

Context retrieval in smart devices

Eigenschaften und Anwendungsszenarien von Sensoren in Smart Devices

Christoph Pohl christoph.pohl@mac.com

Technische Universität Dresden - Lehrstuhl Multimediatechnik

Zusammenfassung Dieser Artikel untersucht Sensoren und Module, welche in Smart Devices verbaut werden um dem Nutzer eine Vielzahl von Informationen bereitstellen zu können. Zunächst wird auf die anstehende Veränderung der Mensch-Computer-Interaktion eingegangen und erläutert, warum es in Zukunft nicht ausreicht dem Nutzer unbearbeitete Daten zu präsentieren. Anschließend wird ein kurzer Überblick über den Aufbau und die Funktionsweise der zu beschreibenden Sensoren gegeben. Danach werden Projekte vorgestellt welche die Informationen mehrerer Sensoren/Module zusammenfassen und auswerten um somit eine implizite Mensch-Computer-Interaktion zu ermöglichen. In diesen Anwendungsszenarien der Projekte wird versucht dem Smart Device den jeweiligen Kontext verständlich zu machen um bestimmte Handlungsabläufe zu automatisieren.

1 Einleitung und Motivation

In vielen Ländern (darunter auch Deutschland) gibt es mehr Smart Devices als Einwohner [3]. Zu ihren beliebtesten und am weitest verbreiteten Vertretern gehören die Mobiltelefone. Vor nicht allzu langer Zeit war die Daseinsberechtigung der Handys auf das Kommunizieren beschränkt. PDAs¹ ergänzten Handys um Funktionen wie Termin- und Aufgabenplanung. Mit der Einführung des Smartphones jedoch, strukturierte sich der Markt teilweise neu. Unter anderem wurden einfache Buttons von komplexen Multi-Touch-Oberflächen abgelöst und auch das Anwendungsgebiet eines Handys breitete sich aus und verdrängte somit die herkömmlichen PDAs vom Markt. Aktuelle Vertreter ähneln Computern in jener Hinsicht, dass es theoretisch möglich ist Textverarbeitung und Tabellenkalkulation, aber auch Videoschnitt und Fotobearbeitung an einem Smartphone durchzuführen. Dies wird aber durch die umständlichere Steuerung und aufgrund des kleinen Displays teilweise eingeschränkt. Durch die unglaublich hohe Portabilität und rasant wachsende Rechenleistung haben sich Smartphones zum alltäglichen Begleiter eines jeden Nutzers etabliert, unterstützen ihn in vielen Lebenslagen und erleichtern ihm das tägliche Arbeiten.

Im Vergleich zu anderen mobilen Geräten wie einem Notebook wird klar, dass die Nutzungsdauer bei einem Smartphone meist viel geringer ist. Wohingegen

¹ Personal Digital Assistant

das Notebook meistens mehrere Stunden in Meetings genutzt wird, dauert das Suchen eines Kontakts nur wenige Sekunden. Des Weiteren ist zu beobachten, dass viele Nutzer ihr Gerät bedienen, während sie eine andere Aufgabe erledigen. Diese Fakten sprechen für eine Reduktion von expliziter Mensch-Computer-Interaktion¹. Mit Hilfe einer Vielzahl von Sensoren lassen sich heutzutage Informationen über die Umgebung eines Smartphone-Besitzers erfassen um Kontexte zu beschreiben und dem Nutzer damit einen gewissen Mehrwert zu bieten. Es wird versucht zu verstehen *warum* der Anwender jene Aktion durchführt um ihn bei seinem Vorhaben zu unterstützen und mit zusätzlichen kontextbezogenen Informationen zu versorgen. Dies nennt man implizite Mensch-Computer-Interaktion.

