

MÖGLICHKEITEN UND POTENTIALE DER AUSWERTUNG VON LOGDATEN MOBILER, POSITIONSENSITIVER MUSEUMSGUIDES

Gansemer, Sebastian

Großmann, Uwe

Fachbereich Wirtschaft
Fachhochschule Dortmund
44227 Dortmund

{sebastian.gansemer; uwe.grossmann}@fh-dortmund.de

Abstract

Mobile, positionsbasierte Anwendungen finden in immer mehr Einsatzgebieten Anwendung. Auch in Museen setzen sich derartige Systeme immer mehr durch. Für die Besucherforschung sind diese Systeme von besonderem Interesse, da durch die Protokollierung von Positionsdaten und Benutzereingaben vielfältige Möglichkeiten für die Analyse des Benutzerverhaltens entstehen. So wird es möglich das räumliche Bewegungsprofil der Besucher zu rekonstruieren, woraus sich u.a. Rückschlüsse auf häufig und weniger häufig besuchte Bereiche ziehen lassen.

Durch Auswertung protokollierter Benutzereingaben ist eine Analyse des Benutzerverhaltens hinsichtlich der Interaktion mit dem mobilen Informationssystem möglich.

Der Einsatzbereich der Logdatenauswertung beschränkt sich nicht auf Museen, sondern lässt sich vielmehr auch für andere Bereiche wie z.B. Messen, Ausstellungen oder Einzelhandelsanwendungen einsetzen.

1 Einleitung

Nicht nur im Mobilfunkbereich werden Location Based Services immer häufiger eingesetzt. Auch im Indoor-Bereich existieren inzwischen leistungsfähige Ortungsverfahren und damit verbundene Anwendungen. Ein Anwendungsgebiet wird durch mobile und positionssensitive Museumsguides dargestellt, welche Inhalte und Dienste kontextspezifisch zur aktuellen Position des Benutzers anbieten. Neben dem Bereich der Museumsguides sind Location-Based-Services im Indoor Bereich auch für andere Einsatzbereiche, wie z.B. Messe- oder Ausstellungsinformationssysteme denkbar. Der Einsatz mobiler, positionssensitiver Informationssysteme bietet nicht nur den Besuchern Mehrwerte, z.B. in Form von zusätzlichen Informationen oder Leitfunktionen, sondern auch den Museumsbetreibern. Durch die Erfassung und Speicherung der Benutzereingaben und der berechneten Positionen ergeben sich vielfältige Auswertungsmöglichkeiten. So lassen sich beispielsweise die Besucherbewegungen nachvollziehen oder die Contentnutzung analysieren

