



Kurzvita

Studium Informatik (1978-1983)
 Johannes Kepler Universität Linz, Österreich

Promotion(1983-1986):
 Johannes Kepler Universität Linz, Österreich

KI-Forschung (1986-heute):
 TA Triumph Adler AG, EPP, GmbH, Alpnet
 Technology, Heartsome Europe GmbH

Dozent an der FOM seit 2008, seit 2010 als Professor für
 Wirtschaftsinformatik am Studienzentrum Nürnberg

Smartwatches / Wearables: Erkennung von Aktivitäten und
 Ereignissen des täglichen Lebens

eHealth / AAL / Telemedizin

Big Data / Data Mining / KI

Smart Home, Industrie 4.0, IoT

Projektmanagement: ProManGame - Gipfeleroberer

Übersetzungsunterstützung



Vorstellung E|Home-Center

Das E|Home-Center erforscht Lösungen für selbstbestimmtes, intelligentes Wohnen unter Berücksichtigung von Ökonomie, Ökologie und sozialem Bedarf.

Unser Auftrag:

- Forschung und Entwicklung für das ressourcenschonende, intelligente Wohnen von morgen
- Installation und Anwendung der Entwicklungen mit dem Fokus auf Bestandsbauten
- Ausbildung von Studenten für die interdisziplinären Aufgabenstellungen im Wohnungsbau
- Information und Beratung der Öffentlichkeit zur Schaffung von Akzeptanz neuer Technologien



Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke

Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung
und Produktionssystematik

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg



Jochen Bauer

www.ehome-center.de / www.faps.de

jochen.bauer@faps.fau.de

1. Einleitung
2. Wearables, Sensorik, Smart Home
3. Natürlichsprachliche Anwendungen
4. Lokalisierung
5. Fazit

1. Einleitung

Digitale Medizin

Alle Hilfsmittel, Technologien und Dienstleistungen, bei denen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) zum Einsatz kommen, und die der Vorbeugung, Diagnose, Behandlung, Überwachung und Verwaltung im Gesundheitswesen dienen. Dies umfasst alle Entwicklungen im Medizinbereich, die direkt oder indirekt S/W-Technologien verwenden.

Synonym für **eHealth**

Telemedizin

Diagnostik und Therapie unter Überbrückung einer räumlichen und/oder zeitlichen Distanz zwischen Arzt, Therapeut, Apotheker, klinischen Einrichtungen, Laboren und Patienten oder zwischen zwei sich konsultierenden Ärzten mittels Telekommunikation.

Wearables

Wearables sind besonders kleine Computer, die man am (oder in Zukunft im) Körper trägt.

Darunter fallen **Fitnessarmbänder, Smartwatches, Tracker allgemein.**

Mobiltelefone werden meist in diesem Kontext nicht als Wearables betrachtet, da sie nicht immer am Körper getragen werden.



Fitbit Surge
Quelle: Fitbit



Microsoft Band
Quelle: Microsoft



Gymwatch
Quelle: Gymwatch



Hexoskin
Quelle: Hexoskin



Samsung Gear S3
Quelle: Samsung



LG Watch Sport
Quelle: LG

2. Entwicklungen im Sensorik, Wearables, Mobiltelefon, Smart Home

Wearables, Tracker

- Eigenes Betriebssystem
- Keine Erweiterungen, spezialisiert
- Webportal mit Datendarstellung
- Benötigen Smartphone
- Bluetooth (BLE) Kommunikation
- Lange Laufzeit
- **Pulsmesser, Gyrometer, Beschleunigungsmesser, Magnetometer, (Druckmesser, GPS)**
- Bedienung über einzelne Knöpfe, (Touchscreen)



Fitbit Surge
 Quelle: Fitbit

Smartwatch

- **Android Wear 2.0**, iOS, Tizen
- Apps installierbar
- Programmierbar mit Apps
- Smartphone je nach Variante nicht notwendig (Nano SIM Karte, eSim)
- WLAN, Bluetooth, NFC, GSM, ...
- Laufzeit < 24h
- **Pulsmesser, Gyrometer, Beschleunigungsmesser, Magnetometer, (Druckmesser, GPS)**
- Bedienung über diverse Elemente (Lünette, Knöpfe, farbiger Touchscreen)



Bildquelle: Moxi

Flexible Wearables mit Sensoren im Uhrband

Samsung: Vision von digitalem eHealth Wearable

- <http://www.simband.io> - 2014
- Nur auf Anfrage über Projektwebseite verfügbar, wird für neue Anwendungsgebiete zur Verfügung gestellt
- Integration unterschiedlicher Sensoren in einem Wearable, insbesondere auch im Armband
 - Puls, Aktivitäten, Thermometer, Hautwiderstand, CO2 und Sauerstoffgehalt, Blutdruck (?)
- Entwicklung – Prototyping – eigener Sensorik
- Arctic Cloud Plattform

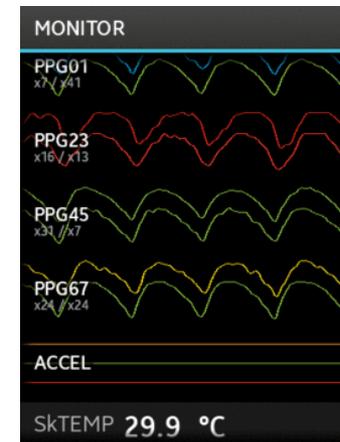
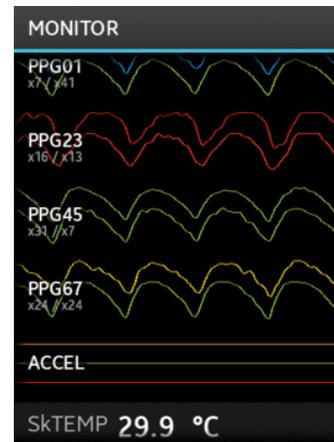
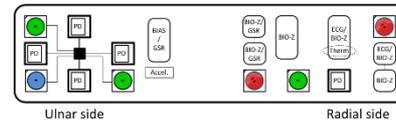
Anwendungsbeispiel

