

ASSISTENZSYSTEME

Mario Aehnel¹, Michael Fellmann² & Thomas Kirste²

¹ Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD

² Universität Rostock

Whitepaper-Serie des Zentrums für Künstliche Intelligenz in MV
Ausgabe 4

1 SAA: Ubiquitäre und situationsadaptive Assistenzsysteme

Grundlegende Aufgabe von Assistenzsystemen ist die Unterstützung von Menschen im beruflichen und privaten Alltag. Dies ist zunächst eine sehr breite Definition, die vom Navigationssystem im Auto bis hin zum medizinischen Exoskelett reicht. Mit der Verbreitung der Technologien des *Mobile* und des *Wearable Computing* (kurz: MWC) – wie etwa Smartphones und Smartwatches – ist es möglich geworden, spezifische assistive Unterstützung auf einfache und unaufdringliche Weise praktisch jederzeit und an jedem Ort kostengünstig zur Verfügung zu stellen. Diese Technologien ermöglichen *ubiquitäre*, allgegenwärtige Assistenz, die zudem dank zahlreicher Sensoren auch kontextsensitiv gestaltet werden kann. Prominente Beispiele für derartige Assistenzsysteme sind Apps zum Fitness-Training, Stress-Management oder zur Routenfindung. Sie alle nutzen Sensoren, um Daten aufzuzeichnen, zu analysieren und ihre Funktion an die aktuelle Situation anzupassen. Methoden der künstlichen Intelligenz ermöglichen diese Anpassung selbst dann zu realisieren, wenn das Assistenzsystem die Situation mit Hilfe seiner Sensoren nur unscharf erfassen kann. Dies ist *intelligente, situationsadaptive* Assistenz. Insbesondere das *Zusammenspiel* von Ubiquität und Situationsadaptivität eröffnet neue Möglichkeiten, assistive Unterstützung im praktischen Einsatz zu nutzen und zu realisieren.

Ubiquitäre und situationsadaptive Assistenzsysteme sind eine praktisch hoch relevante anwendungsorientierte Technologie. Zum einen eröffnet sie ein neues Marktsegment im Bereich der App-Entwicklung für MWC-Plattformen. Zum anderen ermöglicht sie neue Lösungen im Bereich der Gesundheitsversorgung, der Prävention und der Arbeitsunterstützung und ist damit für alle Akteure in diesem Bereich von Bedeutung.

Ziel dieses Whitepapers ist, eine Vorstellung davon zu vermitteln, was ubiquitäre und situationsadaptive Assistenzsysteme (kurz: SAA) sind und welche technischen Herausforderungen für

ihre Realisierung adressiert werden müssen. Dazu stellen wir zur Illustration konkrete Anwendungsbeispiele aus unserem Projekt- und Forschungsumfeld vor.

2 Was sollen Assistenzsysteme bieten? – Anforderungen an SAA

2.1 Ortsunabhängigkeit

Ubiquitous, Pervasive und *Mobile Computing, Wearable Computing* sowie das *Internet of Things* sind aus Sicht situationsadaptiver Assistenzsysteme eine „*enabling technology*“, die eine *ortsunabhängige* Situationserfassung und Bereitstellung von Unterstützung ermöglicht. Dies erlaubt assistive Unterstützung für räumlich ausgedehnte Aktivitäten anzubieten, die „jenseits des Schreibtischs“ stattfinden – sowohl Montageprozesse im Handwerk als auch instrumentelle Aktivitäten des täglichen Lebens sind Beispiele dafür. In Bezug auf die Situationserfassung erfordern auch viele Anwendungen im Bereich der Fitness und der Gesundheitsversorgung die Möglichkeit, Informationen, wie etwa Herzrate, Sauerstoffsättigung und Aktivitätsniveau, *zeitlich durchgängig* und *räumlich verteilt* zu erfassen.

2.2 Aufgabenorientierung

Zahlreiche Aktivitäten im beruflichen und privaten Alltag erfordern die Durchführung einer Folge von *kausal verknüpften* Einzelaktivitäten, um ein bestimmtes *Ziel* zu erreichen. Das klassische Beispiel hierfür ist das Navigationssystem, das über mehrere Routenabschnitte zu einem Ziel leitet. Eine besonders interessante Anwendung von SAA ist die Unterstützung bei der Orientierung in solchen *strukturierten Handlungssequenzen*, deren Ziel nicht einfach durch einen Ort, sondern einen *Zustand* charakterisiert ist – dies können Montageaufgaben sein, deren Ziel ein korrekt montiertes Werkstück ist, oder auch Alltagsaktivitäten, wie die Zubereitung einer Mahl-

zeit. Die charakteristische Eigenschaft solcher strukturierter Handlungen ist die *zeitliche Korrelation* zwischen einzelnen Aktivitäten.