In diesem Artikel werden Sensoren wie zum Beispiel der GPS-Sensor, welcher zur Bestimmung des Aufenthaltsortes dient, beschrieben, sowie auch Bewegungs-, Beschleunigungs- und Datenübertragungssensoren. Zudem werden aktuelle Anwendungsszenarien und entsprechende Kontextmodelle genannt und erläutert. Des Weiteren wird auf NFC (Near Field Communication) eingegangen und am Ende des Artikels wird das MoBe-Framework vorgestellt, sowie ein Ausblick auf zukünftige Technologien gegeben.

2 Sensoren und Anwendungsszenarien

Im ersten Teil des Artikels werden verschiedene Sensoren beschrieben mit denen es zum Beispiel möglich ist die Position des Anwenders festzustellen oder sogar die Art der Bewegung (gehen, laufen, fahren oder stehen) zu erkennen. Zu diesen Sensoren zählen:

- GPS
- Bluetooth
- Gyroskop
- RFID
- WLAN
- UMTS

2.1 GPS und Bluetooth

Das Global Positioning System (kurz: GPS) ist ein globales Satellitennavigationssystem zur Positionsbestimmung. Der BCM4750 GPS-Receiver [4] wird in Smart Devices verbaut um Navigationsfunktionen bereitzustellen. Diese Ein-Chip-Lösung benötigt weniger als $35mm^2$ und wird in Telefonen wie dem iPhone verbaut. In der Regel wird GPS genutzt um sich an einen bestimmten Ort navigieren zu lassen. Im Zusammenspiel mit Modulen wie WLAN oder UMTS, welche später noch näher erläutert werden, lassen sich Informationen wie Stau-meldungen oder Wetterdaten sammeln und auswerten. GPS spielt also eine große

¹ explizite Mensch-Computer-Interaktion: Der Anwender gibt dem Smart Device einen Befehl, welcher direkt ausgeführt wird ohne ihn zu interpretieren.

Rolle bei dynamischen Kontexten wie beispielsweise Navigation oder Wetter. Zusammen mit einem Bluetooth-Modul, welches bei vielen Nutzern größtenteils zur Datenübertragung genutzt wird, lassen sich sehr nützliche Kontextinformationen sammeln. In Spanien wurde beispielsweise ein Prototyp entwickelt welcher Gefahrensituationen bei Autofahrten oder möglichen Unfällen erkennt und eigenständig eine Notrufnummer wählt [1]. Dabei wurde Bluetooth dafür eingesetzt um festzustellen ob sich ein Nutzer in einem Auto befindet oder nicht. Sobald dieser das Feature einer Freisprecheinrichtung, welche über Bluetooth realisiert wird, aktiviert, wechselt das Smartphone in einen anderen Modus. Das Zusammenspiel von GPS und einem Geschwindigkeitsmesser (Gyroskop) ermöglicht es den Nutzer in Gefahrensituationen wie folgt zu unterstützen: Bei jedem plötzlichen und drastischen Geschwindigkeitsverlust wird das System in einen Notfall-Zustand versetzt und dem Nutzer die Frage gestellt, ob er sich in einer Gefahrensituation befinde. Das System erwartet eine 'Ja' oder 'Nein' Antwort und generiert eine XML-Nachricht - zusammen mit den GPS-Daten - sobald keine Antwort oder ein 'Ja' vom Anwender kommt. Diese Nachricht wird dann an einen Server geschickt und kann anschließend von einem Notfalldienst verwendet werden um den Geschädigten zurückzurufen oder sofort zur Unfallstelle zu fahren. Dieses nützliche Feature könnte sich allerdings negativ in Staus bemerkbar machen, wenn der Autofahrer ständig gezwungen ist Fragen zu beantworten, weil er gezwungen wird plötzlich zu bremsen.

Ein weiteres Beispiel die gewonnenen Kontextinformationen sinnvoll zu nutzen ist ein Projekt namens 'UVa Bus.NET' welches an der Universität in Virginia entwickelt wurde [5]. Die Idee, die hinter diesem Projekt steckt ist folgende: Ein Programm eines PDAs sammelt Daten eines Studenten oder Dozenten an der Universität bezüglich der nächsten Vorlesung und dessen aktuellen Standpunktes. Diese Daten werden an einen Server gesendet, der die Informationen verarbeitet und mit dem lokalen Bus-Service abgleicht. Das System überprüft also den aktuellen Standpunkt, das Ziel und den zu Verfügung stehenden Zeitraum des Nutzers und informiert ihn darüber, wann der nächste relevante Bus an der nächstgelegenen Haltestelle eintreffen wird.

