

Mobilot: Architektur und technische Optionen bei der Entwicklung eines mobilen Informationssystems

Thomas Eitler, Kerstin Blumenstein & Grischa Schmiedl

FH St. Pölten, Institut für Creative\Media/Technologies

Zusammenfassung

Bei Mobilot handelt es sich um ein Framework zur Erstellung von intuitiven mobilen Informationssystemen. Anhand von Code, Zeit, Position und auf Grund von selbst definierten Regeln kann erkannt werden, welche Informationen für den Benutzer in der aktuellen Situation relevant sind. Die angezeigten Inhalte können dabei aus Texten, Bildern, Videos oder Karten bestehen. Auch die Darstellung von beliebigen Web-Inhalten sowie die Anbindung an Datenbanken oder Content Management Systemen ist möglich.

Das Paper befasst sich mit dem architektonischen Aufbau von Mobilot und den verschiedenen Optionen der Implementierung, die im Laufe der Entwicklung evaluiert wurden. Für Mobilot wurden die neuesten Web-Technologien im Bereich des mobilen Internets verwendet. Dazu gehören HTML5, CSS3 und speziell auf den mobilen Bereich optimiertes JavaScript. Es werden schon vorhandene Web Frameworks und Libraries untersucht und verglichen.

Die Anwendung Mobilot, der mobile Pilot, bietet einen Zugang zu unterschiedlichsten Informationsmodulen, die Mobidule. Ein Mobidul ist derzeit nur am Smartphone verwendbar und für diese optimiert. Es kann über die Mobilot eigene Suchmaschine gefunden werden. Ein weiterer Weg in ein Mobidul einzusteigen, besteht darin, einen Mobilot-Code zu scannen, wodurch die Anwendung automatisch mit den entsprechenden Inhalten, geladen wird.

1 Einleitung

Mit der rasanten Verbreitung von Smartphones in der Bevölkerung wird es immer interessanter, alternative Wege der Informationsbeschaffung zu verfolgen. Moderne Geräte bieten die Möglichkeit, auf die verbaute Hardware wie Kamera, Accelerometer, GPS-Position, usw. zuzugreifen. Dadurch ergeben sich neue Varianten für den Benutzer Informationen im Bezug auf den Kontext, in dem er sich gerade befindet, bereitzustellen. Der Analyst Gartner prognostiziert bis 2015 einen Anstieg der Benutzer, die kontextbezogenen Services verwenden, auf 720 Millionen Smartphone-Nutzer oder 10% der Weltbevölkerung (Petty, 2011).

Bei Desktop-Anwendungen finden sich nur wenige Ansätze für kontextbezogene Inhalte wieder. Viel interessanter sind solche Methoden zur Inhaltsbeschaffung auf mobilen Geräten, da der Benutzer diese häufiger in einem anderen Kontext benutzt. Somit wird eine neue Art der Informationsführung erschlossen. Herkömmliche Paradigmen der Benutzerführung, in denen der Großteil der Inhalte über ein fest strukturiertes Menü zugänglich ist, sind für kontextbezogene mobile Anwendung nicht mehr notwendig.

In diesem Paper stellen wir Mobilot vor. Mobilot ist ein Framework zur Erstellung von intuitiven mobilen Informationssystemen. Die Software wird unter einer Open-Source Lizenz veröffentlicht. Mit Hilfe des Frameworks können Anwendungen erstellt werden, die auf die GPS-Position des Benutzers, die aktuelle Zeit, einen eingescannten Code oder definierbare Regeln reagieren. Anwendungsbeispiele sind geführte Touren z.B. durch Museen, Location-Based-Games ala *Geocaching*¹, Stundenpläne für Vortragsräume, Inventursoftware, uvm. Das Framework soll es Entwicklern ermöglichen, möglichst einfach Anwendungen dieser Art zu erstellen.

1 www.geocaching.com - GPS-basierte, elektronische Schatzsuche in der realen Welt

Mobilot, der mobile Pilot, bietet einen Zugang zu unterschiedlichsten Informationsmodulen, die Mobidule. Ein Mobidul ist derzeit nur am Smartphone verwendbar und für diese optimiert, später soll es auch eine Version für Tablets geben. Es kann über die Mobilot eigene Suchengine gefunden werden. Ein weiterer Weg in ein Mobidul einzusteigen, ist es einen Mobilot-Code zu scannen, wodurch die Anwendung automatisch mit den entsprechenden Inhalten, die von einem Webserver kommen, geladen wird.