<http://news.mit.edu/2017/wearable-ai-can-detect-tone-conversation-0201>

- MIT: Emotionen („sentiments“) in Gesprächen entdecken
- Durch die Analyse von Audio, Text und physiologischen Signalen mit KI Methoden kann der emotionale Ton der Sprache mit 83 % Genauigkeit erkannt werden
- <https://youtu.be/ZZFcgq-7dlc>



<http://puzzlelondon.com/samsung-simband-5-reasons-to-welcome-its-launch/>



<http://www.simband.io/documentation/simband-documentation/>
<http://www.simband.io/documentation/simband-documentation/applications/>

Schweißmessung

- Ali Javey, University of California in Berkeley
- Soll Informationen über den Gesundheitszustand des Trägers liefern
- Auswertung der Stoffwechselprodukte Glukose und Laktat sowie auf Natrium- und Kaliumionen
- Körpertemperatur

Anwendungsbeispiel

- Dehydrierungserkennung
- Überhitzung, Übermüdung



Armband mit neuem Schweiß-Sensor (UC Berkeley, Foto: Wei Gao)

<https://youtu.be/OzZBVOF8u-0>



Gao W, Nyein HYY, Shahpar Z, Tai L-C, Wu E, Bariya M, Ota H, Fahad HM, Chen K, Javey A (2016) Wearable sweat biosensors. In: 2016 International Electron Devices Meeting. Technical digest, International Electron Devices Meeting; Institute of Electrical and Electronics Engineers; IEEE International Electron Devices Meeting; IEDM, Piscataway, NJ.

Flir One

- <http://www.flir.de/flirone/ios-android/>
- Wärmebildkamera für das Mobiltelefon

Anwendungsmöglichkeiten

- Hacksprint-Projekt „Heiße Finger“ - Handy-Wärmebildkamera für Rheuma-Diagnose?
 - <https://www.meetup.com/de-DE/HealthhackersER/events/238407886/?rv=ea1>

„Ein Handy-Gadget, ein Samstag, eine Gruppe aus Ärzten, Programmierern und Ingenieuren, viel Kaffee und eine Herausforderung: Können wir ein Handy-Gadget in Form einer Wärmebild-Kamera umfunktionieren um rheumatische Erkrankungen erkennbar zu machen?“



Samstag, 8. April 2017
 10:00
 Spirit Link Medical GmbH
 Paul-Gordan Str 15
 Erlangen

FreeStyle Libre Messsystem

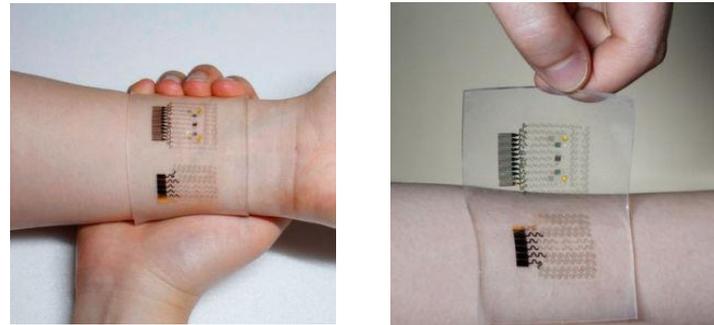
- Dauerhaft am Arm befestigt
- Misst Tag und Nacht, wasserdicht
- Zeigt aktuellen Glukosewert, die Glukosedaten der letzten 8 Stunden und einen Trendpfeil, der angibt, in welche Richtung sich Glukosewert bewegt
 - <http://www.freestylelibre.de/products.html>



<http://www.freestylelibre.de/products.html>

Wearable für Diabetiker

- Koreanische Forscher
- Diabetikern das Ermitteln ihres Glucosespiegels einfach und dauerhaft ermöglichen
- Das Injizieren von Insulin vereinfachen
- Auf Graphen basierende Pflaster
- Nutzt Schweiß zur Analyse des Blutzuckerwerts
- Kann mit Hilfe von Mikronadeln gezielt Arzneimittel spritzen.



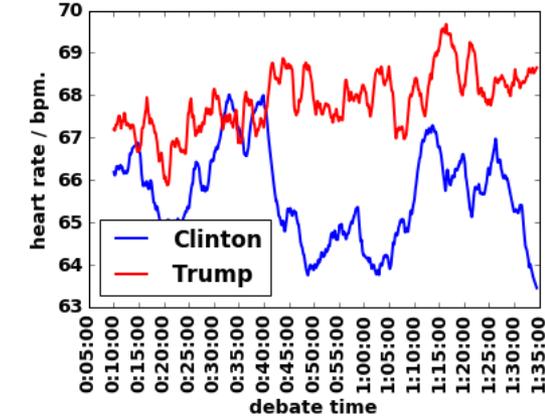
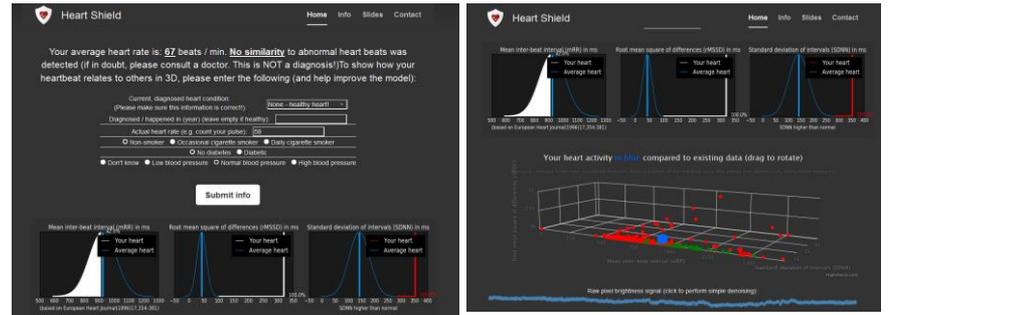
Zwei Funktionen in einem Pflaster: Das für Diabetes-Patienten entwickelte Wearable ist in der Lage, aus Schweiß den Blutzuckerwert zu ermitteln und bei Bedarf gezielt Medikamente zu verabreichen. (Bild: Hui Won Yun, Seoul National University)
<http://www.elektronikpraxis.vogel.de/medizintechnik/articles/526981/>