2.2 Gyroskop

Neben GPS- und Bluetooth-Sensoren, welche heutzutage zur Standardausstattung eines jeden Smartphones gehören, existieren auch außergewöhnliche Chips wie beispielsweise der L3G4200D-Motions Sensor [12]. Er fungiert als digitales Gyroskop mit dessen Hilfe eine Rotation oder Neigung festgestellt werden kann. Damit wird dem Nutzer der Wechsel in das Breitbildformat erleichtert. Dieses wird meistens beim Anschauen von Bildern oder Filmen genutzt. Im Gegensatz zu einem analogen Gyroskop besteht die digitale Variante lediglich aus einem kleinen Chip welcher mit Hilfe des Piezoeffekts die Bewegungen wahrnehmen kann [8]. Der L3G4200D hat eine Größe von 4x4x1mm und wurde unter anderem entwickelt um dem Nutzer ein neuartiges Spielerlebnis zu bieten. Es wird

dem Anwender ermöglicht nicht nur virtuelle Knöpfe zu drücken, sondern beispielsweise auch Kipp-, Schwenk- und Rotationsbewegungen zu machen um sich in einem virtuellen Raum umzuschauen. In der FHTW Berlin entwickelte man auf Grundlage dieses Gedankens ein Projekt, welches in Verbindung mit den schon erwähnten Sensoren ein neuartiges Sportspiel darstellt [11]. Der Schlüssel dieser neuen Technologie liegt in der Kombination aller verfügbaren Informationen. Mittels schnurloser Kommunikation (WLAN / UMTS), der Berechnung der Position (GPS) und der Bestimmung der aktuellen Aktivität des Nutzers (Gyroskop) bietet 'Sportix' eine neue Art des Entertainments. Der Bewegungs- und Beschleunigungssensor - in Verbindung mit einer speziell programmierten Software - ist in der Lage zwischen 'stehen', 'gehen', 'joggen' und 'Fahrradfahren' zu unterscheiden und gibt dem Nutzer entsprechende Punkte in Abhängigkeit von der Länge und Art der Aktivität. Diese Punkte kann man dann mit Freunden vergleichen oder gar einen anderen Nutzer einladen und einen Wettkampf veranstalten.

Abschließend kann man also schlussfolgern, dass ein Gyroskop heutzutage und auch in Zukunft als eine sehr attraktive Zugabe in aktuellen Smart Devices angesehen werden kann und vor allem für die Spielentwicklung von großem Nutzen ist.

2.3 RFID

Erstmals wurde RFID ('radio-frequency identification') am Ende des Zweiten Weltkrieges als Sekundärradar und zur Freund-Feind-Identifikation eingesetzt. Die Arbeitsweise eines RFID-Systems funktioniert mit Hilfe von Transpondern und Receivern welche über Funk miteinander kommunizieren. Heutzutage findet man RFID-Chips hauptsächlich in der Logistik aber auch in deutschen Reisepässen (seit 1. November 2005), an gebührenpflichtigen Mülltonnen oder im Waren- und Bestandsmanagement großer Einzelhandelsketten.

Genauso wie 'Sportix' wurde das 'Poseidon Projekt' an der Universität Berlin entwickelt und bietet einen Museums-Service der mit Hilfe von RFID-Chips realisiert wird [11]. Der Gedanke des Entwicklers jedem einzelnen Besucher spezifische Informationen in Abhängigkeit des Aufenthaltsortes in dem Museum zu geben wurde mit Hilfe eines Multimedia-Guides umgesetzt: Der RFID-Chip stellt den Aufenthaltsort des Benutzers fest. Dafür wurden RFID-Transponder in 10 bis 15 Meter Abständen im gesamten Museum angebracht (Abbildung 1). Jetzt werden dem Nutzer nur die relevanten Daten präsentiert, welche zum aktuellen Standpunkt passen an dem sich der Besucher gerade befindet. Zusätzlich ist ein 3D-Beschleunigungssensor in den Guide integriert um Aktivitäten festzustellen und ein magnetischer 2D-Sensor um die Blickrichtung des Besuchers einzufangen.