2 Bestehende Ansätze

Konzack beschreibt 2008 ein mobiles Informationssystem via GPS-Navigation. Durch den mobilen Museumsführer sollen historische Objekte in ländlicher Umgebung dem Besucher näher gebracht werden. Die Inhalte wie Informationen zu Sehenswürdigkeiten, Kartenmaterial zum Auffinden der historischen Objekte werden positionsabhängig dynamisch aufbereitet. Anhand der GPS-Position navigiert der Besucher entlang einer Route. (Konzack, 2008)

Szwedko et al. entwickelten basierend auf RFID²-Karten und Mobiltelefon mit Kamera ein Indoor Evakuierungssystem. Das System integriert QR-Codes³ und RFID-basierte Positionierung in ein Routing-System. Mit Hilfe von Terminals und Displays werden die Personen mit RFID-Tags aus dem Gebäude geführt. Personen mit Mobiltelefonen verwenden eine Anwendung, die QR-Codes in Webadressen auflöst. Diese zeigen dynamisch generierte Evakuierungsanweisungen. (Szwedko u. a., 2009)

Kenteris et al. fanden Designprinzipien durch Kategorisierung mobiler Guides anhand eines detaillierten Sets von Evaluationskriterien. Applikationsentwickler sollten auf drei Punkte achten: das Informationsmodell, der Unique Selling Point (USP) und die Interaktion des Users mit der Anwendung. (Kenteris u. a., 2010)

Gavalas und Kenteris beschreiben das Design und die technologischen Aspekte von MTRS, einem webbasierten Empfehlungssystem, das auf mobile Touristenguides zugeschnitten ist. MTRS liefert personalisierte Dienste, die Touristen bei der Wahl der zu besuchenden Orte unterstützen. Es soll die Informationsflut und die kognitive Belastung des Users reduzieren. (Gavalas & Kenteris, 2011)

Hornecker et al. beschreiben ein Designkonzept, inklusive Prototypentwicklung und ersten Ergebnissen für einen mobilen Guide, der das zufällige Erkunden einer Stadt unterstützt. Das System ermöglicht es Touristen, frei eine neue Stadt zu erkunden. Durch ein Proximity Modell und ein Vibrationspattern zur Ausgabe wird der Nutzer über interessante Attraktionen informiert, wenn er sich in dessen Nähe befindet. (Hornecker u. a., 2011)

Auch in der Wirtschaft ist eine Vielzahl von Ansätzen für Informationssysteme zu finden.

Mar.Vis ist ein mobiles Informationssystem, das auf virtuelle Stadtführung spezialisiert ist. Es basiert auf dem Einscannen eines QR-Codes, hinter dem sich eine URL verbirgt. (Mar.Vis, o. J.) Auch Lotsenhaus und becta Software- und Weblösungen bieten QR-Code Projekte an. Hier wird der QR-Code bspw. in Zeitungen, Zeitschriften, auf Infolyer, Karten oder Plakaten genutzt. (Lotsenhaus Media GmbH, 2011; becta Software- und Weblösungen GmbH, o. J.)

Statt QR-Codes können bei snap2life Bilder genutzt werden. Die Anwendung erkennt das Bild, das mit einer Website, einem Video oder bspw. mit Gewinnspielen verlinkt sein kann. Die native Applikation ist für iPhone und Android erhältlich. (prisma GmbH, 2011)

2 RFID – Radio-Frequency Identification (dt. Identifizierung mit Hilfe elektromagnetischer Wellen)

3 Quick-Response-Code sind zweidimensionale Symbole, die von speziellen Scannern interpretiert werden können. Es können beliebige Textinformationen in Codes umgewandelt werden. (Denso Wave Inc., 2010)

Audioguides wie MQ iTour kommen schon seit mehreren Jahren hauptsächlich in Museen zum Einsatz. Hier kommen ebenfalls separate Geräte zum Einsatz. (MuseumsQuartier Wien, 2011)

iTour ist ein virtueller Stadtrundgang. Die Nutzer bekommen ein Gerät mit der Anwendung. Anhand der GPS-Position des Nutzers wird er durch die Stadt geführt. (iTour City Guide GmbH, 2011)

