

Vitalmonitoring für ein langes Leben in den eigenen vier Wänden

Vital Monitoring for a Long Life at Home

Dr., Brigitte Krenn, Research Studios Austria – Studio Smart Agent Technologies, Wien, Österreich und Österreichisches Forschungsinstitut für Artificial Intelligence, brigitte.krenn@researchstudio.at

DI, Erich Gstrein, Research Studios Austria – Studio Smart Agent Technologies, Wien, Österreich, erich.gstrein@researchstudio.at

DI, Ingmar Goetzloff, BEKO Engineering und Informatik AG, Linz, Österreich, ingmar.goetzloff@beko.at

Kurzfassung

Mit dem Österreichischen Forschungsprojekt VitaSmart¹ leisten wir einen Beitrag, um die Schwächen von bestehenden Lösungen für Vitale Systeme zu beheben, indem wir den BewohnerInnen von Ambient Assisted Homes ein intelligentes Vitalmonitoringsystem zur Seite stellen, das die Aktivitäten in der mit Homebutler-Technologie ausgestatteten Wohnung mitlogged und hinsichtlich individueller tages- und jahreszeitabhängiger Muster interpretiert. Auf Basis der von Aktivitätssensoren gelieferten Daten werden über die Zeit Basisverhaltensprofile, Modelle von „Normalsituationen“ im individuellen Wohnbetrieb, errechnet, gegen die das aktuelle Verhaltensprofil abgeglichen wird, um etwaige Abweichungen vom Normalbetrieb festzustellen. Die entsprechenden Aktivitätsdaten kommen von im Homebutler standardmässig eingebauten Sensoren und Aktuatoren wie Bewegungsmeldern, Lichtschaltern, Schließkontakten an Kühl- und Gefrierschranktüren, etc., und von Rückmeldungen über Tastendrucke an der Fernbedienung des TV-Geräts, welches als User Interface zum Homebutler dient. Werden keine wesentlichen Abweichungen vom Normalbetrieb errechnet, löst VitaSmart automatisch einen Mechanismus im Homebutler aus, der bestätigt, dass mit der BewohnerIn alles in Ordnung ist, was der Betätigung des „grünen Knopfes“ in bestehenden Notrufsystemen entspricht. Andernfalls setzt VitaSmart einen Alarmierungsprozeß in Gang. Alles in allem ermöglicht VitaSmart die Elimination von Fehlalarmen aufgrund menschlicher Vergesslichkeit, eine deutliche Reduktion der Latenzzeiten der Alarme von bisher 14 Stunden in den derzeit verwendeten Notrufsystemen, sowie eine höhere Differenzierung von kritischen Situationen und den damit verbundenen Handlungsschritten.

Abstract

With the Austrian Research Project VitaSmart we contribute to the improvement of Vital Systems, making use of sensor and actuator data available in Homebutler, a solution for Ambient Assisted Homes. On the basis of these data, we develop an intelligent personalized (individual daily routines) and contextualized (time of day, season) Vital Monitoring System. At the heart of the system are activity profiles of normal situations in an individual home which are learned over time, and against which current situations are evaluated. Given a certain degree of deviation from the expected normal situation, a process of alerts in Homebutler is invoked. If there are no significant deviations identified, the system triggers a mechanism in Homebutler which acknowledges that everything is ok, and thus replaces the “green button” in current Vital Systems. All in all, VitaSmart helps to eliminate false alarms which are a serious drawback of current Vital Systems, moreover it reduces latency times of alarms, and permits a more fine-grained differentiation of critical situations and their remedies.

1 Einleitung und Motivation

Ziel von VitaSmart ist die Entwicklung einer Komponente für passives Vitalmonitoring basierend auf einer personen- und kontextbezogenen Interpretation von Daten, die im Echtbetrieb von Homebutler-Installationen bei Friendly Customers entstehen.