2.2.1 Den Zustand erkennen ...

Die erste Stufe der assistiven Unterstützung strukturierter Handlungen ist die *Anomalieerkennung* – die Detektion von Abweichungen gegenüber „üblichen“ oder „sinnvollen“ Handlungsfolgen. Die Erkennung der Abweichungen von *üblichen* Handlungsfolgen lässt sich mit Methoden des statistischen und maschinellen Lernens umsetzen, bei denen Korrelationen aus Daten gelernt werden.

Die Erkennung von Handlungsfolgen, die nicht zielführend bzw. *nicht sinnvoll* sind, erfordert dagegen komplexere Ansätze: Um dies zu erreichen, benötigt das Assistenzsystem Wissen darüber, welche Aktionen in welcher Situation welche Wirkung für die Zielerreichung haben. Solches Wissen muss dem Assistenzsystem in Form eines *Handlungsmodells* zur Verfügung gestellt werden, aus dem sich die zeitlichen Korrelationen zwischen Einzelhandlungen ergibt.

2.2.2 ...um Handlungen zu empfehlen

Eine zweite Stufe der assistiven Unterstützung ist die Bereitstellung von *Handlungsempfehlungen*. Die technische Komplexität dieser Aufgabe hängt von der erforderlichen Situationsadaptivität ab. Für die Empfehlung, jetzt, um 6:00, aufzustehen, genügt ein Uhrwerk. Weitaus anspruchsvoller sind Empfehlungen, die den Nutzer zu Verhaltensänderungen bewegen sollen. So hängt die Wirksamkeit einer Empfehlung, am frühen Abend 10.000 Schritte zu laufen, um ein selbstgestecktes Fitnessziel zu erreichen, von vielen Faktoren ab. Darunter sind die geplanten Abendaktivitäten, das Wetter, der Trainingszustand und die Tagesform, die wiederum von weiteren Faktoren wie der beruflichen Beanspruchung oder der Schlafqualität beeinflusst wird – um nur ein paar Beispiele zu nennen. Noch erheblich mehr strukturierteres Wissen und sogar Planungsfähigkeiten des Systems erfordert die Empfehlung,

am Werkstück eine Schraube gegen den Uhrzeigersinn zu lösen. Hierzu muss das System in der Lage sein, den Montagezustand einzuschätzen und es muss ableiten können, welche Handlung in dieser Situation geeignet ist, um Fortschritt in Richtung auf das Ziel zu erreichen. Insbesondere bei der Kompensation von *Handlungsfehlern* genügt es nicht mehr, als Handlungsmodell einen festen Ablaufplan vorzugeben. Stattdessen muss das System in der Lage sein, selbständig und dynamisch einen neuen Handlungsplan zu erstellen. Bei Navigationssystemen ist dies eine bekannte Funktion, wenn die Route neu geplant wird.

3 Wie lässt sich das erreichen? – Technologien für SAA

3.1 Zustandserkennung

Ein Navigationssystem kann über GPS und Radensoren den genauen Aufenthaltsort eines Fahrzeugs bestimmen: Der Zustand in Bezug auf das Ziel ist vollständig einsehbar. Bei Alltags-handlungen, die über Kamera oder Wearables erfasst werden, geben die Sensordaten üblicherweise keine derartig eindeutige Auskunft – der Zustand muss *geschätzt* werden. Beispiele für solche Schätzprozesse sind die Erkennung von Gegenständen in Kamerabildern oder die Klassifikation von Bewegungen in mehrere Kategorien, wie sie in Fitnessarmbändern vorliegt.

Üblicherweise sind solche Erkennungsprozesse fehlerbehaftet. Daher sind die Ergebnisse stets *Wahrscheinlichkeitsaussagen*. Zudem liefern die Sensordaten zum aktuellen Zeitpunkt oft keine eindeutige Aussage über die aktuelle Position im Handlungsfortschritt: Eine Person mit nassen Händen am Waschbecken kann als nächstes sowohl zur Seife greifen als auch zum Handtuch. Was passiert, hängt vom bisherigen Handlungsverlauf ab.