Der Multimediaguide xpedeo bietet ein System zur GPS-basierten Orientierung im Gelände inklusive Blickrichtungserkennung. Des Weiteren ist es möglich, die Position über die Eingabe eines Zahlencodes zu bestimmen. Die Inhalte können in ein webbasiertes Redaktionssystem eingepflegt werden. Dadurch wird die Pflege und Erweiterung der Inhalte vereinfacht. Die Inhalte können vielfältig präsentiert werden: mit Sprache, Filmen, Animationen und Musik (Die InformationsGesellschaft mbH, 2011)

matooi ist ein „customizable Software-as-a-Service“ (cSaaS)-Dienst. Es handelt sich um ein Backend-Framework für die Entwicklung individueller Software. *matooi* ermöglicht Realtime Geolocation Tracking und intelligentes, semantisches Matching. (match2blue, 2011)

Bei Geocaching handelt es sich um eine elektronische Schatzsuche in der realen Welt. Die Spieler versuchen versteckte Container (Geocaches) mittels GPS-fähigem Gerät zu finden. Ihre Erfahrungen teilen sie online mit anderen Schatzsuchern. (Groundspeak, Inc., 2011a) Ein Jahr später entwickelten Jeremy Irish und Elias Alvord aufbauend auf den Erfahrungen mit Geocaching ein Abenteuer Spiel mit GPS Technologie. Entstanden ist Whereigo, ein Toolset zum Erstellen und Spielen von GPS-Abenteuern in der realen Welt. Der Spieler wird zu realen Orten geführt und interagiert mit virtuellen Objekten und Charakteren. (Groundspeak, Inc., 2011b)

Mobilot verbindet die Welten QR-Code und GPS-Positionsbestimmung und fügt die Möglichkeit der zeitabhängigen und regelbasierten Inhaltsübermittlung hinzu. Im Gegensatz zu vielen anderen Konzepten und Applikationen fokussiert Mobilot auf keine bestimmte Anwendungsdomäne sondern ist zur Unterstützung in beliebigen mobilen Szenarien verwendbar. Somit sind virtuelle Stadtführer genauso wie GPS-basierte Spiele auch für Programmierneinsteiger leicht umsetzbar.

