fauteuil roulant électrique standard sur lequel sont placés divers capteurs [5];
- Un *Personal Navigation Assistant (PNA)* qui offre une inter-



Foto: Elektrischer Rollstuhl mit PMK (Name: Red PuMpKin). | Photo: Fauteuil roulant électrique avec PMK (nom: Red PuMpKin).

zerfreundliche Schnittstelle zu allen Funktionalitäten von ALMA bietet, die auf die individuellen Bedürfnisse und motorischen sowie sensorischen Einschränkungen der Nutzer abgestimmt ist. Dieses System wurde so konzipiert, dass mittels verschiedener Hilfestellungen das Erreichen einer Destination unterstützt wird (vokal, bildlich, textlich). Zudem wird der optimale Weg durch informatische Algorithmen gewählt, welche hohen Fussgänger-/ Personen-Fluss in den Gängen und/oder mögliche Hindernisse einbeziehen. Letztendlich werden auch die motorischen und kognitiven Fähigkeiten des Benutzers mitberücksichtigt. Der PNA funktioniert mit einer Android App auf Tablets oder Smartphones (siehe *Abbildung 1*).

Diese Art von EU-Projekten verfolgen das explizite Ziel, ein oder mehrere geprüfte Produkte auf den Markt zu bringen. Aus diesem Grund haben marktbasierende und anwendungsorientierte Überlegungen ein starkes Gewicht in allen Phasen des Projekts.

Test auf Anwendbarkeit im Alltag

Die Herausforderung als forschungstätiger Physiotherapeut war sicherlich die Einarbeitung in ein neues, spannendes Gebiet. Die erste Phase dieses Projekts bestand darin, möglichst konkrete Anwendungsmöglichkeiten aus Sicht von primären (z. B. Personen mit Gehbehinderungen, Orientierungsschwierigkeiten) und sekundären Endnutzern (z. B. Angehörige, Pflegende, Betreuer) zu identifizieren.

Danach hat die Forschungsgruppe der SUPSI eine «*Use-case scenarios*»-Analyse durchgeführt und mögliche Einschluss- und Ausschlusskriterien definiert. In einem weiteren Schritt evaluierten wir die sogenannte «*usability*» (Verwendbarkeit), d. h. die Beurteilung der praktischen Interaktion zwischen Mensch und Maschine anhand von strukturierten Beobachtungen [6]. Die wissenschaftliche Analyse der «*usability*» ist bekanntlich ein entscheidendes Kriterium für den Erfolg oder Misserfolg eines Produktes und die Zufriedenheit des Nutzers. Die Methodik für diese Analyse stammt aus der Soziologie bzw. Anthropologie und basiert auf Beobachtungen und Tests der «*usability*»-Kriterien (heuristische Evaluation). Ein unmissverständlicher Leitsatz lautet: «*Auf dem Papier funktioniert immer alles, aber man soll es unbedingt testen, damit nichts im Katalog «Objets introuvables» von Jacques Carelman landet...*»³.

In enger Zusammenarbeit mit den Partnern aus der Praxis (Clinica Hildebrand und Istituti sociali di Chiasso) wurden zwei Pilotanwendungen zu PNA und PMK zu Testzwecken durchgeführt. Für den PNA ging es einerseits darum zu prüfen, ob die potenziellen Nutzer mit leichten kognitiven Ein-

face conviviale pour toutes les fonctionnalités d'ALMA et qui est adapté à tous les besoins individuels, ainsi qu'aux limitations motrices et sensorielles des utilisateurs. Le système a été conçu de manière à faciliter l'arrivée à la destination souhaitée au moyen de différents paramètres d'assistance (voix, image, texte). L'itinéraire optimal est par ailleurs déterminé par des algorithmes informatiques qui incluent le flux accru de piétons/personnes dans les couloirs et/ou des obstacles possibles. Pour finir, les capacités motrices et cognitives de l'utilisateur sont également prises en compte. Le PNA fonctionne avec une application Android sur tablette ou smartphone (voir *Illustration 1*).

Ce type de projets UE a pour but explicite de commercialiser un ou plusieurs produits testés. C'est pourquoi les considérations basées sur le marché et axées sur l'utilisation occupent une place importante dans toutes les phases du projet.