1.1 Homebutler

Homebutler [1] ist eine Ambient Assisted Living Lösung, die eine Reihe von unterschiedlichen Systemen integriert. Dazu gehören:

- (i) Vitalsysteme (Sicherheitssysteme) wie Rauch- und Feuermelder, Fensterkontakte, Sensoren für Kühlschrankschrank- Herplatten- und Leckagenalarme sowie Wasserstopp und aktiver Notruf.
 - (ii) unterstützende Systeme wie Information (Anbindung an ausgewählte Internetservices), Kommunikation (Telefonie) und Unterhaltung/Training (Fernsehen, Musik, Video, Gedächtnistraining etc.).
 - (iii) Servicefunktionen wie das Bestellen von Essen auf Rädern, oder Termin- und Medikamentenerinnerung.
- Seit Frühjahr 2008 laufen Homebutler-Installationen im Testbetrieb. Seit März 2009 ist Homebutler als ausgereiftes Produkt am Markt erhältlich.

¹ VitaSmart wird von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft FFG (<http://www.ffg.at>) im Rahmen des Forschungsprogramms benefit gefördert. Projektlaufzeit: Juli 2009 bis Dezember 2010.

1.2 Friendly Customer

Friendly Customers sind ältere Personen, die bereits in einer mit Homebutler-Technologie ausgestatteten Wohnung leben und uns in der Entwicklung des Vitalmonitoringsystems begleiten, indem sie uns erlauben, Daten aus dem Echtbetrieb (7 Tage die Woche, 24 Stunden am Tag) ihres Ambient Assisted Homes auszuwerten, und Entwicklungsversionen des Vitalmonitors in ihrem Ambient Assisted Home zu testen.

1.3 Passives Vitalmonitoring

Unter passivem Vitalmonitoring verstehen wir die Fähigkeit eines Ambient Assisted Homes, Abweichungen im Tagesablauf der BewohnerIn zu identifizieren, zu qualifizieren und gegebenenfalls Maßnahmen zur Aktivierung von Vitalen Systemen, wie z.B. Notrufen, einzuleiten. Bestehende Systeme, die von Notfallorganisationen angeboten werden, müssen von den BenutzerInnen aktiv ausgelöst werden. Dies geschieht im aktiven Notrufsystem einerseits über Betätigung eines Alarm- bzw. Notfallknopfes, andererseits über regelmäßige aktive Rückmeldung der BenutzerIn innerhalb eines Zeitfensters (14 Stunden) zur Bestätigung, dass „Alles Ok“ ist. Andernfalls wird in der Notrufzentrale automatisch ein Alarm ausgelöst. Die enorme Fehlerquote solcher Einrichtungen, primär verursacht durch die Vergesslichkeit der betroffenen Personen, führt meist dazu, dass solche Dienste entweder bald wieder abbestellt oder aus Kostengründen erst gar nicht angeboten werden. Zur Veranschaulichung eines solchen Notrufsystems siehe Bild 1, das eine Kombination aus Armband mit Alarmknopf (1) und in der Wohnung installierter Station mit Alarmknopf (2) und „Alles OK“-Knopf (3) zeigt.

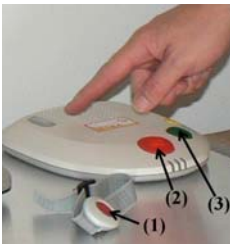


Bild 1 Alarmset mit Notfallknöpfen (1), (2) und „Alles OK“-Knopf (3)

1.4 VitaSmart

Das Kernziel von VitaSmart ist die Erhöhung des Sicherheitsempfindens der BewohnerInnen von Ambient Assisted Homes durch automatisches Monitoring und Auswerten des Benutzerverhaltens, was, wenn notwendig, zur automatischen Aktivierung von Notfallverständigungen (z.B.: Angehörige, Einsatzzentren, etc.) führt.

In einem ersten Entwicklungsschritt wird die BewohnerIn vom Aktivieren des „Alles Ok“-Knopfs entbunden, was zu einer drastischen Reduktion von kostspieligen Fehlalarmen beitragen wird. In weiterer Folge sollen darüberhinaus unterschiedliche kritische Situation erkannt und entsprechend behandelt werden, was zu einem weitaus differenzierteren Vitalmonitoring führt, als es mit dem oben vorgestellten Notrufsystem bisher möglich ist.