2 Relevante Arbeiten

Eine Vielzahl von Forschungsprojekten beschäftigt sich mit mobilen Museumsguides. Bei der Konzeption der Guides werden unterschiedliche Ansätze verfolgt. In vielen Fällen handelt es sich um positionssensitive Museumsguides, d.h. der Museumsguide kann seine eigene Position bestimmen und zum aktuellen Kontext passende Inhalte oder Dienste anbieten. Für die Positionierung existieren verschiedene Verfahren. Es wird zwischen diskreten und kontinuierlichen Positionierungsverfahren unterschieden. Bei diskreten Positionierungsverfahren ist eine Positionierung nur in definierten Bereichen möglich, z.B. in der Umgebung eines Exponats. Befindet sich das zu positionierende Gerät außerhalb eines solchen Bereichs ist eine Ortung nicht möglich. Häufig verwendete Technologien für diskrete Positionierungsverfahren sind Infrarot (IrDA), RFID und Bluetooth (vgl. [8], [10], [13], [3], [9]). Kontinuierliche Positionierungsverfahren sind in der Lage, die Position auch in den Zwischenbereichen zu bestimmen. Mögliche Technologien für kontinuierliche Positionierungsverfahren sind WLAN und GPS (vgl. [12], [14]), wobei GPS innerhalb von Gebäuden nicht nutzbar ist. Neben den vorgenannten Verfahren existieren weitere, laufzeitbasierte Verfahren unter Nutzung von Technologien wie z.B. Ultra Wide Band (u.a. [15]). Aufgrund der relativ hohen Investitionskosten werden diese laufzeitbasierten Verfahren für Endbenutzersysteme wie Museumsguides kaum eingesetzt. Mobile, positionssensitive Museumsguides nutzen die Information über die aktuelle Position dazu, das Informations- und Dienstangebot dem aktuellen Kontext anzupassen. Schon Mitte der 1990er Jahre wurde der Cyberguide, ein positionssensitiver Museumsguide entwickelt [8]. Der Cyberguide nutzt zur Positionierung Infrarotsender von Fernbedienungen, welche so angeordnet sind, dass sowohl Position als auch Orientierung der Besucher ermittelt werden können. Beim Hippie System [10] handelt es sich um ein adaptives System, welches durch ein Umgebungsmodell, ein Wissensmodell und ein Usermodell potentiell interessante Inhalte auswählt und präsentiert. Die Position wird beim Hippie System mithilfe von Infrarotbaken ermittelt. Im PEACH Projekt wurde ebenfalls ein adaptiver Museumsguide mit diskreter Positionierung entwickelt ([13]). Auch hier werden potentiell interessante Inhalte durch den Aufbau eines Nutzermodells selektiert. Am Exploratorium in San Francisco, einem naturwissenschaftlichen Museum mit Möglichkeit zur experimentellen Erkundung, wird das Electronic Guidebook eingesetzt ([3]). Dabei handelt es sich um einen PDA basierten Guide, welcher die Position mithilfe von RFID Tags bestimmt. Von den Besuchern durchgeführte Versuche können mit fest installierten Kameras aufgezeichnet und später über eine personalisierte Webseite aufgerufen werden. Ein Museumsguide mit WLAN-Lokalisierung wird im Tate Modern Museum in London eingesetzt ([12], [14]). Dabei sind alle Inhalte auf einem Server abgespeichert und werden über WLAN an die mobilen Endgeräte übertragen. Für das Jüdische Museum in Berlin wird ein PDA-basiertes und mit RFID Ortung ausgestattetes Museumsinformationssystem mit Leitfunktionen entwickelt ([9]). Neben Museumsguides werden mobile und positionsbasierte Guides auch häufig für Stadtinformationssysteme eingesetzt. Ein in der City of Lancaster eingesetztes System trägt den Namen GUIDE ([2]) und kann mit Tablet PC und PDA genutzt werden. Für die Positionierung wird dabei Differential GPS (DGPS) verwendet. Die positionsabhängig präsentierten Informationen zu den Sehenswürdigkeiten werden an die Nutzerinteressen angepasst. Für die Stadt Wien wurde ein mobiler Cityguide für die Nutzung des UMTS Mobilfunknetzes und der Möglichkeit zur GPS Positionierung entwickelt ([11]). Der Guide stellt vordefinierte Touren bereit, bietet aber auch die Möglichkeit, individuelle Touren zusammenzustellen. Der Dynamic Tour Guide (DTG) ist ein mobiler und positionssensitiver Städteführer, der für die Stadt Görlitz entwickelt wurde und der GPS zur Positionierung nutzt, sowie dynami-

sche Touren in Abhängigkeit der Besucherinteressen, der Öffnungszeiten der Sehenswürdigkeiten, sowie der Zeitvorgaben der Besucher generiert ([6]). Im Rahmen eines Feldtests mit dem Dynamic Tour Guide wurde das Bewegungsverhalten der Nutzer im Raum analysiert. Dazu wurde die Anzahl der Besucher in einer Gitternetzzele ausgewertet und grafisch visualisiert. Andere Auswertungen von Nutzerbewegungen wurden von Larson et. al. ([7]) zur Analyse der Bewegungen von Kunden in Supermärkten vorgenommen. Dazu wurden die Positionen mithilfe von RFID Tags an den Einkaufswagen erfasst und mithilfe von multivariaten Clusteranalysen analysiert. Brunelli et. al. ([1]) haben Besucherbewegungsanalysen innerhalb von Gebäuden, wie z.B. Museen mithilfe von Videokameras und Bilderkennungsverfahren durchgeführt.

Nach einer Studie des ZAD (Zentrum für Audience Development, [16]) wurden Besucherforschungsprojekte in den letzten Jahren primär mittels Besucherbefragungen durchgeführt. Dennoch sehen mehr als die Hälfte der Institute die Ausweitung der Befragungszielgruppen sowie die häufigere Durchführung von Untersuchungen (31,6%) als Möglichkeit zur effektiveren Gestaltung von Besucherforschungsaktivitäten.