Test et applicabilité au quotidien

En tant que physiothérapeute actif dans la recherche, le défi était de prendre part à un nouveau domaine passionnant. La première phase du projet consistait à identifier, aussi concrètement que possible, les possibilités d'application du point de vue d'utilisateurs primaires (p. ex. des personnes avec des handicaps de marche ou des troubles de l'orientation) et secondaires (p. ex. les proches, le personnel soignant, les tuteurs).

Une équipe de recherche de la SUPSI a ensuite réalisé une analyse de cas et de scénarios d'utilisation et défini des critères d'inclusion et d'exclusion possibles. Dans un deuxième temps, nous avons effectué des évaluations structurées pour évaluer l'utilisabilité, à savoir l'interaction pratique entre la personne et la machine [6]. L'analyse scientifique de l'utilisabilité est, comme on le sait, un critère décisif pour le succès ou l'échec d'un produit et pour la satisfaction de l'utilisateur. La méthodologie utilisée pour cette analyse provient de la sociologie et l'anthropologie; elle se fonde sur des observations et sur des tests de critères d'utilisabilité (évaluation heuristique). Comme le dit très clairement l'un des principes de base: «*Sur le papier, tout fonctionne toujours, mais il est indispensable de le tester afin que rien n'atterrisse dans le catalogue d'«Objets introuvables» de Jacques Carelman...*»³.

Deux séries d'utilisation pilote ont été réalisées en étroite collaboration avec des partenaires de la pratique (la Clinique Hildebrand et les Instituts sociaux de Chiasso) pour le PNA et le PMK pour des tests. Pour le PNA, il s'agissait de vérifier si des utilisateurs potentiels atteints de troubles cognitifs légers étaient capables de maîtriser des tâches simples et plus complexes avec leur portable. Les tâches consistaient à choi-

³ CARELMAN Jacques, *Catalogue d'objets introuvables*, 1969, André Balland.

³ CARELMAN Jacques, *Catalogue d'objets introuvables*, 1969, André Balland.

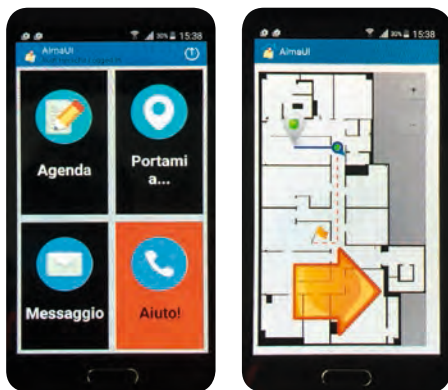


Abbildung 1: Personal Navigation Assistant (PNA). | Illustration 1: Personal Navigation Assistant (PNA).

schränkungen einfache und komplexere Aufgaben mit dem Handy meistern würden. Die Aufgaben (Tasks) bestanden darin, ein bestimmtes Ziel aus einer Liste zu wählen, um diesen Ort mithilfe visueller und auditiver Hinweise zu erreichen (z. B. «Von Zimmer 204 bis zur Physiotherapie-Abteilung»). Dieser Vorgang setzt voraus, dass der Benutzer einerseits die Icons und Sequenzen des Menüs versteht und sich andererseits an die Anweisungen erinnern kann. Das Szenario für den Test des intelligenten Rollstuhls bestand in einer Simulation einer kontrollierten, sanften automatischen Bremsung vor einem Hindernis auf dem Weg zum Klinik-Restaurant. Für die Tests des PNA und PMK wurden alle Schwierigkeiten sorgfältig dokumentiert und priorisiert. Die Resultate sind zurzeit noch ausstehend.