Im vorliegenden Beitrag stellen wir die Basisversion von VitaSmart vor, deren Aufgabe es ist, die vitalen Aktivitäten der BewohnerIn zu monitoren und zu bewerten, ob ein „Alles OK“-Signal abgeschickt werden kann, oder der Alarmierungsprozess gestartet werden soll.

An dieser Stelle möchten wir noch einmal explizit darauf hinweisen, dass VitaSmart für den Betrieb in Haushalten von allein lebenden Personen konzipiert ist und daher davon ausgeht, dass der signifikante Anteil der Daten durch die Aktivitäten der BewohnerIn des Ambient Assisted Homes ausgelöst wird und nicht durch etwaige andere Personen. Erkennt VitaSmart, dass mehrere Personen in der Wohnung sind (z.B. durch die zeitgleiche Aktivierung von verschiedenen, entsprechend entfernten Sensoren/Aktuatoren), so werden diese Daten gesondert behandelt.

Der Beitrag ist wie folgt aufgebaut: In Abschnitt 2 stellen wir die Architektur des VitaSmart-Systems vor, und beschreiben dann, basierend auf vom Homebutler übermittelten Daten (Abschnitt 3), den Aufbau der individuellen Verhaltensprofile und Eskalationsstufen der Alarmierung (Abschnitt 4).

2 Aufbau des VitaSmart-Systems

2.1 Architektur

Bild 2 zeigt eine schematische Darstellung der VitaSmart Architektur bestehend aus dem Homebutler und dem VitaSmart-Server, die miteinander über API-Calls auf Basis von Web-Services kommunizieren. Die Aufgabe der Homebutler-Komponente ist es, bei jeder Sensoraktivierung im Ambient Assisted Home entsprechende Informationen für die VitaSmart-Komponente bereitzustellen. Die VitaSmart-Komponente benützt diese Information, um ein Aktivitätsmodell der BewohnerIn des Ambient Assisted Homes zu erstellen, die Aktivitäten bzw. das Fehlen von Aktivität zu bewerten und gegebenenfalls Anweisungen an die Homebutler-Komponente zu schicken, wie z.B. dass der „Alles OK“-Knopf aktiviert werden soll, oder um einen Alarmierungsprozess einzuleiten bzw. diesen stufenweise auszuführen. Die Profilverwaltung erfolgt am Datenbankserver, auf den sowohl die Homebutler-Komponente als auch die VitaSmart-Komponente zugreifen.

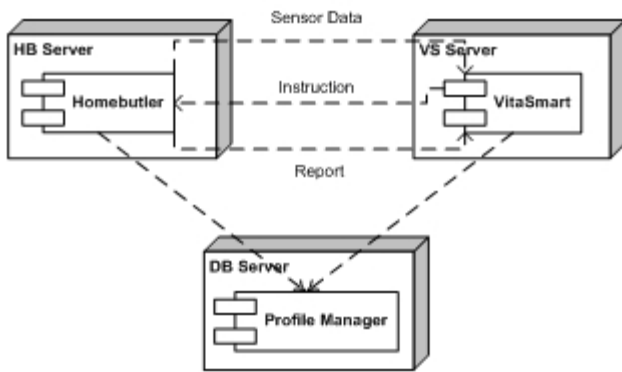


Bild 2 System Architektur

2.2 Profilierungskomponente

Der Kern von VitaSmart ist eine kontextbezogene Profilierungskomponente, die in der Lage ist Profiladaptionen durchzuführen. In diesem Zusammenhang werden Mechanismen geschaffen, die es erlauben, das Basisverhaltensprofil des jeweiligen Friendly Customers mit dem aktuellen Customerprofil und dem temporären und situativen Kontext automatisch in Beziehung zu setzen und daraus Schlussfolgerungen zu ziehen, sowie adäquate Aktionen vorseiten des Systems zu setzen. Bei der technischen Realisierung bauen wir auf Erkenntnisse und Entwicklungen aus dem Bereich Recommender- und Personalisierungstechnologien auf. Insbesondere stützen wir uns auf die Adaptive Personalization [2], ein im Studio Smart Agent Technologies entwickeltes Modell, das eine flexible Modellierung multidimensionaler Merkmale ermöglicht und welches um die Faktoren Zeit und Kontextualität erweitert wird.