Um solche Mehrdeutigkeiten aufzulösen, können Methoden der Zeitreihenanalyse genutzt werden, wie etwa die [rekursive Bayessche Zustandsschätzung](#). Hidden Markov Models und Kalman-Filter sind einfache Beispiele dieser

Methode. Vor dieser Perspektive erscheint das Handlungsmodell als *Systemmodell*, das mit den Sensordaten über ein *Beobachtungsmodell* verknüpft wird. Durch iterative Berechnung über die Zeit wird so aus einer Folge von Beobachtungen für jeden Zeitpunkt eine Wahrscheinlichkeitsverteilung über Situationen bestimmt, die Grundlage für die Berechnung von Handlungsempfehlungen ist.

Die Realisierung solcher assistiver Lösungen und die Verknüpfung wissensbasierter Verfahren mit Techniken des subsymbolischen maschinellen Lernens – wie etwa tiefem neuronalen Lernen – ist aktueller Forschungsgegenstand.

3.2 Theory of Mind

Der Begriff *Theory of Mind* (ToM) beschreibt das Vermögen, mentale Zustände als Erklärung für Verhalten nutzen zu können. Bereits bei der Konstruktion von Assistenzsystemen, die auf dem Konzept der Aufgabenorientierung aufsetzen, wird das Konzept der ToM eingesetzt: Menschen haben *Ziele*, die sie durch *rationale* (also kausal verknüpfte) Handlungsfolgen zu erreichen versuchen. Ein aufgabenorientiertes Assistenzsystem nutzt diese ToM, die rationales, zielorientiertes Handeln erklärt, zur Konstruktion des Handlungsmodells. Auf der Basis dieser ToM kann das Assistenzsystem einem Nutzer eine Erklärung für seine Aktionen geben, wie etwa „ich denke, dein Ziel ist, das Wasser zum Kochen zu bringen, daher habe ich den Hinweis gegeben, die Kochplatte anstellen“.

Die einfache ToM des rationalen Handelns liefert noch keine Erklärung für die Präferenz bestimmter Handlungsfolgen und auch keine Erklärung für Handlungsfehler. Solche zusätzlichen Informationen können jedoch sinnvoll sein, um Handlungsfolgen zuverlässiger zu erkennen und um Handlungsempfehlungen noch gezielter zu formulieren. Falls etwa die ToM die Information bereitstellen könnte, dass der Nutzer das Handlungsziel vergessen hat, wäre die Orientierungsinformation „Du wolltest Wasser kochen“ geeigneter als die Handlungsanweisung „schalte die Kochplatte auf höchste Stufe“. Eine solche verfei-

nerte ToM kann zum Beispiel mit Hilfe *kognitiver Architekturen* algorithmisch abgebildet werden.

In einer dritten Stufe kann die ToM auch Annahmen über das *Selbstbild* des Nutzers enthalten. Dies ist insbesondere für Assistenzsysteme relevant, die das Selbstmanagement unterstützen wollen. Auf Basis einer solchen ToM können Assistenzsysteme konzipiert werden, die gezielt *Informationen* erfassen und bereitstellen, um so eine *Selbstreflexion* zu ermöglichen. Dadurch wird der Nutzer bei der Konstruktion eines korrekten Selbstbildes unterstützt, was die Grundlage für die *Selbstentwicklung* schafft und damit für ein effektives Selbstmanagement. In technischer Hinsicht wird das Selbstbild oft über personalisierte Einstellungen oder Regeln des Systems abgebildet, die zusammen mit aktuellen Zustandsdaten über den Nutzer wie auch historischen Daten und Nutzerfeedback dazu verwendet werden, möglichst relevante und wirksame Aktivitätsempfehlungen auszusprechen.

4 Wofür ist das gut? – Praktische Anwendung von SAA

Situationsadaptive Assistenzsysteme auf Basis der oben dargestellten Ansätze bieten zahlreiche Einsatzmöglichkeiten. Wir illustrieren das folgend mit Beispielen, die am Technologiestandort Rostock entwickelt wurden, und skizzieren auch einige der dabei entstandenen innovativen Technologien.

4.1 Unterstützung des selbständigen Lebens im Alltag

Ein wichtiges Anwendungsfeld für situationsadaptive Assistenzsysteme ist die subsidiäre Unterstützung von Aktivitäten des täglichen Lebens zur Aufrechterhaltung des selbständigen und selbstbestimmten Lebens im Alter. Altersassoziierte kognitive Funktionseinschränkungen – etwa durch demenzielle Erkrankungen – können die Fähigkeit beeinträchtigen, strukturierte Aktivitäten durchzuführen, wie etwa Körperpflege oder Zubereitung einer Mahlzeit. Um dies zu