Zukünftig wird RFID auch in Smartphones Einzug finden [10]. Mit einem RFID-Chip in den kommenden Smartphone-Generationen soll es möglich sein Home-Ordner und Einstellungen mit sich herumzutragen. Will man jetzt mit einem völlig fremden PC arbeiten, identifiziert man sich mit seinem Smartphone und sämtliche Daten und Einstellungen werden kabellos und ohne zusätzliche Hardware

an den Computer übertragen. Dies erspart zusätzliche Geräte wie USB-Sticks und erleichtert das Arbeiten an fremden Geräten erheblich. 'Radio-frequency identifikation' bedient heutzutage folglich die Kontexte Informationssysteme und Kommunikationsdienste und wird in Zukunft immer mehr an Bedeutung gewinnen.

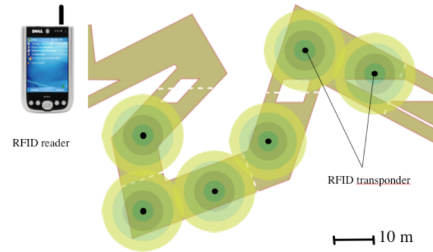


Abbildung 1. RFID-Transponder im Museum

2.4 Wireless Lan

Im Gegensatz zu RFID-Chips und dem Gyroskop ist WLAN weniger ungewöhnlich aber dennoch nicht mehr wegzudenken in der heutigen Smartphone-Generation. Wireless-Lan, oft auch 'Wi-Fi' genannt, bietet eine Übertragungsrate von bis zu 240 Mbit/s¹. WLAN wird aus diesem Grund hauptsächlich zur Datenübertragung genutzt. An sogenannten 'Hot-Spots' oder 'Access Points' ist es weltweit möglich kostenlos, oder gegen eine geringe Gebühr, das Internet zu nutzen. Demzufolge lässt sich WLAN nicht überall nutzen und bietet so Entwicklern die Möglichkeit festzustellen ob sich der Nutzer in einem öffentlichen Gebäude oder gar zu Hause befindet. In Nürnberg wurde 2008 ein Pilotprojekt des Erlanger Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen entwickelt, bei dem es den Fußgängern ermöglicht wurde die nächstgelegene Apotheke zu finden oder ein Taxi zu rufen obwohl diese den Straßennamen nicht wussten [7]. Des Weiteren wurden WLAN-Access-Points auf der A19 und A20 aufgestellt um somit die Autobahnfahrer vor eventuellen Staus oder Unfällen zu warnen [2]. Wi-Fi gliedert sich demnach in die Kontexte Navigation und Informationssysteme ein und wird auch in Zukunft ein wichtiger Bestandteil von Smartphones bleiben, gerade auch aufgrund der hohen Übertragungsraten und guten Empfangsqualität innerhalb von Gebäuden.

¹ je nach Empfangsqualität; IEEE 802.11n Standard vorausgesetzt

2.5 UMTS und LTE

Der Nachfolger des GSM-Standards für volldigitale Mobilfunknetze UMTS löste seinen Vorgänger zur Jahrtausendwende ab und wartet seitdem mit einem großen Angebot an Diensten auf. Dazu zählen unter anderem:

- Audio- und Videotelefonie
- Internetzugang
- E-Commerce
- Digital Video Broadcast - Handhelds (DVB-H)

Aufgrund der höheren Übertragungsrate - bis zu 7,2 Mbit/s mit der Erweiterung HSDPA - etablierte sich UMTS schnell vor allem bei der Nutzung von Multimedia-Anwendungen. Das 'Universal Mobile Telecommunications System' verwendet ein CDMA-Verfahren und kann somit Daten flexibler versenden bzw. die Bandbreite an die jeweiligen Erfordernisse anpassen [6].