3 Architektur

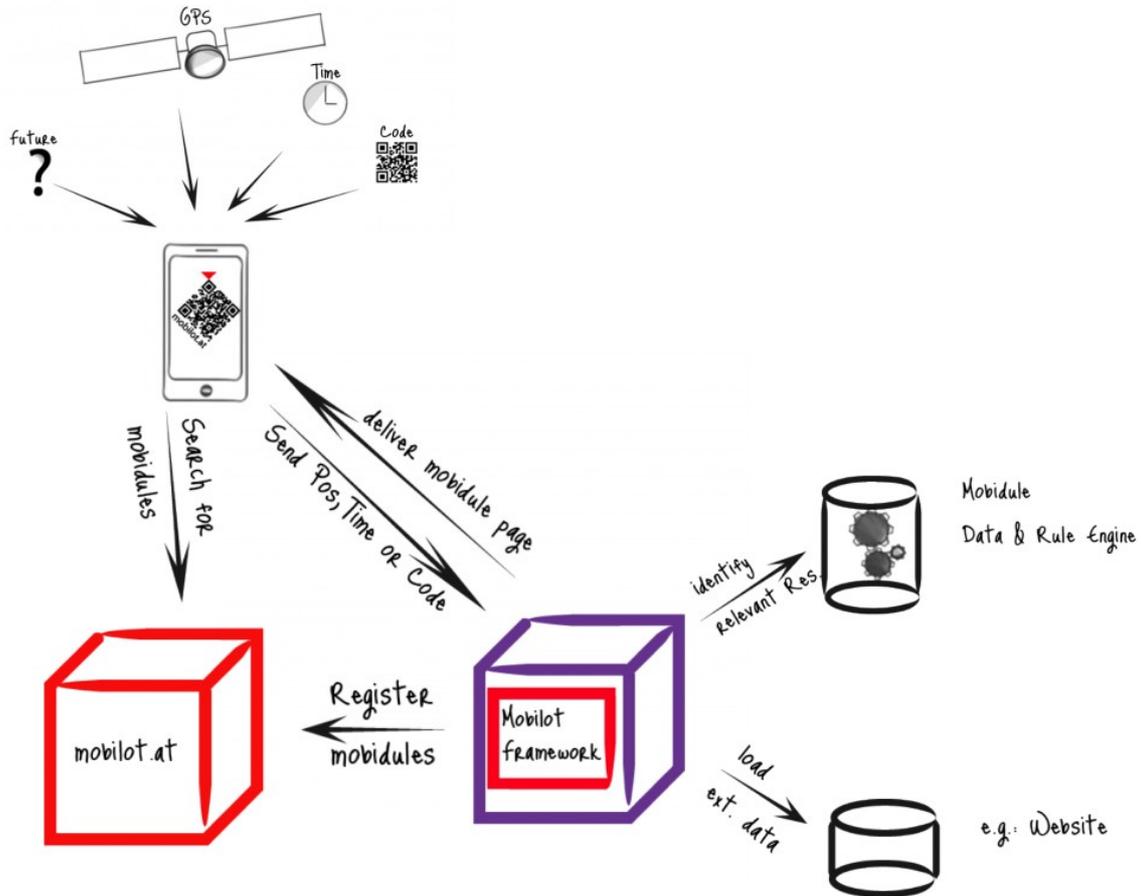


Abbildung : Architektonischer Aufbau

Abbildung zeigt den architektonischen Aufbau von Mobilot.

Sobald das mobile Gerät ein Ereignis (*Send Pos, Time or Code*) auslöst, wird diese Information von Mobilot Framework ausgewertet. Das Mobidul identifiziert auf Basis der übergebenen Informationen sowie auf, in der mobiduleigenen Datenbank hinterlegten Regeln, die relevante Ressource (*identify relevant Res.*). Anschließend werden die entsprechenden Informationen geladen (*load ext. data*) und angezeigt (*deliver module page*). Diese Informationen können direkt am Mobidulserver hinterlegt werden, aber auch externe Daten z.B. Webseiten (*load ext. data*) können eingebunden werden. In Zukunft soll es möglich sein, über die Website mobilot.at Mobidule zu registrieren (*Register modules*) und nach Mobidulen zu suchen (*Search for modules*).

3.1 Serverseitige Services

Die serverseitige Implementierung wurde in PHP umgesetzt. Die Inhalte werden über einen REST Service zur Verfügung gestellt. REST (Representational State Transfer) definiert, dass für Operationen (create, update, delete, read) das normale HTTP-Protokoll verwendet wird. Über eine URL werden diese Aktionen aufgerufen. (Fielding, 2000). Der Zugriff auf diese Services erfolgt von Seiten des Clients durch AJAX-Aufrufe. Zu den serverseitig angebotenen Diensten gehört die Identifikation geografisch „naher“ Ressourcen in Bezug auf die aktuelle Position des Users sowie die regelbasierte Auswahl der Ressourcen, welche für den User bereitgestellt werden. Darüberhinaus wird der serverseitige Teil zur

Userauthentifizierung, zum Loggen und für einen Mobilot-eigenen Messaging-Dienst verwendet, über den die Benutzer kontextrelevante Nachrichten verschicken können.

3.2 Clientseitige Implementation

Auf der Client-Seite des Mobilot-Frameworks wird mit JavaScript, HTML5 und CSS3 auf die aktuellsten Technologien der Webapplikationsentwicklung zurückgegriffen.

Weil die Übertragungsgeschwindigkeiten im mobilen Bereich wesentlich geringer sind als im Desktop-Bereich, ist von synchronen Anfragen an den Server, welche das User Interface bis zur eintreffenden Antwort blockieren abzuraten. Statt dessen werden Web-Inhalte meist über AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) nachgeladen. Auch Mobilot verwendet diese Technik.