Herzinfarktkandidaten erkennen

Potentielle Herzinfarktkandidat mit Webcam?
<https://www.hearty.ai/demo/>

Neues Ziel

- Blutdruck messen



<https://hearty785.wordpress.com/>

Nest <https://nest.com/> (Google)

- Eigentlicher Zweck ist die Branderkennung/warnung
- CO₂, CO Sensor, Infrarot
- Mikrofon/Lautsprecher zum Selbsttest
- Verschieden farbige LEDs (LED Ring) zeigen Zustände an
- Mehrere Nest Geräte sind miteinander verbunden
- Eine Anwendung ist Nachtlicht
 - Schutzfunktion durch automatische Beleuchtung
- Über die Nest App bzw. Webbrowser kann der Zustand der Anlage abgefragt werden
 - Z.B. durch Angehörige
- Damit können durch Langzeitbeobachtungen z.B. Veränderungen im Lebensrhythmus erkannt werden
 - Zu Bett Gehzeiten
 - Aufstehen während der Nacht, Toilettengänge



https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRmZ5Zn8qqscd3bCwLYiV_z-VxOMHgtEBmg529FxiM9LzsJzuQVEg



Netatmo <https://www.netatmo.com>

- Temperaturüberwachung, Luftqualität (CO₂ Gehalt), Luftfeuchtigkeit
- Wohlfühlklima prüfen
- Lautstärke

Überwachungsfunktion

- Korrelation CO₂ und Lautstärke
- Ermöglicht Anwesenheit in Räumen zu ermitteln
- CO₂ alleine schon guter Indikator für Anwesenheit im Raum
- Kann per Web oder App abgefragt werden
 - Z.B. ungewöhnlich lange in einem Raum – ohne Geräusche



<https://www.netatmo.com>





*Alexa, welche
Nebenwirkungen
hat Aspirin?*
Die medizinische
Beratung der
Zukunft

3. Natürlichsprachliche Anwendungen in der Medizin

Die medizinische Beratung der Zukunft
Alexa, welche Nebenwirkungen hat Aspirin?



Amazon Echo

- Alexa – natürlich sprachlicher Avatar

Zwei Versionen

- Amazon Echo
- Amazon Echo Dot

Funktionalität

- Musik abspielen, Fragen stellen, Wecken lassen
- Geräte steuern, Smart Home Steuerung
- Skill Store: Neue Fähigkeiten aus dem Web nachladen
 - Spezifisch für das eigenen Echo Gerät

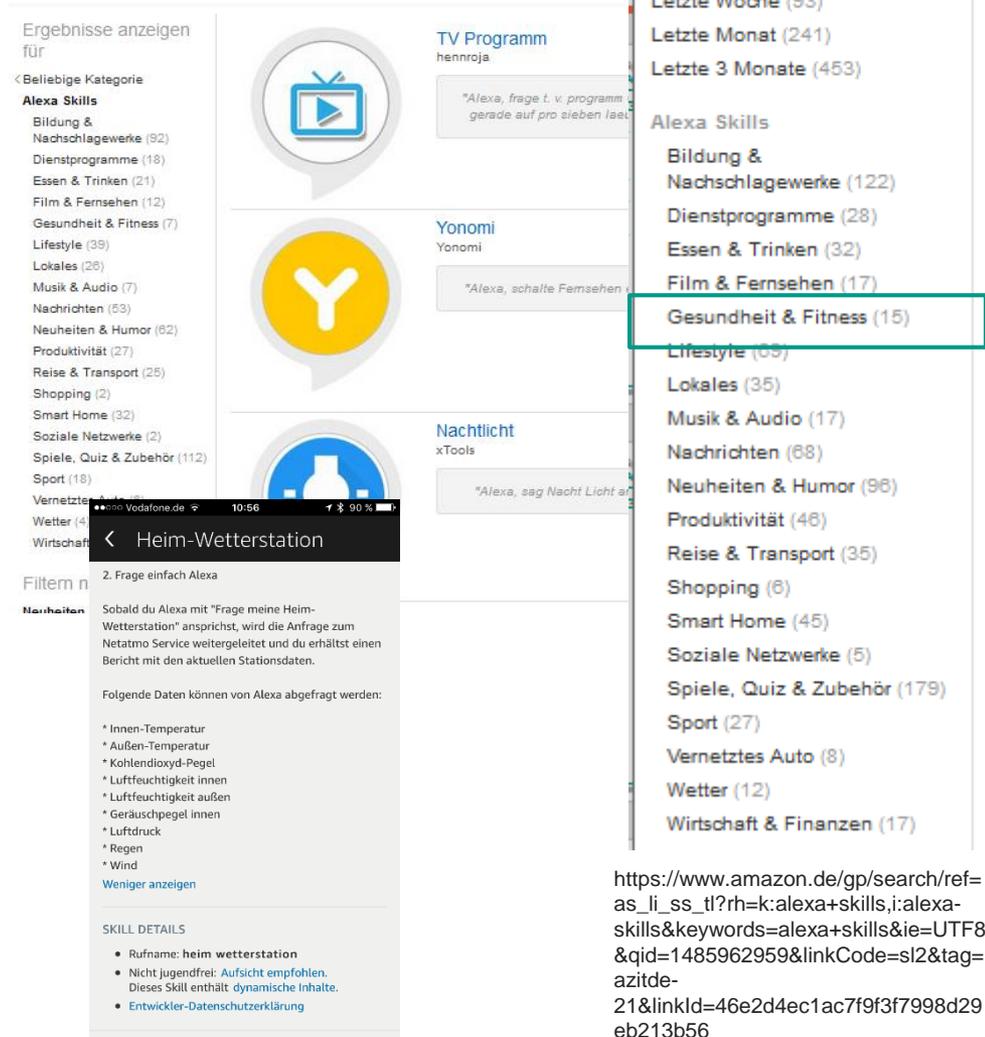


https://www.amazon.de/dp/B01GAGVCUY?tag=googhydr08-21&hvadid=177713871830&hvpos=1t1&hvnetw=g&hvrnd=13310961165209301261&hvpone=&hvtwo=&hvqmt=e&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvl ocint=&hvlocphy=9042603&hvtargid=kwd-50712656950&ref=pd_sl_888rykxaf8_e