2.3 Technische Realisierung

Das Homebutler Center (Bild 3) ist eine Set-Top-Box, die Linux als Betriebssystem verwendet und auf der vorwiegend Java Applikationen laufen.



Bild 3 schematische Darstellung des Homebutler Centers mit Set-Top-Box und Fernseher

Im Homebutler Center sind einerseits mittels Hard- und Software die Haus- und Sicherheitstechnik als auch die Informations- und Kommunikationstechnologie vereint.

Visualisierung und Bedienung erfolgen über das Fernsehgerät und die Fernbedienung. Als Programmierschnittstelle wird OpenGL verwendet. Zwischen dem Homebutler Center und den Sensoren/Aktuatoren wird über ein proprietäres Funkformat kommuniziert, welches von der Firma Moeller Gebäudeautomation geliefert wird. In der Endversion wird VitaSmart als eigenständige Komponente auf der Set-Top-Box laufen. VitaSmart ist in Java implementiert.

3 Sensordaten

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit werden in weiterer Folge alle Systeme, die Benutzeraktivitäten registrieren als Sensoren bezeichnet.

3.1 Datenmodell

Eine Reihe von im Homebutler standardmässig vorhandenen Sensoren werden für die Modellierung der Aktivitätsprofile herangezogen. Dazu liefert die Homebutler-Komponente folgende Informationen für die VitaSmart-Komponente:

Attribut	Kommentar
ID	eindeutige Identifikation des Sensors
Sensortyp	Art des Sensors
Name	menschenlesbarer Sensorname
Timestamp	Uhrzeit und Datum der Zustandsänderung/Aktivität des Sensors
Wert	aktueller Sensorwert abhängig vom Sensortyp
Ort	Standort des Sensors

In den aktuellen Homebutler-Installationen sind unterschiedliche Arten von Sensoren vorhanden. Dazu gehören 1) Sensoren, die eine Zustandsänderung, wie sie z.B. durch das Betätigen eines Lichtschalters ausgelöst wird, melden; 2) Sensoren, die Aktivität, z.B. Bewegung, registrieren; und 3) die Fernbedienung des Fernsehers. Fernseher und Fernbedienung sind die Interfaces, über die das Homebutler-System und die BewohnerIn miteinander kommunizieren. Über die Fernbedienung wählt die BewohnerIn Homebutler-Funktionen aus, wie: die Liste der Fernsehprogramme, den Zugang zu ausgewählten Internetservices, die Anbindung an das Telefon, Trainingsprogramme und Servicefunktionen, die von Termin- und Medikamentenerinnerung bis hin zum Bestellen von Essen auf Rädern reichen können. In diesem Zusammenhang liefert das Homebutler-System Informationen über die einzelnen Tastendrucke auf der Fernbedienung inklusive welche Applikation mit dem Tastendruck in Verbindung steht. Die Information über Uhrzeit und Datum der Sensorinformation benötigen wir, um die Sensorereignisse in einem Tags- bzw. Jahreszeitenmodell zu verankern. Information über den Ort des Sensors fließt in das Kontextmodell ein. In der ersten Version von VitaSmart ist für jeden Sensor vermerkt, in welchem Raum er sich befindet. In weiterer Folge wollen wir auch mit der

Einbindung der Information über die genaue Positionierung der einzelnen Sensoren in einem maßstabgetreuen virtuellen Modell der Wohnung experimentieren.

3.2 VitaSmart-relevante Sensorinformationen

Im Folgenden besprechen wir die für VitaSmart relevanten Sensorinformationen aus dem Homebutler. Das sind: der **Zentralschlüssel**, mit dem beim Verlassen der Wohnung das Licht, sowie E-Herd und Wasser abgeschaltet und beim Betreten der Wohnung wieder angeschaltet werden. *Für das Vitalmonitoring liefert der Zentralschlüssel Information darüber, ob jemand zuhause ist oder nicht und wann (Uhrzeit, Datum) die Wohnung verlassen bzw. betreten wurde.*