Die Inhalte des Mobiduls werden bei Mobilot in ein *iframe* geladen, um auch bereits bestehende Inhalte (z.B. externe mobil optimierte Webseiten) einfach und gefahrlos einbinden zu können. Eine Anbindung an Content-Management-Systeme ist daher leicht möglich. Um eine Kommunikation zwischen den Inhalten des Mobiduls im *iframe* und dem Framework Mobilot zu ermöglichen, war es nötig auf das HTML5 Feature der *Post Messages* zurückzugreifen.

Die Same-Origin-Policy verhindert aus Sicherheits- und Datenschutzgründen, den gegenseitigen Zugriff von im Web Browser geladenen Dokumenten, wenn diese von verschiedenen Domains stammen. Damit werden potentielle Cross-Site-Scripting-Angriffe verhindert. Dieses wichtige Sicherheits-Feature verhindert jedoch die gewollte Kommunikation zwischen Seiten, die von verschiedenen Domains stammen, selbst wenn diese Seiten nicht bösartig sind. (W3C, 2011)

Mit der Technik der Post Messages lässt sich eine genau geregelte Kommunikation zwischen nicht vertrauten Seiten herstellen ohne Cross-Site-Scripting-Angriffe zu ermöglichen. Die Kommunikation basiert ausschließlich auf dem Versand und Empfang von Nachrichten (Strings). In Mobilot wurde zur Kommunikation zwischen dem Basis-Framework sowie den Mobidul-spezifischen Inhalten die Mobilot Communication Language (MCL) spezifiziert, Die MCL ist im JSON-Format (JavaScript Object Notation) definiert.

Mobidulseiten können sich mit Hilfe der MCL beim Framework registrieren, Messages verschicken und Informationen vom Framework erhalten. Zusätzlich wurde eine einfache State-Machine implementiert. Der Zustand wird dabei vom Basisframework verwaltet. Die offene Spezifikation der MCL lässt zukünftige Erweiterungen einfach zu.

Sowohl JavaScript als auch PHP bieten eine gute Unterstützung für JSON. Außerdem ermöglichen die aktuellen Browser ohne Erweiterungen die Verarbeitung dieses Format und halten Funktionen zur Serialisierung und zum Parsen bereit. Dadurch ist eine einfache und schnelle Verarbeitung der Daten möglich.

4 Frameworks und Libraries

Am Beginn der Entwicklung musste entschieden werden, welche bestehenden Frameworks oder Libraries für die Realisierung des Projekts verwendet werden sollten. Nach der ersten Recherchephase fiel die Wahl auf jQuery Mobile. Hierbei handelt es sich um ein HTML5 Framework zur Erstellung von Benutzerinterfaces für alle populären mobilen Plattformen. Es baut auf die auch für Desktop-Applikationen beliebten Frameworks jQuery und jQuery UI auf und besitzt ein sehr einfach anzupassendes Theme-basiertes Design. Die Javascript-Library jQuery vereinfacht das Durchlaufen des DOM-Baumes, erleichtert das Event-Handling, Animationen und AJAX Interaktionen, und beschleunigt damit die Implementationszeit von Web Entwicklung. jQuery UI ist eine der zahllosen Erweiterungen für jQuery und bringt verbesserte Effekte und Widgets für interaktive Applikationen mit sich. (The jQuery Project, 2011a; The jQuery Project, 2011b; The jQuery Project, 2010)

Die erste Version von Mobilot wurde mit der Alphaversion von jQuery Mobile erstellt, wobei dem Framework vor allem auf Grund der geringen Einstiegshürde der Zuschlag erteilt wurde. Leider konnte das Framework in seiner damaligen Version in Bezug auf einige speziellen Anforderungen an die Menüführung nicht überzeugen.

Vor der weiteren Entwicklung von Mobilot führten wir eine Testreihe durch. Die engere Auswahl an unterstützenden Technologien bestand diesmal aus jQuery, jQuery Mobile beta und xui. Bei xui handelt es sich um eine speziell für den mobilen Bereich optimierten Library, die nur die nötigsten Funktionen mit sich bringt (xui contributors, 2010).

Für die Tests wurde jeweils die gleiche Applikation, welche die wichtigsten Elemente von Mobilot beinhaltet, mit den drei Technologien gebaut. Anschließend wurde die Einfachheit der Umsetzung sowie die resultierende Dateigröße bewertet.