Mit Skills Amazon Echo neue Fähigkeiten programmieren

- Neue Fertigkeiten = Programme/Apps können Alexa hinzugefügt werden
- Der Entwickler schreibt Dialogstruktur und die Aktionen
- Skills leicht programmierbar
- Gute Dokumentation von Amazon
- Amazon fördert die Entwicklung neuer Skills durch 100Mio\$ Venture Capital
- [Deutsche Alexa Skills im Web](#)
- [Englische Alexa Skills im Web](#)
- [Alexa und Smart Home](#)

Beispiel-Skills



The screenshot displays the Amazon Skills interface. On the left, a list of categories is shown, including 'Alexa Skills' with sub-categories like 'Bildung & Nachschlagewerke (92)', 'Dienstprogramme (18)', etc. The main area features three skill cards: 'TV Programm' (henroja), 'Yonomi', and 'Nachtlcht'. A detailed view of the 'Heim-Wetterstation' skill is shown in the foreground, including its description, data points it can access (like temperature and humidity), and developer information.

Ergebnisse anzeigen für

Neuheiten

- Letzte Woche (93)
- Letzte Monat (241)
- Letzte 3 Monate (453)

Alexa Skills

- Bildung & Nachschlagewerke (122)
- Dienstprogramme (28)
- Essen & Trinken (32)
- Film & Fernsehen (17)
- Gesundheit & Fitness (15)**
- Lifestyle (69)
- Lokales (35)
- Musik & Audio (17)
- Nachrichten (68)
- Neuheiten & Humor (96)
- Produktivität (46)
- Reise & Transport (35)
- Shopping (6)
- Smart Home (45)
- Soziale Netzwerke (5)
- Spiele, Quiz & Zubehör (179)
- Sport (27)
- Vernetztes Auto (8)
- Wetter (12)
- Wirtschaft & Finanzen (17)

Ergebnisse anzeigen für

TV Programm
henroja

*Alexa, frage t. v. programm gerade auf pro sieben laet

Yonomi
Yonomi

*Alexa, schalte Fernsehen

Nachtlcht
xTools

*Alexa, sag Nacht Licht an

2. Frage einfach Alexa

Sobald du Alexa mit "Frage meine Heim-Wetterstation" ansprichst, wird die Anfrage zum Netatmo Service weitergeleitet und du erhältst einen Bericht mit den aktuellen Stationsdaten.

Folgende Daten können von Alexa abgefragt werden:

- * Innen-Temperatur
- * Außen-Temperatur
- * Kohlendioxid-Pegel
- * Luftfeuchtigkeit innen
- * Luftfeuchtigkeit außen
- * Geräuschpegel innen
- * Luftdruck
- * Regen
- * Wind

[Weniger anzeigen](#)

SKILL DETAILS

- Rufname: heim wetterstation
- Nicht jugendfrei: Aufsicht empfohlen. Dieses Skill enthält dynamische Inhalte.
- [Entwickler-Datenschutzerklärung](#)

https://www.amazon.de/gp/search/ref=as_li_ss_tl?rh=k:alexa+skills,i:alexa-skills&keywords=alexa+skills&ie=UTF8&qid=1485962959&linkCode=sl2&tag=azitde-21&linkId=46e2d4ec1ac7f9f3f7998d29eb213b56

Gesundheit und Fitness Skills

- Nur sehr wenige Skills für Deutsch, nur zwei bis drei wirklich sinnvoll nutzbare Skills
- Operationssaal Skill
- Im englischen Skill Shop deutlich mehr
- Problem:** Klassifizierung sehr problematisch
 - Sh. Gedichte

Skills für Gesundheit und Fitness

7 Ergebnisse für Alexa Skills : Gesundheit & Fitness : "alexa skills"

Ergebnisse anzeigen für

< Beliebige Kategorie
< Alexa Skills
Gesundheit & Fitness

Filtern nach

Neuheiten
Letzte Woche (1)
Letzte Monat (2)
Letzte 3 Monate (5)

Durchschn. Kundenrezension
★★★★☆ & mehr (1)
★★★★☆ & mehr (3)
★★★★☆ & mehr (5)
★★★★☆ & mehr (5)

Verbandskasten
MapleStore

"Alexa, öffne schlauen Verbandskasten"

"Alexa, frage schlauen Verbandskasten was tun bei einem Herzinfarkt"

Apotheken Info
Mauve Mailorder Software

"Alexa frage Apotheken Info welche Apotheke in Essen hat jetzt geöffnet?"

"Alexa frage Apotheken Info welche Notdienst Apotheke in Heiligenhaus hat jetzt Dienst?"

Gehirnjogging
Alexander Martin

"Alexa, starte Gehirnjogging"

Fitness Geek
freshest.me

"Alexa, Starte Fitness Geek."

"Erzähle mir etwas über Fitness."

Gedichte
Matthias Koller

"Alexa, frag irgendeinen Dichter über die Liebe"

"Alexa, frag irgendeinen Dichter über Hoffnung"

Fitness Fakten
bfour

Eltern

ELTERN - Schwangerschaftsguide
G+J Parenting Media GmbH

"Alexa, öffne ELTERN"

"Alexa, frage ELTERN wie es meinem Baby in Woche 8 geht"

myCare2x alexa myHospital

mic: opCheck
has gmbh

"Alexa frage Dr. P. Check Bereich Anästhesie"

"Bereich Operation"

Sofort auf Ihrem verbundenen Alexa-Gerät verfügbar

Beschreibung
Die WIC empfängt im OP Saal die Ausführung von Safety Surgical Checklists. Wir unterstützen das mit Alexa. [mehr](#)

myCare2x alexa myHospital

Patientensicherheit in Kliniken von myCare2x
has gmbh

"Alexa, starte meine Klinik"

"Was weißt Du über Hygiene"

Sofort auf Ihrem verbundenen Alexa-Gerät verfügbar

Beschreibung
Herrni Regen Sie Informationen über die Gesundheitsrisikoführung ab, die Sie ggf. in kürzester Zeit zum Zweck einer Behandlung aufsuchen werden. Dieser Skill steht zunächst für ein allgemeines. [mehr](#)

Gesundheit und Fitness Skills

Vodafone.de 10:48 92%

Verbandskasten (Erste ...