Bewegungssensoren, die ursprünglich im Homebutler eingebaut wurden, um beim nächtlichen Aufstehen den Weg vom Bett ins WC und Bad automatisch auszu-leuchten. *Für das Vitalmonitoring verwenden wir einerseits die Informationen (Bewegungsaktivität registriert) von den Bewegungssensoren für das Nachtlcht, experimentieren aber auch mit Bewegungssensoren, die an strategischen Punkten in der Wohnung platziert werden. Damit können Bewegungsmuster der BewohnerIn erkannt und für das Vitalmonitoring verwendet werden.*

Lichtschalterkontakte, in Homebutler-Installationen sind alle Lichtschalter mit Sensoren versehen, die beim Ein- und Ausschalten von Lichtquellen in der Wohnung eine Zustandsänderung anzeigen. *In VitaSmart werden diese Zustandsänderungen inklusive ihrer zeitlichen Verankerung in den Aufbau und die Bewertung des individuellen BewohnerInnenprofils miteinbezogen.*

ein **Kontaktsensor** an der **Kühlschranktür** dient im Homebutler als Warnsensor: lässt man die Kühlschranktür zu lange offen, wird man mittels Sprachausgabe über das Homebutler User Interface (Fernseher) gewarnt. *In VitaSmart dient die Information über Öffnen und Schließen der Kühlschranktür als weiteres Zeichen von Aktivität in der Wohnung.*

digitaler Wassermengenzähler, als spezielle Erweiterung für VitaSmart wird die Wasserhauptleitung mit einem digitalen Wassermengenzähler mit Impulsausgabe ausgestattet, die vermeldet, ob und wieviel Wasser entnommen wird. Die Daten werden via Funk an das Homebutler Center übermittelt.

Die Informationen von der Kühlschranktür und dem Wassermengenzähler sind Teil des sogenannten Vitalprofils, einem Subprofil des Benutzerprofils, in dem Signale aus dem Homebutler gesammelt werden, die hinsichtlich Nahrungsaufnahme (Essen, Trinken), Ausscheidung und Körperpflege interpretiert werden können.

Die in der nachfolgenden Tabelle aufgelisteten Sensoren gehören zur Standardausstattung einer Homebutler-Installation. Die Konfiguration der Sensoren erfolgt für jede Wohnung und Person individuell. Bild 4 am Beitragsende zeigt eine schematische Darstellung der Sensorausstattung in der Schauwohnung in Linz.

Art des Sensors	Ort
Leckagensensor	Amaturen in der Küche
Wassermengenzähler	Hauptleitung
Rauchmelder	Eingangsbereich, Küche, Schlafzimmer, Wohnbereich
Bewegungssensoren	Schlafzimmer, Wohnzimmer, Eingangsbereich
Schließsystem	Eingangsbereich
Herdalarm	Küche
Türkontakt am Kühlschrank	Küche
Fensterkontakte	alle Räume mit Fenstern
Lichtschalter	alle Räume

4 Profile und Situationen

In diesem Abschnitt beschreiben wir den Aufbau des individuellen Verhaltensprofils, sowie die Modellierung der Situationen, in denen VitaSmart aktiv wird.

4.1 Benutzerprofil

Ein Benutzerprofil in VitaSmart setzt sich einerseits zusammen aus explizit zur Verfügung gestellten Daten wie sozio-demographischen Informationen, Vorlieben der BewohnerIn, Daten aus dem Homebutler wie Medikamentenerinnerungen, etc., und andererseits aus Verhaltensinformationen, die auf konkreten Sensordaten basieren. Obwohl die Modellierung und Auswertung des Verhaltensprofils einer BenutzerIn zur Zeit hauptsächlich zur Erhöhung der Sicherheit (Vital Monitoring) verwendet wird, werden diese Informationen in Zukunft auch zur Steigerung der Qualität diverser Services des Homebutlers verwendet werden (z.B. personalisierte Nachrichten, Essensempfehlungen, etc.).