3 Plattform POINT

Im Rahmen eines vom BMBF geförderten Verbundprojektes IKAROS (2004-2008) wurde ein Prototyp für eine Plattform für ein mobiles, positionssensitives Information entwickelt, welche in den folgenden Unterkapiteln vorgestellt wird.

3.1 Architektur

POINT, der Prototyp eines mobilen, positionssensitiven Informationssystems nutzt eine Client-Server-Systemarchitektur. Aus diesem Prototypen gehen unterschiedlichen Branchenwendungen hervor, z.B. Museums- oder Messeinformationssysteme.

Das System wurde als serviceorientierte Client-Server-Architektur angelegt. Bei den Client-Geräten handelt es sich um PDA mit Windows Mobile als Betriebssystem. Auf dem Server (Windows Server 2003 mit .NET Framework 2.0) sind ASP.NET Webservices installiert, welche über den Microsoft Internet Information Server bereitgestellt werden. Bei der Kommunikation zwischen den Clients und Webservices werden die offenen Standards HTTP und XML/SOAP eingesetzt. Hierdurch können die Serverdienste von Clients auf unterschiedlichen Plattformen verwendet werden. Neben dem Windows-Mobile-Client, welcher unter Verwendung des .NET Compact Frameworks 2.0 und dem OpenNETCF SmartDeviceFramework entwickelt wurde, existiert bereits eine Implementierung für Symbian.

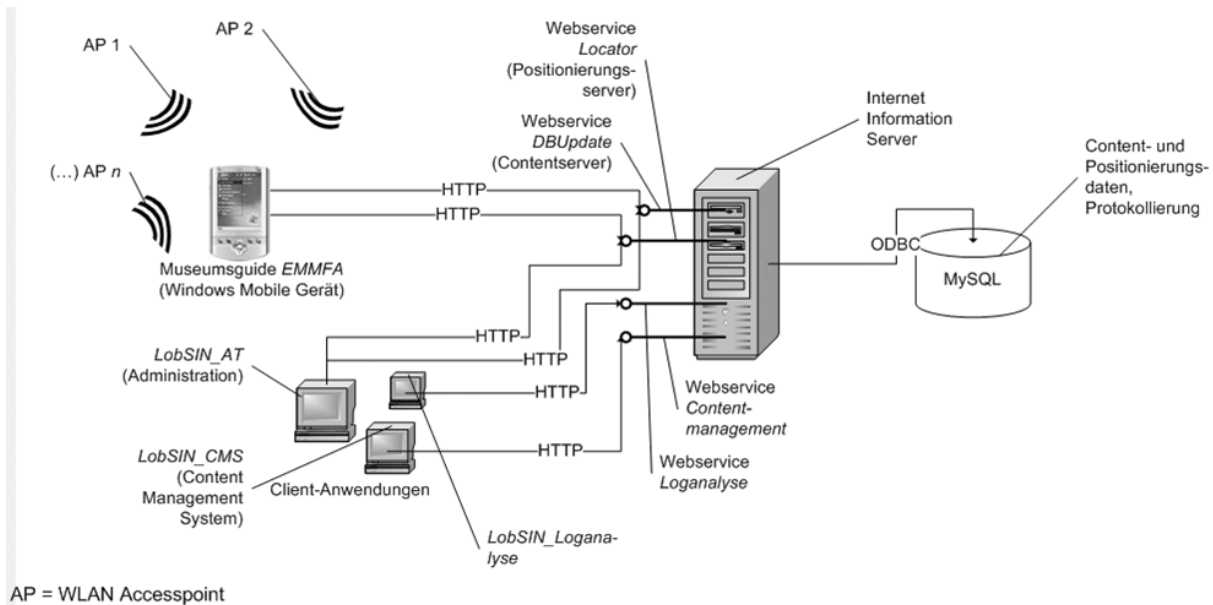


Abbildung 1: Architektur des Informationssystems

Eine Darstellung der Architektur des Museumsguides mit den zugehörigen Clientanwendungen findet sich in Abb. 1. Die vom Museumsguide benötigten Daten werden in einer MySQL-Datenbank verwaltet und können vom Client über entsprechende Methoden der Webservices abgerufen werden. Die Kommunikation zwischen der Serversoftware und der Datenbank erfolgt über eine ODBC-Verbindung, so dass bei Bedarf auch der Einsatz eines anderen Datenbankmanagementsystems ermöglicht wird.