Neben den technologischen und praktischen Erfahrungen wurden im Rahmen dieses Projekts auch juristische Aspekte erforscht. Die Frage nach der Haftung im Kontext der Robotik von Voll- und Teil-Automatisierung hat sich als sehr komplex herausgestellt. Das Fazit der Fachstelle für Roboterrecht der Universität Würzburg (D) ist, dass grundsätzlich jeder in Haftung genommen werden kann, der vorsätzlich oder fahrlässig eine Ursache dafür trägt, dass der Schaden aufgetreten ist (§ 823 des Bürgerlichen Gesetzbuches, BGB). Hätte der Hersteller die Maschine nicht produziert und in den Handel gebracht, so hätte der Schaden beim Endverbraucher nicht eintreten können. Somit kann er in Haftung genommen werden, wenn er voraussehen konnte oder sogar billigend in Kauf genommen hat, dass der Einsatz der Maschine Sach- oder gar Körperschäden bewirken könnte. Dasselbe gilt grundsätzlich für den Programmierer. Sogar der Verkäufer der Maschine kann in Bezug zum Endverbraucher haften. Hierbei entsteht eine zusätzliche Haftung aus dem Vertragsverhältnis mit dem Endkunden, wenn er sich zur Lieferung einer sicheren Maschine verpflichtet hat⁴.

sir un objectif précis dans une liste et à l'atteindre à l'aide d'indications visuelles et auditives (p. ex. «de la chambre 204 au service de physiothérapie»). Cette action présuppose que l'utilisateur comprenne les icônes et séquences du menu et puisse, d'autre part, aussi se souvenir des instructions. Le scénario pour tester le fauteuil roulant intelligent consistait en une simulation d'un freinage contrôlé, doux et automatique devant un obstacle sur le chemin vers le restaurant de la clinique. Toutes les difficultés ont été soigneusement documentées et priorisées. Les résultats sont encore en cours d'évaluation.

À côté des expériences technologiques et pratiques, des aspects juridiques ont également été examinés dans le cadre de ce projet. La question de la responsabilité dans le contexte de la robotique d'automatisation totale et partielle s'est révélée être très complexe. Le département de droit de la robotique de l'Université de Würzburg (D) a conclu que toute personne qui a causé, intentionnellement ou par négligence, la survenue du dommage (§ 823 du code civil allemand, BGB) peut en principe en être tenue pour responsable. Si le fabricant n'avait pas produit et commercialisé la machine, le dommage n'aurait pas pu survenir chez l'utilisateur final. Le fabricant peut ainsi être tenu pour responsable, s'il avait pu prévoir, voire s'il a accepté le risque que l'utilisation de la machine puisse causer des dommages matériels ou physiques. La même chose vaut en principe pour le programmeur. Même le vendeur de la machine peut être responsable par rapport au consommateur final. Une responsabilité supplémentaire découle de la relation contractuelle avec le client final, si le vendeur s'est engagé à livrer une machine sûre⁴.

Effets et intégration à la rééducation

La question se pose alors de savoir quelles implications de tels projets innovants ont pour la neurorééducation. Le manque de ressources devient un facteur de plus en plus important pour la perspective d'économie d'entreprise dans le système de la santé publique. C'est pourquoi des solutions possibles, telle que l'utilisation de robots pour assister le personnel soignant dans des activités simples ou la promotion thérapeutique ciblée de l'autonomie du patient dans sa vie quotidienne au sein d'une institution, doivent être prises en considération. Les considérations empiriques au-delà des frontières de la robotique constituent un domaine de recherche relativement nouveau, ces technologies ayant été implémentées depuis peu. L'acceptation des patients semble malgré tout être bonne.

⁴ Universität Würzburg Roboterrecht Forschungsstelle (29.1.2016). www.jura.uni-wuerzburg.de/en/research/forschungsstelle_robotrecht/wir_ueber_uns/forschungsgebiete/single_expertise/artikel/haftungsfr/

⁴ Département de recherche en droit de la robotique de l'Université de Würzburg (29.1.2016). www.jura.uni-wuerzburg.de/en/research/forschungsstelle_robotrecht/wir_ueber_uns/forschungsgebiete/single_expertise/artikel/haftungsfr/

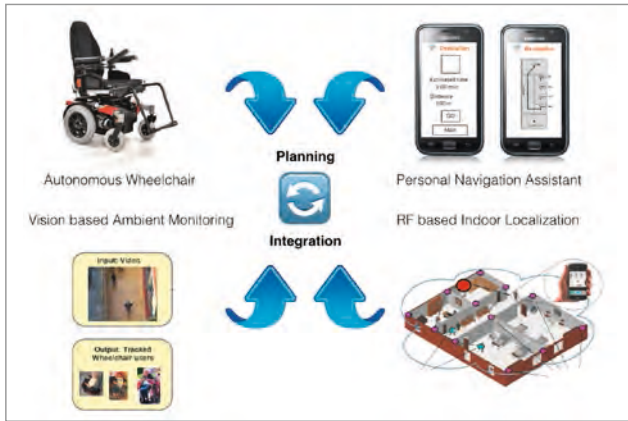


Abbildung 2: ALMA-Projekt (overview). | Illustration 2: Projet ALMA (overview).