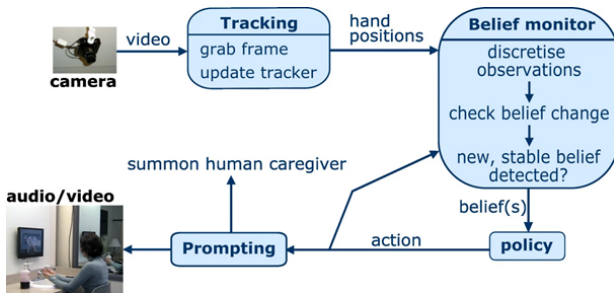


Abbildung 1: Das COACH-System; Abbildung aus [1] entnommen

adressieren, wäre eine „kognitive Orthese“ nützlich, die eine bedarfsgerechte Orientierung im Handlungsablauf ermöglicht. Ein frühes Beispiel für ein Assistenzsystem in diesem Anwendungsfeld ist das COACH-System (Cognitive Orthosis for Assisting aTivities in the Home) [1]. Dieses System nutzt Kamerasensorik, Bildverarbeitung und wissensbasierte Situationserkennung, um Menschen durch die Handlungsfolge zu leiten, die für das Händewaschen erforderlich ist. Im Rahmen der zitierten Studie konnte gezeigt werden, dass solche Ansätze tatsächlich Selbständigkeit erhöhen und Pflegekräfte bzw. Angehörige entlasten können.

Dabei sagt das Prinzip der Subsidiarität, dass das Assistenzsystem nur interveniert, wenn der Betroffene tatsächlich Unterstützung benötigt. Das Vorgeben eines normativen Handlungspfades dagegen würde einen beschleunigten Abbau der noch vorhandenen Selbstwirksamkeit verursachen [2].

Bei der Realisierung solcher Systeme entsteht jedoch bei etwas komplexeren Aktivitäten schnell die Herausforderung, dass der Raum an möglichen Handlungspfaden und Situationen sehr groß wird. Dies ist als „kombinatorische Explosion“ bekannt – wo etwa 5 Aktionen 120 mögliche Handlungsabläufe erlauben, 10 Aktionen allerdings schon bereits 3.628.800. Herkömmliche Ansätze der probabilistischen künstlichen Intelligenz – etwa Markov-Modelle oder Partikelfilter – sind hier nicht mehr in der Lage, die entstehenden Wahrscheinlichkeitsverteilungen adäquat abzubilden.

Dabei ist es sehr wohl grundsätzlich mög-

lich, Wissensmodelle zu konstruieren, mit denen der Möglichkeitsraum solcher strukturierter Handlungen effizient dargestellt werden kann, wie etwa folgendes Beispiel für eine elementare Küchenaktivität zeigt:

```

(: action wash
 : parameters
   (?t - tableware)
 : precondition
   (and (has-water kitchen-sink)
        (holds ?t)
        (not (clean ?t))
        (at kitchen-sink))
 : effect
   (clean ?t))
  
```

Ein Handlungsmodell beinhaltet eine Menge solcher atomarer Aktionen und repräsentiert implizit alle möglichen Handlungspfade, die aus logisch konsistenten Folgen von Einzelaktionen bestehen.

Das Problem der Zustandsraumexplosion kann jedoch mit neuen Methoden des relationalen statistischen Lernens adressiert werden, wie wir in einigen unserer Arbeiten nachweisen konnten [3, 4]. Das Grundprinzip ist dabei jeweils, Handlungsfolgen zusammenzufassen, bei denen bestimmte Symmetrien vorliegen. Dadurch wird es möglich, auch für nicht-triviale Aktivitäten des täglichen Lebens eine subsidiäre Unterstützung anzubieten.

Im Projekt SAMi [5] erproben wir die Nutzung dieser Methoden für die Konstruktion von Assistenzsystemen, die Personen in Pflegeheimen mit Hilfe einer Smart-Watch als Endgerät dabei unterstützen, sich räumlich und zeitlich im Tagesablauf zu orientieren.

4.2 Werkerassistenz

Ein zweites wichtiges Einsatzfeld ist die Unterstützung von Menschen bei der Durchführung strukturierter Tätigkeiten im beruflichen Umfeld. Hier arbeiten wir an neuen Verfahren, um Assistenzsysteme bei Logistik- und Montagetätigkeiten zu verwenden [6, 7].