Jede erste Hilfe Information wird von Alexa Schritt für Schritt vorgelesen und zeitgleich in der Alexa App angezeigt.

Aktuell kann Alexa zu über 20 Themen Auskunft geben.

» Themenübersicht «
Notrufnummer, Stabile Seitenlage, Bewusstlosigkeit, Ersticken, Atemstillstand, Beatmung, Herzdruckmassage, Wiederbelebung, Verbrühung, Vergiftung, Schlaganfall, Sonnenstich, Schock, Stromschlag, Knochenbruch, Innere Verletzung, Psychologische Hilfe, Rettungskette, Verbrennung, Herzinfarkt, Unterzuckerung, Blutung.

» Befehle «
Dieser Skill unterstützt auch die Kommandos "Ja", "Nein", "Weiter", "Wiederholen", "Hilfe", "Abbrechen" und "Stop".

» Hinweis «
Dieser Skill bietet keine medizinische Beratung und dient nur zu Informations- oder Bildungszwecken. Es ist kein Ersatz für professionelle medizinische Beratung, Behandlung oder Diagnose. Rufen Sie Ihren Arzt um medizinische Beratung zu erhalten. Bei einem medizinischen Notfall wählen Sie bitte die

Vodafone.de 3G 10:56 90%

Apotheken Info

Mauve Mailorder Software
★★★★☆ 15

SKILL DEAKTIVIEREN

SAGEN SIE FOLGENDES:

"Alexa frage Apotheken Info welche Apotheke in Essen hat jetzt geöffnet?"

ÜBER DIESEN SKILL

Sie wollen wissen, welche Apotheke in Ihrer Gegend gerade Notdienst hat? Kein Problem, fragen Sie Alexa!

Geben Sie Ihren Ort oder PLZ an und wir sagen Ihnen, welche Apotheke heute für Sie zur Verfügung steht.

SKILL DETAILS

- Rufname: **apotheken info**

Vodafone.de 10:50 92%

mcx:opCheck

myCare@ alexa.myHospital
hcc gmbh
★★★★☆ 0

SKILL DEAKTIVIEREN

SAGEN SIE FOLGENDES:

"Alexa frage O. P. Check Bereich Anästhesie"

ÜBER DIESEN SKILL

Die WHO empfiehlt im OP Saal die Ausführung von Safety Surgical Checklists. Wir unterstützen das mit Alexa

SKILL DETAILS

- Rufname: **o. p. check**
- Dieses Skill enthält **dynamische Inhalte**.



Skills

- Ärzte, Apotheken, etc. in der Umgebung finden
- Fragen des Patienten zu Symptomen, Medikamenten, Nebenwirkungen beantworten
- Medikamente beim Arzt oder Apotheke anfordern
- Unterstützung bei Notsituation, Hilfe holen
- Weitergabe von Informationen an Arzt oder Pflegedienst
- Smartes Krankenzimmer
 - Steuerung des Krankenzimmers

Zielgruppen

- Sehbehinderte Personen
- Eingeschränkt Bewegungsfähigkeiten
- Bettlägrige Patienten
- Tlw. Telefonersatz

Beispiele

- Alexa, welcher Arzt hat Notdienst?
- Alexa, welche Nebenwirkungen hat...
Beipackzettel schwer lesbar, Schrift klein, also vorlesen
- Alexa, ruf mir Krankenschwester Eva!
- Alexa, es ist so warm im Zimmer, öffne das Fenster!
- Alexa, ruf die Rettung!
- Alexa, hole Hilfe, ich bin gestürzt!
- Alexa, mir ist schlecht und ich habe Kopfschmerzen und Fieber. Soll ich in die Notaufnahme fahren?
Alexa könnte hier die Verbindungen zu einem Notfalldienst herstellen oder bereits Fragen stellen, die der Notfalldienst aufbereitet zugestellt bekommt.

Skills

- Medikamenteninformation nachfragen
- Unterstützung bei der Diagnose (Klinische Entscheidungsunterstützung)
- Klinische Unterstützung durch Spezialisten anfordern
- Kommunikation mit Patienten
- Smarter Operationssaal
 - Geräte steuern ohne Hand
- Informationen über Patienten diktieren
- Patienteninformationen vom Patienten erfassen lassen
- Hilfe holen
- Smarter Warteraum
 - Steuerung des Warteraums
 - Patienten aufrufen

Beispiele

- Alexa, was ist das beste Medikament bei...?
- Alexa, seit wann ist Herr Krause unser Patient?
- Alexa, wann war Herr Krause das letzte mal hier?
- Alexa, welche Medikamente nimmt Patient Krause?
- Alexa, ist das EKG frei?
- Alexa, in welchem Zimmer liegt Patient Krause?
- Alexa, stell mir eine Verbindung zu Patient Krause her!

Skills

- Fragen über Zustand eines Angehörigen
- Erster Kontaktpunkt eines Angehörigen, etwa bei einem Notfall
- Kontaktpflege

Beispiele

- Alexa, wann ist Mama heute aufgestanden?
- Alexa, ist Papa zu Hause?
- Alexa, hat Mama ihrer Medikamente genommen?

Erweiterungen

- Partieller Telefonie-Ersatz
 - Analog Siri
- Mobiltelefon
- Haushaltsroboter
- Brille
 - Verwendung in AR/VR Brillen, in Verbindung mit Umgebungserkennung
- Eigenständige Aktivitäten

Beispiele

- Alexa, ist die Ampel rot?
- Alexa, ruf meine Schwester an!
- Alexa, hol ein Glas Wasser!
- **Alexa**: Herr Krause, es ist wieder Zeit für Ihre Medikamente. bitte nehmen Sie Ihre Medikamente aus der roten Schachtel ein!