Library/Framework	Dateigrößen (Minified)	Übertragungsgeschwindigkeit Download (EDGE)	Übertragungsdauer
jQuery	31 kB	220 kBit/s	1,13 s
jQuery Mobile (JavaScript, CSS, and images)	164 kB	220 kBit/s	5,96 s
xui	10.4 kB	220 kBit/s	0,38 s
Mobilot	16 kB	220 kBit/s	0,58 s

Tabelle : Vergleich der Libraries und des Frameworks

Das Ergebnis der Tests war eine Entscheidung für xui, da die Library sowohl sehr einfach zu benutzen ist, als auch eine sehr geringe Dateigröße hat. jQuery Mobile hatte auch in der hier verwendeten Betaversion noch die selben Limitationen, die bei der Erstellung des Prototypen hinderlich waren, und wurde somit ausgeschlossen. jQuery ist von der Einfachheit her mit xui zu vergleichen. Es bringt jedoch zu viele Funktionen mit, die wir im Mobilot-Projekt nicht nutzen konnten und wurde deshalb auf Grund der resultierenden Dateigröße ebenfalls disqualifiziert.

In Tabelle ist ersichtlich wie lange die gewählten Libraries bzw. das Framework über eine EDGE Verbindung brauchen würden, um vollständig auf das mobile Gerät übertragen zu werden. jQuery Mobile benötigt eine signifikant höhere Übertragungsdauer (5,96s) als xui (0,38s). In allen Fällen kommt zusätzlich noch Mobilot (0,58s) dazu und muss übertragen werden. Um die Gesamtgröße möglichst klein zu halten fiel die Entscheidung auf xui.

5 Einsatzmöglichkeiten von Mobilot

Die offene Architektur von Mobilot lässt eine Verwendung des Frameworks für viele verschiedene Anwendungsszenarien zu. Im Folgenden wird eine kleine Auswahl an möglichen Szenarien geschildert:

1.1 Geführte Touren

Dieser Anwendungsfall deckt alle Möglichkeiten ab, einen Benutzer entlang eines vordefinierten Pfades zu führen. Jedoch kann vom Benutzer selbst gesteuert werden, in welcher Geschwindigkeit er die Tour bestreiten will. Es wird das Gefühl von Interaktivität vermittelt. Die Touren können von der technologischen Seite her über QR-Codes bzw. Code-Eingabe und/oder über die GPS-Position gesteuert

werden. Typische Anwendungen dieses Anwendungsfalls liegen im Tourismus bei Städte- und Tourenführer.

5.1 Location Based Games

Diese Kategorie ist stark abhängig von der Nutzung der GPS-Position des Benutzers. Je nachdem in welchem Bereich sich der Spieler aufhält, werden andere Ereignisse ausgelöst z.B.: neue Hinweise gegeben, weitere Aufgaben gestellt, neue Richtungsangaben aufgedeckt usw. Selbstverständlich können auch die Einflussfaktoren Zeit und Code in die Spielumsetzungen einfließen. Ziel dieser Spiele ist es, die digitale Informationswelt mit der realen Welt zu verbinden und so ein interaktives Erlebnis zu generieren.

5.2 Terminübersicht, Eventinformationssystem

Ein weiteres Szenario für den Einsatz von Mobilot ist es zeit- und ortbasierte Termintafeln anzuzeigen. QR-Codes können an den Eingängen von Veranstaltungsräumen angebracht werden und abhängig von der aktuellen Zeit andere Stundentafeln anzeigen. Für Open-Air Veranstaltungen oder Festivals kann es auch eine allgemeine Suche nach Zeit und Ort geben, die einen Überblick über kommende und gerade laufende Events geben kann.

5.3 Verkaufsinformationssysteme

Es ist oft schwierig in großen Geschäften den Überblick zu behalten bzw. ein gutes Kundenservice zu bieten, vor allem wenn mehrere Angestellte auf denselben Bestand zugreifen. In einem Bekleidungsgeschäft kommt es oft vor, dass der Kunde nach einer bestimmten Größe eines Kleidungsstückes fragt, die nicht mehr im Verkaufsraum zu finden ist oder weiterführende Informationen zu einem Artikel benötigt, die auch ein geschulter Verkäufer bei der Vielzahl an Produkten nicht kennen kann. Ein Mobilot-basiertes Informationssystem könnte sowohl den Verkäufern aber auch den Kunden selbst zur Verfügung stehen. Verkäufer bekommen durch das Einscannen des entsprechenden Codes unmittelbar Informationen über den Lagerstand des gewünschten Artikels oder andere verkaufsrelevante Daten. Kunden können über den selben Code weitere Informationen (Materialien, Anleitungen, technische Daten, Herkunft, Infos zum herstellenden Unternehmen...) zu dem im Geschäft gefundenen Artikel bekommen.