Ende 2010 steht allerdings schon der Nachfolger 'Long Term Evolution' (kurz: LTE) in den Startlöchern und will mit einer noch höheren Datenrate den erwarteten steigenden Bedarf an mobilen Internetdiensten abdecken. LTE unterstützt im Gegensatz zu UMTS verschiedene Bandbreiten und kann so flexibel in unterschiedlichen Spektren eingesetzt werden [9]. UMTS - und zukünftig auch LTE - lassen sich folglich primär in den Kontext des Informationssystems eingliedern und bieten dem Nutzer die Möglichkeit größere Daten aus dem Internet zu laden um somit verschiedenste multimediale Dienste zu nutzen ohne auf einen Access-Point angewiesen zu sein.

3 Das MoBe-Framework

Um GPS, WLAN und das Gyroskop (physische Sensoren) sowie einen Timer, Wecker und Terminplaner ('virtuelle' Sensoren) miteinander interagieren zu lassen, wurde an einer Universität in Italien das Mobile Being Framework entwickelt [14]. Der Kerngedanke dabei ist, dass verschiedene Server kontinuierlich Software-Applikationen (sogenannte 'MoBeLets') an das Smartphone schicken, je nachdem in welchem Kontext sich der Nutzer gerade befindet. Um eben diesen Kontext festzustellen werden wie erwähnt physische und virtuelle Sensoren benutzt, aber auch 'MoBeContext-Sensoren' und explizite Handlungen des Anwenders, wie zum Beispiel das Einstellen des Ruhe-Modus im Telefon, beachtet. All diese Informationen werden dabei durch das MeBeSoul-Kontext-Submodul gesammelt, gespeichert und aktualisiert um eine möglichst genaue Beschreibung des Kontextes zu erhalten, in dem sich der Nutzer gerade befindet. Diese Informationen werden dann an einen Server geschickt, der diese auswertet und entsprechende MoBeLets an das Smartphone sendet. Dabei wird unterschieden zwischen öffentlichem und privaten Kontext. Zum öffentlichen Kontext gehört zum Beispiel der *ungefähre* Aufenthaltsort des Anwenders. Kreditkarteninformationen oder andere persönliche Informationen fallen unter den privaten Kontext. Die Tatsache, dass für einen reibungslosen Ablauf sehr oft eine Verbindung zu

dem Server hergestellt werden muss kann als großen Nachteil angesehen werden. Befindet sich der Anwender in einem Haus, welches mit WLAN-Access-Points ausgestattet ist werden weniger Probleme auftreten. Ist er allerdings unterwegs und hat keine Verbindung zum Internet können keine kontextspezifischen Anwendungen vom Server empfangen werden. Das Projekt befindet sich derzeit noch in den frühen Phasen der Implementierung und wird server- wie auch clientseitig ständig weiterentwickelt.

4 Ausblicke in die Zukunft

Dass die Rechen- und Grafikleistung der Smartphones rasant wächst, ist unumstritten. In den nächsten Generationen werden Multi-Cores wie beispielsweise der OMAP4 von Texas Instruments - in welchem zwei Cortex-A9-Kerne arbeiten - verbaut werden [13]. Damit werden unter anderem APIs wie OpenGL ES v2.0, OpenVG v1.1 und EGL v1.3 unterstützt. Zudem ermöglicht der Applikationsprozessor stereoskopische Bilder in einer Auflösung von 720p. Im Hinblick auf Sensoren werden 2D-Kameras in der Lage sein mit Hilfe von digitalen Signalprozessoren Gesten, welche vom Nutzer in der Luft ausgeführt werden, zu erkennen und umzusetzen, um so für eine noch komfortablere und zuverlässigere Steuerung zu sorgen. Die Objekterkennung soll sich auch nutzen lassen, um Gesichter oder Logos zu erkennen. Weiterhin werden derzeitige Sensoren wie beispielsweise Bluetooth, WLAN oder GPS ständig weiterentwickelt um den Nutzer bei seiner alltäglichen Arbeit zu unterstützen.