Vorteile

- Mit natürlicher Sprache leicht zu bedienen
- Sehr gute Mikrophone und Sprachausgabe
- Kann immer Online sein, aber Erkennung abschaltbar
- Skill-Store wird ohne Zweifel weiter wachsen
- Zukünftig um weitere „Skills“ erweiterbar, z.B. Sturzerkennung, Stöhnen, ...
- Eventuell Venture Capital durch Amazon (100 Mio \$)

Nachteile / Probleme

- Wenige wirklich nützliche Skills derzeit vorhanden
- Datenschutz
Was passiert mit den übertragenen Daten? Wo werden sie gespeichert?
- Erkennungsfehler
Wer ist für eine fehlerhafte Erkennung verantwortlich (Amazon, Entwickler, Patient?)
- Diagnosen können sich durch „Selbstverbesserungsfähigkeit“ über die Zeit ändern -
Nachvollziehbarkeit

4. Lokalisierung

Die Positionsermittlung erfolgt im Außenbereich via GPS, welches innerhalb von Gebäuden leider nicht zur Verfügung steht.

Existierende Lokalisierungsverfahren im Indoor-Bereich:

- Elektromagnetische Verfahren
- Akustische Verfahren
- Optische Verfahren



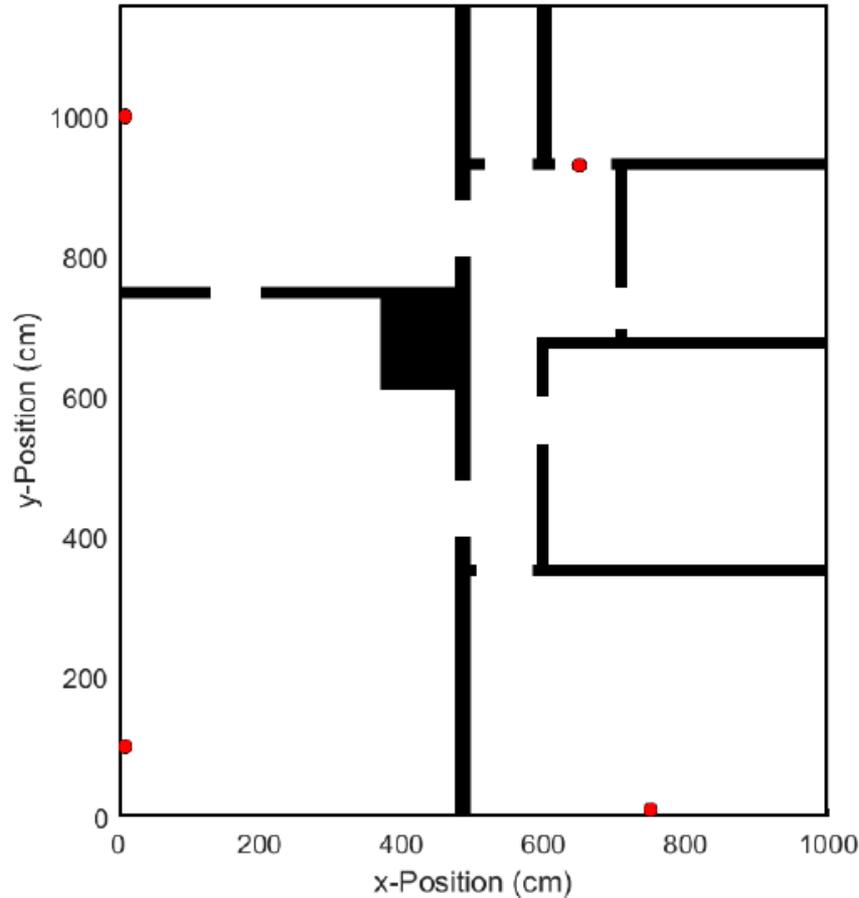
Starke Variation der Anschaffungs- und Installationskosten [1]



ZIEL:

Entwicklung eines kostengünstigen, robusten und akkuraten Indoor-Lokalisierungsverfahrens für Android-Geräte mit Bluetooth-Beacons

Eine Voraussetzung für die erfolgreiche Indoorlokalisierung besteht oftmals darin, dass ein Grundriss existiert.



Wohnungsabmessungen

- Breite: 10 m
- Höhe: 11,6 m

Die schwarzen Bereiche der Abbildung repräsentieren die Hindernisse und Wände des Grundrisses. Die roten Kreise stellen die Positionen der vier Beacons dar.

Abbildung: Grundriss der verwendeten Wohnung

Bluetooth-Beacons senden periodisch ein Bluetooth-Signal, eine eindeutige ID des sendenden Beacons wird dabei mitübertragen.



Abbildung: Beacon (2nd Gen)

- Zugriff auf ID, Signalstärke und Signalleistung über Android-API

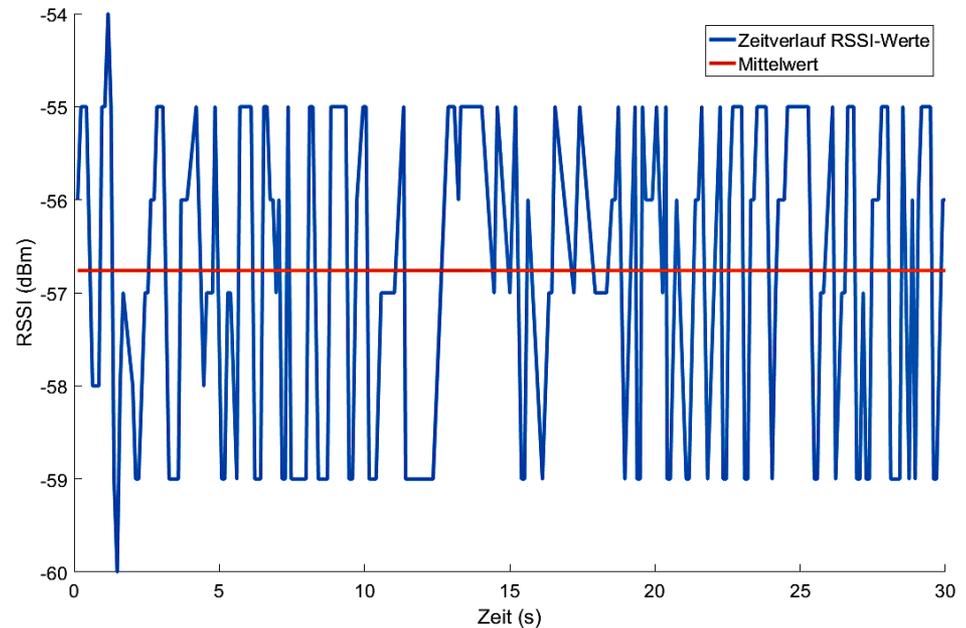


Abbildung: Typisches RSSI-t-Diagramm im Außenbereich bei 1,5 m Abstand, zeitliche Auflösung im Mittel ca. 150 ms