5.4 Social Interaction Systems

Besucher einer Veranstaltung bekommen einen QR-Code zugewiesen, der z.B. auf ihr Namenstag gedruckt wird. Dieser Code wird mit ihrem Profil verknüpft. Wird der Code eingescannt, haben andere Nutzer die Möglichkeit mehr über die Person zu erfahren, ihr die eigenen Kontaktdaten (Visitenkarte) zu übermitteln und virtuellen Kontakt aufzunehmen.

6 Zukünftige Entwicklung

Für die Zukunft wird es unumgänglich sein, eine bessere Anbindung an native Funktionen, wie Kamera, Mikrofon, Accelerometer usw. zu schaffen. Die bessere Integration mit dem Telefon ermöglicht es uns, dem Nutzer eine bessere Gesamterfahrung mit der Anwendung zu bieten. Da es sich bei Mobilot im Moment um eine mobile Webapplikation handelt, liegt die Konvertierung zu einer hybriden App mit Phonegap sehr nahe.

Phonegap ist ein Framework zur Erstellung von hybriden Applikationen. Das heißt, man entwickelt seine Applikation als normale Webapplikation und benutzt im nächsten Schritt die von Phonegap offengelegten Schnittstellen, um die Hardware des mobilen Gerätes anzusprechen. Dies ermöglicht eine bessere Usability und Interaktivität der Anwendung mit dem Gerät. Die ersten Erfahrungen mit Phonegap wurden während der Entwicklung des Prototypen gesammelt und waren durchaus positiv. Aus diesem Grund werden wir dieser Ansatz auch weiter verfolgen.

Der eindeutige Vorteil der Konvertierung zu einer installierbaren App ist die Möglichkeit, nativ auf die Kamera zugreifen zu können. Dadurch eröffnet sich die Möglichkeit einen Barcodescanner vollständig in die Applikation zu integrieren; der Nutzer muss nicht mehr in eine andere Anwendung wechseln. Zusätzlich kann die Applikation im jeweiligen *Market*⁴ angeboten werden. Dadurch können Benutzer die Anwendung durch die dort integrierte Suche einfach finden und installieren. Dies ermöglicht es den Entwicklern auch das schon bestehende System der Monetarisierung zu verwenden.

Mit Mobilot ist ein vielseitiges Framework entstanden, mit dem man eventgetriebene Darstellung von Informationen sehr gut realisieren kann. Die Entwicklung von Mobilot wird fortgesetzt. Auf www.mobilot.at entsteht eine Plattform für Mobidul-Entwickler und Mobilot-User.