Ein sehr interessantes Beispiel für den Einsatz von intelligenter, situationsadaptiver Assistenz in diesem Umfeld ist der *Plant@Hand Werkstattwagen* [8]. Dieses System unterstützt durch

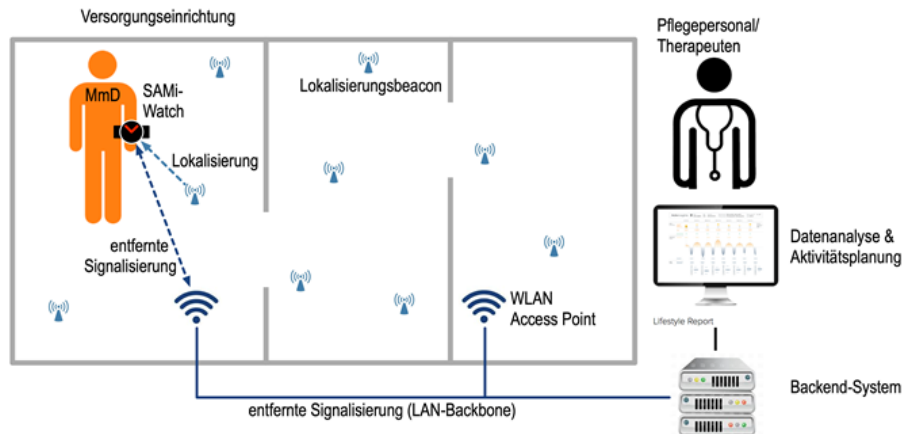


Abbildung 2: SAMi Systemkonzept

situativ passende Handlungsempfehlungen die Montage komplexer Maschinen- und Anlagenu- nikate. Besonders interessant ist hierbei die Nut- zung der anderen Informationssysteme der Pro- duktionsumgebung als Informationsquelle für das Handlungsmodell.

In einem veränderlichen Arbeitsumfeld ist ein situationsadaptives Assistenzsystem für die Montageunterstützung darauf angewiesen, Da- ten über den aktuellen Montageauftrag bzw. - fortschritt zu sammeln und zu bewerten, um so geeignete Handlungsmöglichkeiten für die Mon- tagearbeiter:innen abzuleiten. Dafür wird eine Datenverbindung zu den produktionsführenden Systemen, wie zum Beispiel *Enterprise Resource Planning* oder *Manufacturing Execution Systems*, benötigt. Über diese werden die zuvor grob geplanten Montagezeiten, der Ressourcen-, Material- sowie Hilfsmiteleininsatz für die Ziel- festlegung des Montageassistenzsystems ver- wendet. Dieses verfügt über das Hintergrund- wissen, in welchen Arbeitsschritten und mit wel- chen Werkzeugen, Materialien und Hilfsmitteln die unterschiedlichen Phasen einer Endmontage durchgeführt werden – abgelegt in einem formalen Regelwerk aus Vorbedingungen, Handlungs- schritten und Ergebnissen.

Durch die folgende sensorbasierte Beobach- tung der Montearbeiter:in gewinnt das Assis- tenzsystem Daten über die aktuell ausgeführten Montagehandlungen, zum Beispiel der Entnah- me von Bauteilen oder dem Einsatz eines Werk-

zeuges zum Montieren. Die Daten dazu werden durch Sensorik an den Werkzeugen und den Ma- terialfächern des Werkstattwagens bzw. durch eine Kamera zur optischen Erfassung und Identi- fikation von Bauteilen gesammelt. Mit den so ge- sammelten Daten und dem Hintergrundwissen zur Montage kann der Plant@Hand Werkstattwa- gen nun gezielt die möglichen Handlungssequen- zen berechnen, die zu einem fertig montierten Unikat führen. Dazu nutzen wir Modellierungs- und Planungsansätze der symbolischen KI, wie wir sie bereits oben am Beispiel für die elemen- täre Küchenaktivität vorgestellt haben. Mit Hilfe dynamischer Planung auf Basis des Montage- zustands wird die effizienteste bzw. effektivste nächste Montagehandlung berechnet und als Handlungsvorschlag am 3D-Modell mit Hilfe von *Augmented Reality* visualisiert (siehe Abbildung 3).

Für die technische Umsetzung des Plant@Hand Werkstattwagens wurde eine *kogni- tive Architektur* als Basistechnologie verwendet. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass sie menschliche Kognitionsprozesse technologisch nachempfinden und somit, über vorgegebene Anwendungsbereiche hinaus, Probleme durch intelligentes Schlussfolgern lösen. Mit Hilfe der kognitiven Architektur nimmt der Plant@Hand Werkstattwagen im Arbeitsalltag mehrere Aufga- ben gleichzeitig wahr. Er macht Veränderungen in der Arbeitsumgebung und am Montageobjekt für die Montearbeiter:in sichtbar, beugt durch



Abbildung 3: Plant@Hand Werkstattwagen mit Montageassistenzsystem

eine gezielte Führung kognitiven Überlastungen vor, leitet einzelne Handlungsschritte detailliert an und er dokumentiert sowie überprüft letztlich die Arbeitsergebnisse auf Vollständigkeit und Richtigkeit.