Charakteristika der Multilateration

- Lokalisierung von Fahrzeugen, Personen, und Schiffen im Außenbereich via GPS
- Distanz zwischen Referenzpunkt und zu lokalisierendem Objekt liefert nichtlineares Gleichungssystem
- Trilateration als Spezialfall der Multilateration

Möglichkeiten zur Ermittlung der Distanz zwischen Objekt und Referenzpunkt:

- Time of Arrival
- Time Difference of Arrival
- Received Signal Strength
- Proximity/Cell-ID
- Fingerprinting

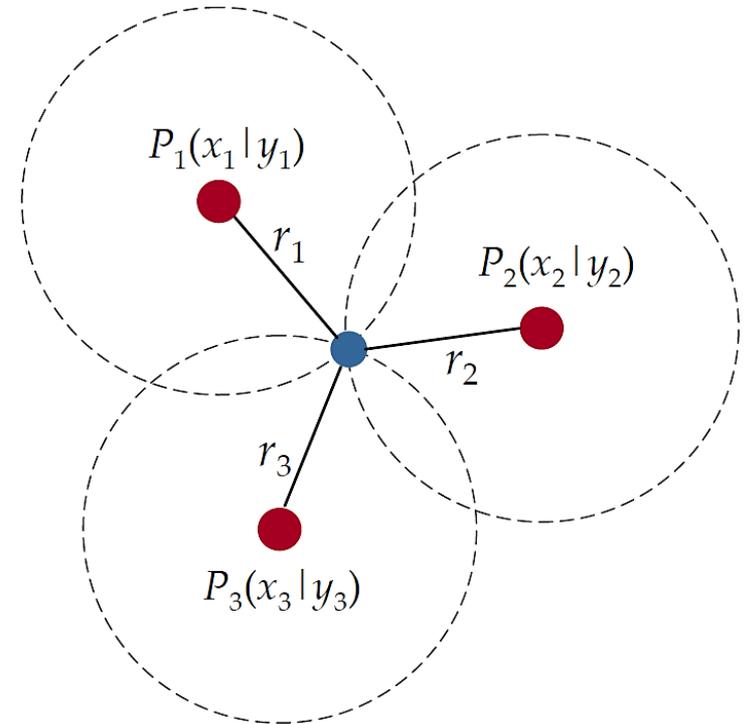


Abbildung: Prinzip der Trilateration

Lokalisierungsverfahren im Indoor-Bereich:

Proximity-Verfahren

- Referenzpunkte senden Signale aus
- Signale werden vom Objekt empfangen und jedem Referenzpunkt eindeutig zugeordnet

Fingerprinting-Verfahren

- Empfangene Signalstärke von WLAN-Hot-Spots oder Bluetooth-Sendern wird gewissen Positionen zugeordnet
- Diese wird für die Lokalisierung herangezogen, um die Position zu ermitteln

Map-Matching-Verfahren

- Verfahren erkennt die real möglichen Positionen im Raum auf Basis der Karte.

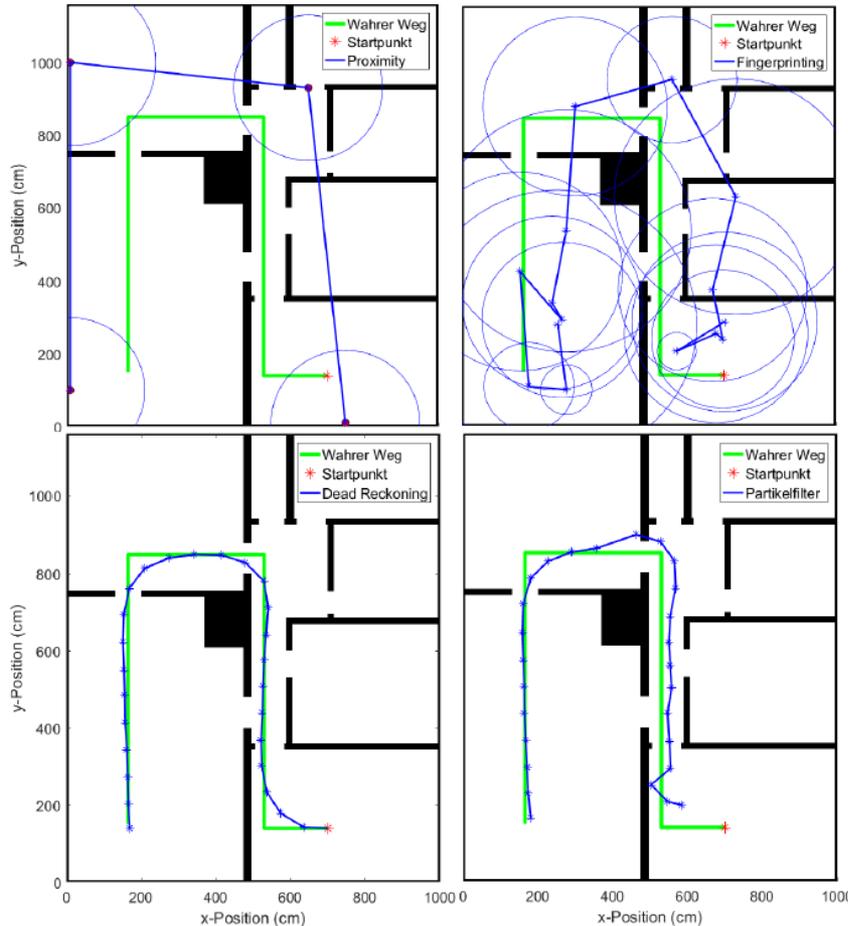
Koppelnavigationsverfahren

- Positionsberechnung ausgehend von der letzten bekannten Position zurückgelegten Strecke.