7 Literatur

- xui contributors (2010) xui.js - a simple javascript library for building mobile web applications. [Internet]. Available from: <<http://www.xuijs.com/>> [Zugegriffen 22 Oktober 2011].
- Denso Wave Inc. (2010) QRcode.com [Internet]. Available from: <<http://www.qrcode.com/index-e.html>> [Zugegriffen 22 Oktober 2011].
- Fielding, R.T. (2000) Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures. Irvine, University of California. Available from: <<http://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/top.htm>> [Zugegriffen 21 Oktober 2011].
- Gavalas, D. & Kenteris, M. (2011) A web-based pervasive recommendation system for mobile tourist guides. *Personal and Ubiquitous Computing*, 15, S.759-770.
- prisma GmbH (2011) snap2life® - Shows the World behind the picture! [Internet]. Available from: <<http://www.snap2life.de/>> [Zugegriffen 21 Oktober 2011].
- Groundspeak, Inc. (2011a) Geocaching - The Official Global GPS Cache Hunt Site [Internet]. Available from: <<http://www.geocaching.com/>> [Zugegriffen 21 Oktober 2011].
- Groundspeak, Inc. (2011b) Whereigo > Tools for creating GPS-enabled adventures [Internet]. Available from: <<http://www.whereigo.com/>> [Zugegriffen 21 Oktober 2011].
- Hornecker, E., Swindells, S. & Dunlop, M. (2011) A mobile guide for serendipitous exploration of cities. In: *Proceedings of the 13th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services*. MobileHCI '11. New York, NY, USA, ACM, S.557-562. Available from: <<http://doi.acm.org/10.1145/2037373.2037460>> [Zugegriffen 21 Oktober 2011].
- Die InformationsGesellschaft mbH (2011) Multimedia-Guide xpedeo [Internet]. Available from: <<http://www.xpedeo.de/>> [Zugegriffen 21 Oktober 2011].
- iTour City Guide GmbH (2011) itour - die angenehme Art Städte kennen zu lernen! [Internet]. Available from: <<http://de.itour.de/cnt/311004232955.htm>> [Zugegriffen 21 Oktober 2011].
- Kenteris, M., Gavalas, D. & Economou, D. (2010) Electronic mobile guides: a survey. *Personal and Ubiquitous Computing*, 15, S.97-111.
- Konzack, C. (2008) *GPS-Navigation für ein mobiles Informationssystem: Von der Idee bis zur Umsetzung*. VDM Verlag Dr. Müller.
- Lotsenhaus Media GmbH (2011) LOTSENHAUS – Spezialisten im Bereich Mobile Tagging [Internet]. Available from: <<http://www.lotsenhaus-media.de/content/qr-code.php>> [Zugegriffen 21 Oktober 2011].
- Mar.Vis Mar.Vis - Marketing. Visualisierung [Internet]. Available from: <<http://www.urban-code.de/>> [Zugegriffen 21 Oktober 2011].
- match2blue (2011) matooi - Universell einsetzbare Plattform mit semantischem Matching [Internet]. Available from: <<http://www.match2blue.com/index.php/de/technologie>> [Zugegriffen 21 Oktober 2011].
- MuseumsQuartier Wien (2011) MQ Podcast | MuseumsQuartier Wien [Internet]. Available from: <<http://www.mqw.at/de/besucherservice/newsletter-rss-podcast/mq+podcast/?sid=fc4fdd16c100e113d3f4eb816f8781a1>> [Zugegriffen 21 Oktober 2011].
- Pettey, C. (2011) Gartner Says Context-Aware Technologies Will Affect \$96 Billion of Annual Consumer Spending Worldwide by 2015 [Internet]. Available from: <<http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1827614>> [Zugegriffen 21 Oktober 2011].

4 Marktplatz für den Kauf von mobilen Applikationen für Smartphones. Abhängig von Betreiber und Betriebssystem.

- becta Software- und Weblösungen GmbH MobilScan.net [Internet]. Available from: <<http://www.mobilsan.net/index.php>> [Zugegriffen 21 Oktober 2011].
- Szwedko, J., Shaw, C., Connor, A.G., Labrinidis, A. & Chrysanthis, P.K. (2009) Demonstrating an evacuation algorithm with mobile devices using an e-scavenger hunt game. In: *Proceedings of the Eighth ACM International Workshop on Data Engineering for Wireless and Mobile Access*. MobiDE '09. New York, NY, USA, ACM, S.49–52. Available from: <<http://doi.acm.org/10.1145/1594139.1594154>> [Zugegriffen 21 Oktober 2011].
- The jQuery Project (2011a) jQuery Mobile | jQuery Mobile [Internet]. Available from: <<http://jquerymobile.com/>> [Zugegriffen 22 Oktober 2011].
- The jQuery Project (2010) jQuery UI - Home [Internet]. Available from: <<http://jqueryui.com/>> [Zugegriffen 22 Oktober 2011].
- The jQuery Project (2011b) jQuery: The Write Less, Do More, JavaScript Library [Internet]. Available from: <<http://jquery.com/>> [Zugegriffen 22 Oktober 2011].
- Hickson, I. (2011) HTML5 Web Messaging [Internet]. Available from: <<http://dev.w3.org/html5/postmsg/#web-messaging>> [Zugegriffen 22 Oktober 2011].