4.3 Selbstmanagement für Produktivität, Gesundheit und Wohlergehen

Ein drittes interessantes Einsatzfeld ist die Nutzung von situationsadaptiven Assistenzsystemen für das *Selbstmanagement*. Statt der Erreichung kurzfristiger Handlungsziele steht hier die Wahrung – oder Weiterentwicklung – fundamentaler individueller Wertvorstellungen im Vordergrund. Folgend betrachten wir als Anwendungsbeispiel die Unterstützung des Managements von Produktivität, Gesundheit und Wohlergehen im Arbeitsalltag.

Die Arbeitswelt ist aktuell von einer steigenden Flexibilisierung, Wissensintensität sowie Arbeitsverdichtung geprägt. Zeit und Ort werden zunehmend unwichtig und Arbeit und Privatleben treten ineinander verschränkt auf (*Work Life Blending*). Vor diesem Hintergrund müssen Menschen im Arbeitsprozess in Zukunft verstärkt Selbstmanagement betreiben, um Produktivität, Gesundheit und Wohlbefinden langfristig zu erhalten bzw. zu steigern. Ein erster Schritt

zum Selbstmanagement bildet dabei die *Selbstreflexion* [9]. Assistenzsysteme können diese unterstützen, indem sie eine semi-automatische Erfassung relevanter Verhaltensparameter erlauben und somit eine effiziente und objektive Selbstbeobachtung ermöglichen. Sie können ebenfalls genutzt werden, um durch entsprechende interaktive Hinweise den Anstoß für gewünschte Verhaltensänderungen herbeizuführen und neue, günstige Verhaltensweisen aufzubauen (*Nudging*). Ein bekanntes Beispiel ist die Erinnerung durch eine Smartwatch, eine Minute Gymnastikübungen für den Rücken zu praktizieren, insofern über den Verlauf der vergangenen Stunde körperliche Inaktivität erkannt wurde. Abbildung 4 zeigt die generische Architektur für situationsadaptive Assistenzsysteme für das Selbstmanagement [10]. Über in Endnutzergereäte wie Smartphones/-watches integrierte Sensoren wie auch durch zusätzliche Schnittstellen zu weiteren Datenquellen wie Terminkalendern können für das Selbstmanagement relevante Parameter wie Arbeitszeit, Produktivität oder energetische Aktivierung in einer Zeitreihendatenbank aufgezeichnet werden. Die Erfassung der arbeitsbezogenen, physiologischen, verhaltensbezogenen und erlebnisbezogenen Parameter erfolgt teils automatisiert, teils mittels kurzer Selbsteinschätzungen im Tageslauf.

Eine Analyse dieser Zeitreihendaten im Hinblick auf die Historie, den aktuellen Stand, Trends sowie Prognosen ist die Datengrundlage zur wirkungsvollen Unterstützung der Selbstreflexion. Die kombinierte Auswertung dieser Daten kann auch zur Entdeckung neuer Zusammenhänge führen, die bei isolierter Betrachtung verborgen blieben – ein Ansatz, der bisher in der Forschung noch kaum untersucht wurde. In internen Forschungsstudien konnte bereits gezeigt werden, dass eine solche Datenfusion die Vorhersage der Vitalität der nächsten Tage mit einer Genauigkeit von 77% erlaubt.

Ein Mensch kann die Erkenntnisse durch Selbstreflexion nutzen, um sein Verhalten zielgerichtet zu adaptieren. Es bleibt allerdings eine Herausforderung, Gewohnheiten und automatisierte Verhaltensmuster zu durchbrechen. Auch