5 Zusammenfassung

Grundlage für ein präzises und schnelles Arbeiten mit Smart Devices bildet heutzutage die explizite Mensch-Computer-Interaktion. Mit dem Gedanken einem Smartphone beispielsweise verständlich zu machen *warum* ein Nutzer diese oder jene Aktion zu einem bestimmten Zeitpunkt ausführt, geht die Forschung einen Schritt weiter. Es wird versucht den Sprung vom Expliziten zum Impliziten zu machen. In Zukunft soll es möglich gemacht werden, dass ein Smartphone 'mitdenkt' und eigenständig handelt um den Nutzer zum Beispiel mit kontextbezogenen Informationen zu versorgen. Mit Hilfe einer Vielzahl von komplexen Sensoren lassen sich Kontextinformationen wie der Aufenthaltsort oder die Fortbewegungsart des Nutzers feststellen. Dies ist allerdings erst der Anfang, bildet aber die Grundlage für das Verständnis des gesamten Kontexts.

Literatur

1. ALEJANDRO CADENAS, JOSÉ MARÍA GONZÁLEZ, O. M. S.: *Context-Aware Processing Of Mobile Device Sensor Information: Car Accident Detection Hosted Service*.

2. BERLIN.DE: *WLAN im Straßenverkehr: Die Zukunft fährt staufrei.* <http://www.berlin.de/special/auto-und-motor/news-und-zubehoer/1114477-44850-wlanimstra%C3%9Fenverkehrdiezukunfft%C3%A4hrtsta.html>.
3. BOBETH, J.: *Sensor-gesteuertes (Web-)Browsing auf mobilen Endgeräten.* Diplomarbeit, Technische Universität Dresden, 2009.
4. BROADCOM: *BCM4750 - Single-Chip AGPS Solution.* <http://www.broadcom.com/products/GPS/GPS-Silicon-Solutions/BCM4750>.
5. DAVID CHU, CLEMENT SONG, B. Z. U. M. H.: *UVa BUS.NET: Enhancing User Experiences on Smart Devices through Context-Aware Computing.*
6. ELEKTRONIK-KOMENDIUM: *UMTS-Funkschnittstelle.* <http://www.elektronik-kompendium.de/sites/kom/0910231.htm>.
7. FOCUS-ONLINE: *WLAN-Ortung in Nürnberg.* http://www.focus.de/digital/computer/fussgaenger-navigationsystem_aid_233445.html.
8. KÖHNLEIN, C.: *Der Piezoeffekt bei Kristallen.* <http://www.piezoeffekt.de/>.
9. LTEMOBILE: *LTE Frequenzen.* <http://www.ltemobile.de/anbieter/#FREQUENZVERGABE>.
10. MATTHEY, F.: *RFID-Chip im iPhone 5 ermöglicht Home-Ordner für unterwegs.* <http://www.macnews.de/news/59017/gerucht-rfid-chip-im-iphone-5-ermoglicht-home-ordner-fur-unterwegs/>.
11. SIECK, J.: *Sensor Networks and Context Sensitive Services.* 2009.
12. STMICROELECTRONICS: *L3G4200D - Sensors.* <http://www.st.com/stonline/products/families/sensors/l3g4200d.htm>.
13. TEXAS-INSTRUMENTS: *New multi-core OMAPTM 4 applications platform from Texas Instruments ushers in a new era of mobile computing performance.* <http://focus.ti.com/pr/docs/preldetail.tsp?sectionId=594&preId=sc09021>.
14. VINCENZO DELLA MEA, ANDREA SELVA, L. V. U. P. Z.: *Information Filtering and Retrieving of Context-Aware Applications Within the MoBe Framework.* 2004.