Auswirkungen und Einbindung in die Rehabilitation

Es stellt sich nun die Frage, welche Implikationen solche innovativen Projekte auf die Neurorehabilitation haben. Die Ressourcenknappheit wird zunehmend zu einem wichtigen Faktor der betriebsökonomischen Perspektive im Gesundheitswesen. Aus diesem Grund sind mögliche Lösungsansätze, wie der Einsatz von Robotern zur Entlastung von Pflegenden für einfache Aktivitäten oder die gezielte, therapeutische Förderung der Autonomie des Patienten im alltäglichen Leben innerhalb der Institution, in Betracht zu ziehen. Die empirische Auseinandersetzung über die Grenzen der Robotik ist ein relativ neues Forschungsgebiet, da diese Technologien noch nicht sehr lange implementiert worden sind. Trotzdem, die Akzeptanz der Patienten scheint gut zu sein.

Wie in der Literatur empfohlen wird [7] und in diesem Forschungsprojekt geschildert wurde, sind die Integration von potenziellen Benutzern (Stakeholdern) in der Planung und deren Feedbacks während der Umsetzungsphase zwei unabdingbare Bausteine für die Entwicklung von nützlichen, zweckmässigen Instrumenten. |

Comme la littérature le recommande [7] et comme le décrit ce projet de recherche, l'intégration d'utilisateurs potentiels (parties prenantes) dans la planification et de leurs feedbacks durant la phase de réalisation représentent deux éléments indispensables au développement d'instruments utiles et fonctionnels. |

Literatur | Bibliographie

1. Webber SC, Porter MM, Menec VH. Mobility in older adults: a comprehensive framework. *The Gerontologist* (2010). 50; 4: 443–450.
2. Verdonck MC, Chard G, Nolan M. Electronic aids to daily living: be able to do what you want. *Disability and Rehabilitation: assistive technology*. 2011, 6(3): 268–281.
3. Auger C, Demers L, Gélinas I, Jutai J, Fuhrer M, DeRuyter F. Powered mobility for middle-aged and older adults. A systematic review of outcomes and appraisal of published evidence. *American journal of Physical medicine and rehabilitation*. 2008, 87(8), 666–680.
4. Gövercin M, Meyer S, Schellenbach M, Steinhagen-Thiessen E, Weiss B & Haesner M. SmartSenior@home: Acceptance of an integrated ambient assisted living system. Results of a clinical field trial in 35 households. *Informatics for Health and Social Care*. 2016, DOI:10.3109/17538157.2015.1064425.
5. Simpson R, LoPresti E, Hayashi S, Nourbakhsh I, Miller D. The Smart Wheelchair Component System. *Journal of Rehabilitation research and development*. 2004, 41(3b), 429–442.
6. Arthanat S, Bauer SM, Lenker JA, Nohajski SM, Wu JBW. Conceptualization and measurement of assistive technology usability. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 2007; 2(4): 235–248.
7. Kairy D, Rushton PW, Archambault P, Pituch E, Torkia C, El Fathi A, Stone P, Routhier F, Forget R, Demers L, Pineau J, Gourdeau R. Exploring Powered Wheelchair Users and Their Caregivers' Perspectives on Potential Intelligent Power Wheelchair Use: A Qualitative Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2014, 11, 2244–2261; doi:10.3390/ijerph110202244.



Luca Scascighini, PT, MPTSc, Dozent und wissenschaftlicher Mitarbeiter, Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI), Dipartimento di economia aziendale, sanità e sociale.

Luca Scascighini, MPTSc, PT, Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI), Dipartimento di economia aziendale, sanità e sociale.



Ruth Hersche, MSc in Ergotherapie, Lehrbeauftragte und Forscherin, Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI), Dipartimento di economia aziendale, sanità e sociale.

Ruth Hersche, MSc ergothérapie, Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI), Dipartimento di economia aziendale, sanità e sociale.