Assistenzsysteme

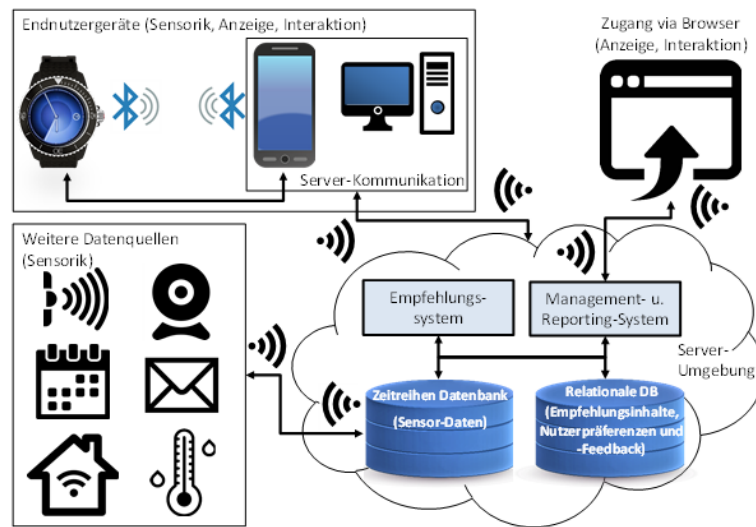


Abbildung 4: Generische Architektur eines Assistenzsystems zum Selbstmanagement

hier kann ein situationsadaptives Assistenzsystem unterstützen, indem es Aufforderungen in „geeigneter Form“ zum „richtigen Zeitpunkt“ generiert – wenn die Person für die Aufforderung empfänglich ist. Für die „geeignete Form“ und den „richtigen Zeitpunkt“ können zum einen grundlegende Regeln gültig sein; diese Faktoren sind allerdings auch maßgeblich von individuellen Präferenzen und Verhaltensweisen abhängig. Dadurch wird eine Kombination von wissensbasierten und selbstlernenden Methoden erforderlich, um ein wirksames Aufforderungsmodell bereitzustellen. Die in Abbildung 4 gezeigte Architektur sieht daher neben der Zeitreihendatenbank noch einen klassischen relationalen Datenspeicher vor, um weitere Informationen wie Nutzerpräferenzen aufzunehmen.

Aktuell arbeiten wir in Rostock an einem *Wearable Lifestyle Recommender*, der die gezeigte Architektur implementiert. Darüber hinaus werden weitere Systeme wie eine Tagebuchstudie mit personalisiertem Feedback [11] und Assistenzsysteme zur gesunden Rechenerbeit wie die CareCam [12, 13] (in Kooperation mit Fraunhofer) entwickelt. Ergänzende Forschung befasst sich mit Motiven zum Selbsttracking [14], der Direktivität von Empfehlungen [15] sowie ethischen Grundsätzen [16].

5 Zusammenfassung

Situationsadaptive Assistenzsysteme basieren auf der Kombination von drei Schlüsseltechnologien: *Mobile und Wearable Computing*, *sensorgestützte Aktivitätserfassung* und *künstliche Intelligenz*. Sie ermöglichen verschiedenste Formen der Unterstützung von Menschen im privaten und beruflichen Alltag.

Die Nutzung von situationsadaptiven Assistenzsystemen kann Produktionsprozesse effizienter machen, einen wichtigen Beitrag zur Sicherheit und Selbständigkeit von Menschen liefern und auch ein Baustein für individuelle Gesundheit, Wohlbefinden und Resilienz sein.

Durch diesen Nutzen bietet die Technologie der situationsadaptiven Assistenzsysteme erhebliches wirtschaftliches Potential, da sie letztendlich dazu beiträgt Kosten zu senken und Lebensqualität zu verbessern. Damit stellen sie eine wichtige Zukunftstechnologie dar, sowohl für Anwender solcher Systeme wie auch für deren – potentielle – Entwickler.

Seit 1999 befassen sich Forschungseinrichtungen in Mecklenburg-Vorpommern mit dieser Technologie. Dies schafft die Voraussetzungen für Anwender und Technologieentwickler in der Region, dieses Potential weiterzuentwickeln.