Partikelfilter

- Dichtefunktion wird durch Vielzahl an Partikel angenähert
- Mit steigender Partikelanzahl erhöht sich die Genauigkeit der Approximation

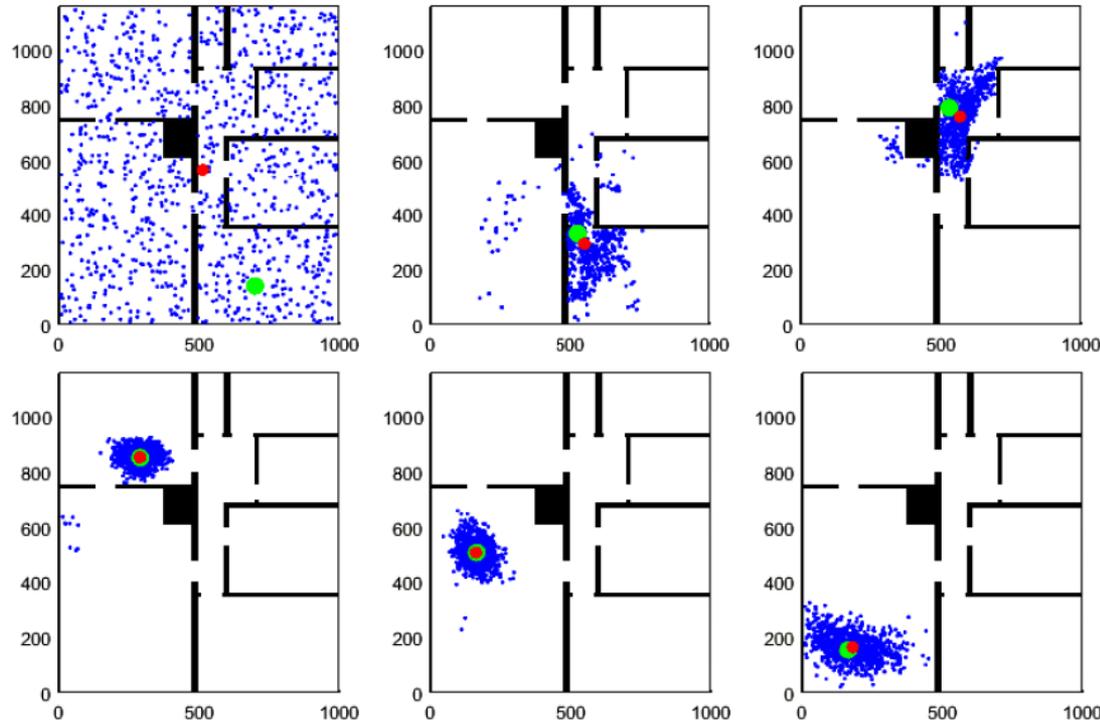
Durch die Kombination der einzelnen Lokalisierungsverfahren mit Hilfe des Partikelfilters lässt sich eine deutliche Verbesserung erzielen.



- Der entwickelte Partikelfilteralgorithmus bietet eine höhere Genauigkeit und Stabilität der berechneten Positionen
- Der Algorithmus basiert auf *Inertialsensorik, Fingerprinting* und *Map-Matching*

Abbildung: Vergleich von Lokalisierungsverfahren für eine typische Testsequenz; links oben Proximity-Verfahren, rechts oben Fingerprinting-Verfahren, links unten Dead-Reckoning-Verfahren, rechts unten Partikelfilter

Am Anfang ist jeder Zustand im Raum möglich, dann verdichten sich die Partikel an den wahrscheinlichen Nutzerpositionen.

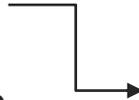


- Map-Matching führt zu einer sehr guten und schnellen Approximation des wahren Zustandes

Abbildung: Partikelverteilung für die Testsequenz; rechts unten (blaue Punkte: einzelne Partikel, roter Kreis: geschätzter Zustand, grüner Kreis: wahrer Zustand)

Zusammenfassung der untersuchten Lokalisierungsverfahren

- Proximity-Verfahren
- Fingerprinting-Verfahren
- Dead Reckoning-Verfahren



Bei der alleinigen Verwendung der Methoden konnten keine zufriedenstellenden Ergebnisse generiert werden!

Entwicklung einer Kombination der verschiedenen Methoden mittels eines Partikelfilters:

Ergebnisse & Vorteile der **sequenziellen Monte-Carlo-Methode**

- Sehr hohe erreichbare *Genauigkeit*
→ Genauigkeit von 50 cm im verwendeten Gebäudegrundriss
- *Robustheit* und einfache *Erweiterbarkeit* des Partikelfilters
- Geringe *Anschaffungs- und Installationskosten* der BLE-Sender
→ kostengünstige und gleichzeitig akkurate Echtzeit-Lokalisierung

5. Fazit

Technologien

- Infrastruktur notwendig
- Miniaturisierung geht weiter
- Energieversorgung
- Daten vs. Theorie getrieben
- Softwarequalität

Datenschutz / Privatsphäre

- Generierung großer Datenmengen
- Sinnvolle Verknüpfung
- Wem gehören die Daten?
- Wo werden die Daten gespeichert?

Ethische Fragestellungen

- Digitale Spaltung
- Informationsvalidierung
- Prognose ohne Therapie?
- Patient im Zentrum
- Wie weit darf die Technologie gehen?

**Herzlichen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**

Kontakt:

Prof. Dr. Klemens Waldhör

klemens.waldhoer@fom.de

Jochen Bauer

www.ehome-center.de / www.faps.de

jochen.bauer@faps.fau.de