Der vom Server bereitgestellte Webservice „Locator“ dient als Positionierungsserver, der als Parameter gemessene Signalstärken entgegen nimmt und daraus eine Position ermittelt und an den Client zurückliefert. Ein weiterer Webservice, „DBUpdate“, dient als Content- und Verwaltungsserver. Dieser stellt neben Konfigurationsmöglichkeiten Methoden bereit, mit welchen der Client positionsabhängigen Content vom Server anfordern kann.

Der Client ist als Thin-Client ausgelegt, d.h. ein Großteil der Anwendungslogik wird nicht auf Client-Seite, sondern auf dem Server abgearbeitet. Auch der Content wird zentral auf dem Server gespeichert mit dem Vorteil, dass mögliche Content-Änderungen automatisch und sofort für alle Clients verfügbar sind und nur wenig Speicherplatz auf den Clients benötigt wird.

3.2 Positionsbestimmung

Eine WLAN-Basisstation (Access Point) sendet Radiowellen im 2,4 GHz ISM-Band aus. In der Theorie nehmen die Signalstärken mit steigendem Abstand zum Sender quadratisch ab. In der Praxis ist dies jedoch aufgrund von Reflektionen, Abschwächungen, Hindernisse und Multipath-Effekte nicht der Fall. Es ergeben sich unregelmäßige, für die spezifische Umgebung typische Signalstärkeverläufe. Dadurch lassen sich sog. Fingerprint-Methoden zur Lokalisierung in WLAN Netzen anwenden. Den Fingerprint-Verfahren liegt die Annahme zugrunde, dass jeder Ort in einem Messareal eine für diesen Punkt charakteristische Kombination von Signalstärken verschiedener Basisstationen aufweist (Fingerprints). Fingerprint-Verfahren lassen sich in zwei Phasen einteilen. Während einer initialen Kalibrierungsphase wird das Areal, in dem geortet werden soll, eingemessen, d.h. an einer Reihe von Punkten mit bekannten Positionen werden die Signalstärkewerte mehrerer Basisstationen gemessen und in einer Datenbank

abgespeichert. In einer darauf folgenden Ortungsphase werden ebenfalls an einem Ort allerdings unbekannter Position im Ortungsareal die Signalstärkewerte der genannten Basisstationen gleichzeitig gemessen. Diese Signalstärke-Tupel werden mit den in der Kalibrierungsdatenbank gespeicherten Signalstärke-Tupeln verglichen. Die Position des Kalibrierungstupels, das dem Ortungstupel am ähnlichsten ist, wird als aktuelle Messposition angesehen. Für die Bestimmung der Ähnlichkeit wurden verschiedene Methoden implementiert, euklidisches Verfahren, statistische Bayes-Methode und Isolinien-Verfahren, auf die hier aber nicht weiter eingegangen werden soll. Mit den diesen WLAN-Lokalisierungsalgorithmen werden zur Zeit Genauigkeiten von etwa 2-3m erreicht (siehe [4], [5]).

4 Feldversuch und Evaluation

4.1 Feldversuch

Im Rahmen eines Feldtests mit 136 Teilnehmern im Museum „Umspannwerk Recklinghausen – Museum Strom und Leben“ in Recklinghausen wurde der vorgestellte Prototyp unter realen Bedingungen getestet und evaluiert. Das Museum „Strom und Leben“ stellt die Geschichte der Elektrizität da und verfügt über etwa 2000 m² Ausstellungsfläche, welche sich über zwei Etagen aufteilt. Für den Feldversuch wurde zunächst die untere Etage genutzt. Da die verwendeten Positionierungsverfahren noch keine sichere, exponentgenaue Positionierung zulassen, wurde das Museum in hinreichend große, thematisch abgegrenzte Areale unterteilt. Bei Betreten eines Areals wird der Client geortet und präsentiert automatisch eine Liste verfügbarer Inhalte zu den Exponaten dieses Areals. Der Besucher hat dann die Möglichkeit, eine Auswahl zu treffen.