Literatur

- [1] Mihailidis, Alex, Jennifer N. Boger, Tammy Craig und Jesse Hoey: *The COACH prompting system to assist older adults with dementia through handwashing: An efficacy study*. BMC geriatrics, 8:1–18, Springer, 2008, doi:10.1186/1471-2318-8-28.
- [2] Schröder, Max, Sebastian Bader und Thomas Kirste: *Subsidiäre Assistenzsysteme für Menschen mit Demenz, ihre Angehörigen und Pflegekräfte*. Digitale Transformation von Dienstleistungen im Gesundheitswesen III: Impulse für die Pflegepraxis, Seiten 137–149, Springer Gabler, Wiesbaden, 2017, doi:10.1007/978-3-658-13642-0_9.
- [3] Krüger, Frank, Martin Nyolt, Kristina Yordanova, Albert Hein und Thomas Kirste: *Computational state space models for activity and intention recognition. A feasibility study*. PLoS one, 9(11):e109381, Public Library of Science San Francisco, USA, 2014, doi:10.1371/journal.pone.0109381.
- [4] Lüdtkke, Stefan und Thomas Kirste: *Lifted Bayesian Filtering in Multiset Rewriting Systems*. J. Artif. Intell. Res., 69:1203–1254, 2020, doi:10.1613/jair.1.12066.
- [5] Haufschild, Martin, Sebastian Bader und Thomas Kirste: *SAMi – sensorbasierter Aktivitätsmanagementassistent für die individualisierte Betreuung von Menschen mit Demenz*. Digitale Innovationen im Gesundheitsmarkt, GITO mbH, Berlin, 2019.
- [6] Lüdtkke, Stefan, Fernando Moya Rueda, Waqas Ahmed, Gernot A. Fink und Thomas Kirste: *Human Activity Recognition using Attribute-Based Neural Networks and Context Information*. 3rd International Workshop on Deep Learning for Human Activity Recognition, 2021, doi:10.48550/arXiv.2111.04564.
- [7] Felske, Timon, Stefan Lüdtkke, Sebastian Bader und Thomas Kirste: *Activity Recognition in Assembly Tasks by Bayesian Filtering in Multi-Hypergraphs*. 2nd GCLR workshop in conjunction with AAAI, 2022, doi:10.48550/arXiv.2202.00332.
- [8] Aehnelt, Mario und Sebastian Bader: *Information Assistance for Smart Assembly Stations*. In: ICAART 2015 – Proceedings of the International Conference on Agents and Artificial Intelligence, Volume 2, Seiten 143–150. SciTePress, 2015.
- [9] Black, Patricia E. und David Plowright: *A multi-dimensional model of reflective learning for professional development*. Reflective practice, 11(2):245–258, Taylor & Francis, 2010, doi:10.1080/14623941003665810.
- [10] Richter, Henning D., Michael Fellmann, Fabienne Lambusch und Maik Kranzusch: *Towards an Architectural Concept for a Wearable Recommendation System to Support Workplace Productivity and Well-Being*. In: Human-Computer Interaction. User Experience and Behavior – Thematic Area, Band 13304 der Reihe Lecture Notes in Computer Science, Seiten 416–429. Springer, 2022, doi:10.1007/978-3-031-05412-9_29.
- [11] Lambusch, Fabienne, Henning D. Richter, Michael Fellmann, Oliver Weigelt und Ann-Kathrin Kiechle: *Human Energy Diary Studies with Personalized Feedback: A Proof of Concept with formr*. In: Proceedings of the 15th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies, Seiten 789–800. SCITEPRESS, 2022, doi:10.5220/0010974100003123.
- [12] Kraft, Dimitri, Angelina Schmidt, Lea Büttner, Frederike Marie Oschinsky, Fabienne Lambusch, Kristof Van Laerhoven, Gerald Bieber und Michael Fellmann: *CareCam: Towards user-tailored Interventions at the Workplace using a Webcam*. In: PETRA '22: The 15th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments, Seiten 494–499. ACM, 2022, doi:10.1145/3529190.3534778.
- [13] Kraft, Dimitri, Kristof Van Laerhoven und Gerald Bieber: *CareCam: Concept of a new tool for Corporate Health Management*. In: PETRA '21: The 14th Pervasive Technologies Related to Assistive Environments Conference, Seiten 585–593. ACM, 2021, doi:10.1145/3453892.3461314.
- [14] Lambusch, Fabienne, Michael Fellmann, Christoph Rosenau und André Gember: *On the Diversity of Self-tracking Purposes: Systematizing the Objectives in Tracking Oneself*. In: Advances in Usability, User Experience, Wearable and Assistive Technology – AH-FE 2021, Band 275 der Reihe Lecture Notes in Networks and Systems, Seiten 34–41. Springer, 2021, doi:10.1007/978-3-030-80091-8_5.
- [15] Dhiman, Hitesh, Yutaro Nemoto, Holger Mühlhan, Michael Fellmann und Carsten Röcker: *Towards designing assistants for well-being: clarifying the relationship between users' intrinsic motivation and expectations from assistants*. ICIS 2022 Proceedings, 2022.
- [16] Cap, Clemens H, Michael Fellmann und Johann-Christian Pöder: *Muster für ein ethisches Design von Assistenzsystemen*. conexus, Seiten 131–154, 2021.

Kontakt KIMV

Dr.-Ing. Anne Gutschmidt
Zentrum für Künstliche Intelligenz in MV
Albert-Einstein-Straße 21, 18059 Rostock
anne.gutschmidt@uni-rostock.de

Das Zentrum für Künstliche Intelligenz wird vom Wirtschaftsministerium des Landes MV und dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert.