Als Basis für die Erstellung eines personalisierten Verhaltensprofils dient ein Standardmodell eines circadianen² Tagesablaufs, der sich weiters in Ruhe und Aktivitätsphasen gliedert. Zur besseren Interpretation der Sensordaten, die naturgemäß hauptsächlich in den Aktivitätsphasen der BenutzerIn anfallen, werden zusätzlich Aktivitätsmuster modelliert und mit entsprechenden Sensordaten in Beziehung gesetzt. So kann z.B. ein Aktivitätsmuster ‚Morgendliches Aufstehen‘ definiert werden, das erkennt, wenn zur entsprechenden Tageszeit die verschiedenen Sensoren Informationen wie ‚Bewegung im Schlafzimmer‘, ‚gesteigerter Wasserverbrauch‘, ‚Öffnen des Kühlschranks‘, etc. innerhalb einer bestimmten Zeitspanne liefern. Durch die Erkennung und zeitliche Anordnung dieser Aktivitätsmuster über den Tag, wird ein individueller Norm-Tagesablauf modelliert, der sich aus Art, Anzahl und Reihenfolge der Muster zusammensetzt. Er dient in weiterer Folge dazu, aktuelle Abweichungen zu erkennen, um entsprechende Maßnahmen einzuleiten (z.B. ‚Benachrichtigung Angehöriger im Krankheitsfall‘, wobei

² unterteilt den Tag in eine Periodenlänge von ca. 24 Stunden [3]

die Situation z.B. durch das Fehlen bestimmter Aktivitätsmuster erkannt wurde).

Eine weitere Verfeinerung dieses Profils wird durch die Berücksichtigung zeitlicher Informationen erreicht. So kann mit maschinellen Analyseverfahren eruiert werden, ob sich der Tagesablauf der BewohnerIn hinsichtlich der Wochentage (z.B. Wochenende, Feiertage, etc.) und oder Jahreszeit signifikant verändert.

4.2 Situationsprofil und Eskalationsstufen

Für die Gewährleistung der Sicherheit der BewohnerIn eines Ambient Assisted Homes ist es notwendig, dass VitaSmart schon von Beginn an kritische Vorkommnisse erkennen und entsprechend darauf reagieren kann. Dazu werden wichtige Situationen identifiziert und modelliert. Formal besteht eine Situation aus:

Attribut	Kommentar
ID	eindeutiger. Identifizierer der Situation (z.B. Überschwemmung im Bad')
Beschreibung	textuelle Beschreibung der Situation
Wichtigkeit	Klassifizierung der Wichtigkeit der Situation. (z.B. normal, abnormal aber unkritisch, kritisch)
Trigger	Menge von Funktionen, basierend auf Sensordaten, welche den Eintritt der Situation formell beschreiben
Eskalationsplan	formalisierter Plan, welche Aktionen in welcher Reihenfolge im Homebutler ausgelöst werden müssen

Bei jedem Eintreffen einer Sensorinformation prüft VitaSmart, ob eine der definierten Situationen eingetreten ist und arbeitet gegebenenfalls den situationsspezifischen Eskalationsplan ab. Im Zuge dieser Abarbeitung bedient

sich VitaSmart des Homebutlers als durchführende Einheit (z.B. Versenden von SMSen, etc.) und übernimmt selbst hauptsächlich steuernde/kontrollierende Aufgaben.

Je nach Wichtigkeit der identifizierten Situation unterscheiden wir folgende Eskalationsstufen:

Stufe 1: das System fragt bei der BenutzerIn nach, ob alles in Ordnung ist. Dies erfolgt mittels Sprachausgabe (Sprachsynthese ist bereits im Homebutler standardmäßig enthalten) über den Fernseher als zentrales Kommunikationssystem zwischen Mensch und Homebutler-Installation.

Stufe 2: das System löst eine Verständigung einer von der BenutzerIn bestimmten Vertrauensperson mittels SMS aus.

Stufe 3: ein Alarm wird an die Notrufzentrale geschickt.

5 Literatur

[1] Homebutler: <http://www.beko.at/>

[2] Gstrein, E.; et al.: Adaptive Personalization. A Multi-Dimensional Approach to Boosting a Large Scale Mobile Music Portal. In Fifth Open Workshop on MUSICNETWORK: Integration of Music in Multimedia Applications, Vienna, Austria. 2005.

[3] Halberg, F.; Stephens, A..N.: Susceptibility to ouabain and physiologic circadian periodicity. Proc. Minn. Acad. Sci. 27, 139-143, 1959.



Bild 4 Modell und Sensorausstattung einer Homebutler-Installation in einer Testwohnung in Linz