4.2 Evaluationsziele

Bei der Durchführung des Feldversuchs wurden primär zwei Ziele verfolgt. Zum einen sollte die Benutzerakzeptanz des Prototypen evaluiert werden, zum anderen sollten Fragen der Besucherforschung beantwortet werden. Konkrete Fragestellungen haben sich im Bereich der Bewegungsanalyse der Besucher ergeben. Hier galt es u.a. Fragen nach dem Bewegungsverhalten der Besucher, der mittleren Verweildauer, den meistbesuchten Exponaten etc. zu beantworten.

4.3 Evaluationsmethodik und Datenbasis

Bei der Durchführung des Feldversuchs wurden primär zwei Ziele verfolgt. Zum einen sollte die Benutzerakzeptanz des Prototypen evaluiert werden, zum anderen sollten Fragen der Besucherforschung beantwortet werden. Konkrete Fragestellungen haben sich im Bereich der Bewegungsanalyse der Besucher ergeben. Hier galt es u.a. Fragen nach dem Bewegungsverhalten der Besucher, der Verweildauer an den Exponaten, den meistbesuchten Exponaten etc. zu beantworten.

4.3.1 Positionsdaten

Im laufenden Betrieb wird vom System kontinuierlich, d.h. etwa alle zwei Sekunden die aktuelle Position der Clients ermittelt. Die ermittelten Positionen wurden nach jedem Positionierungsvorgang in einer Datenbank gespeichert.

Häufigkeitsdarstellung

Durch die regelmäßige Protokollierung der ermittelten Positionen lässt sich von der Häufigkeit jeder ermittelten Position auf die Verweildauer des Museumsbesuchers an dieser Position schließen. Zur Auswertung werden anhand eines quadratischen Gitters über der Karte für jede Gitterzelle die Anzahl protokollierter Positionen in der entsprechenden Zelle berechnet. Durch Interpolation der Häufigkeiten zwischen den Mittelpunkten der Gitterzellen mit Hilfe von Triangulation und der Abbildung des Wertebereichs auf einer Farbskala erhält man eine Grafik der Positionshäufigkeiten über der Grundrisskarte des Museums. Dieses Verfahren eignet sich sowohl für die Darstellung der Positionshäufigkeiten von Einzelbesuchern als auch für kumulierte Darstellungen.

Bewegungspfade

Auch die Bewegungspfade einzelner Besucher lassen sich rekonstruieren.

Zur Abbildung der Bewegungspfade werden die protokollierten Positionsdaten mithilfe eines gewichteten Mittelwertfilters geglättet und durch eine Linie über der Grundrisskarte des Museums dargestellt.

4.3.2 Benutzereingaben

Alle Benutzereingaben werden protokolliert und in einer Datenbank gespeichert. Ein Datensatz besteht aus einer Meldungsnummer, einer Datums- und Zeitangabe, einem Meldungstyp mit zugehörigen, beschreibenden Attributen, einer PDA-Identifikation, sowie den x/y-Koordinaten der Position des PDA. Ein typischer Datenbankauszug ist in Abb. 2 zu sehen.

mel	pda_timestam	sub_meldungstyp	pda_fenster_id	referenz	meldung_parameter	pda_id	x_pos	y_pos
1	2008 13:13:22	ANWENDUNG_START	Fachkonzept	FK63335999599		0002785B9CC	0	0
2	2008 13:13:25	OEFFNE_FENSTER	FK63335999599	FormStart63335	Fensterklasse: FormStart	0002785B9CC	0	0
3	2008 13:13:39	SCHALTFLAECHE_WURDE_GEDRUECKT	FormStart63335		Name: btnKarte	0002785B9CC	61,3	66,9
4	2008 13:13:39	OEFFNET_FENSTER	FormStart63335	FormKarte63335	Fensterklasse: FormKarte,Parameter: z=0	0002785B9CC	61,3	66,9
5	2008 13:13:39	OEFFNE_FENSTER	FormStart63335	FormKarte63335	Fensterklasse: FormKarte,Parameter: z=0	0002785B9CC	61,3	66,9
6	2008 13:13:45	FENSTER_GEOEFFNET	FormKarte63335			0002785B9CC	67,5	71,8
7	2008 13:13:49	SCHALTFLAECHE_WURDE_GEDRUECKT	FormKarte63335		Name: btnEnde	0002785B9CC	65,7	72,1
8	2008 13:13:49	SCHLIESST_FENSTER	FormKarte63335			0002785B9CC	65,7	72,1
9	2008 13:13:58	SCHALTFLAECHE_WURDE_GEDRUECKT	FormStart63335		Name: btnInfo	0002785B9CC	65,6	72,2
10	2008 13:13:50	OEFFNET_FENSTER	FormStart63335	FormInfo63335	Fensterklasse: FormInfo	0002785B9CC	65,6	72,2
11	2008 13:13:58	OEFFNE_FENSTER	FormStart63335	FormInfo63335	Fensterklasse: FormInfo	0002785B9CC	65,6	72,2
12	2008 13:13:59	FENSTER_GEOEFFNET	FormInfo63335			0002785B9CC	65,6	72,2
13	2008 13:14:02	SCHALTFLAECHE_WURDE_GEDRUECKT	FormInfo63335		Name: btnEnde	0002785B9CC	66,6	75,4

Abbildung 2: Protokolldaten der Benutzereingaben

4.4 Ergebnisse

4.4.1 Positionsdaten

In Abb. 3 sind die Positionshäufigkeiten eines einzelnen Benutzers dargestellt. Die unterschiedlichen Graustufen repräsentieren unterschiedliche Häufigkeiten. Dunkle Areale kennzeichnen Bereiche mit unterschiedlich hohen Häufigkeiten, in weißen Bereichen wurden keine Positionen protokolliert.

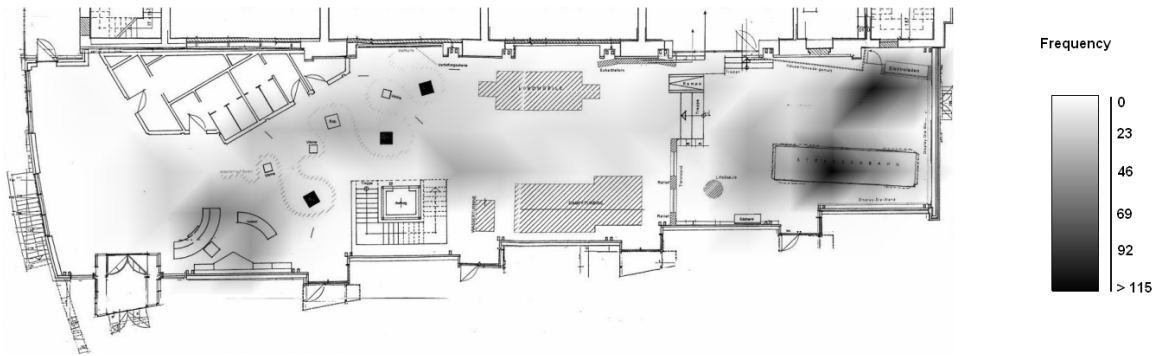


Abbildung 3: Positionshäufigkeiten für einen Benutzer

Die Grafik zeigt zwei blaue Bereiche im rechten Teil der Karte. Dies sind die Bereiche, in denen der Benutzer am häufigsten geortet wurde. Innerhalb des Exponates Straßenbahn (im Bild rechts unten) sowie vor einem Schaufenster (rechts oben) hat sich der Besucher scheinbar lange aufgehalten. Die gelb und grün gefärbten Bereiche kennzeichnen geringere Häufungen protokollierter Positionen. Diese finden sich z.B. an der Kasse (links unten). Das Exponat im unteren, mittleren Bereich der Karte wurde offensichtlich nicht, bzw. nur sehr kurz besucht, da dort keine bzw. nur sehr geringe Positionshäufungen auftreten. Die Cafeteria im linken Bereich der Karte, links oberhalb der Kasse, wurde von diesem Besucher offenbar nicht besucht, hier sind keine Positionshäufungen erkennbar.

Abb. 4 zeigt den Bewegungspfad desselben Besuchers im Museum. Der rote Punkt kennzeichnet die Startposition, der blauer Punkt kennzeichnet die Endposition des Rundgangs im Museum. Kleine rote Pfeile an den einzelnen Wegetappen kennzeichnen die Richtung, in welcher der Weg zurück gelegt wurde.

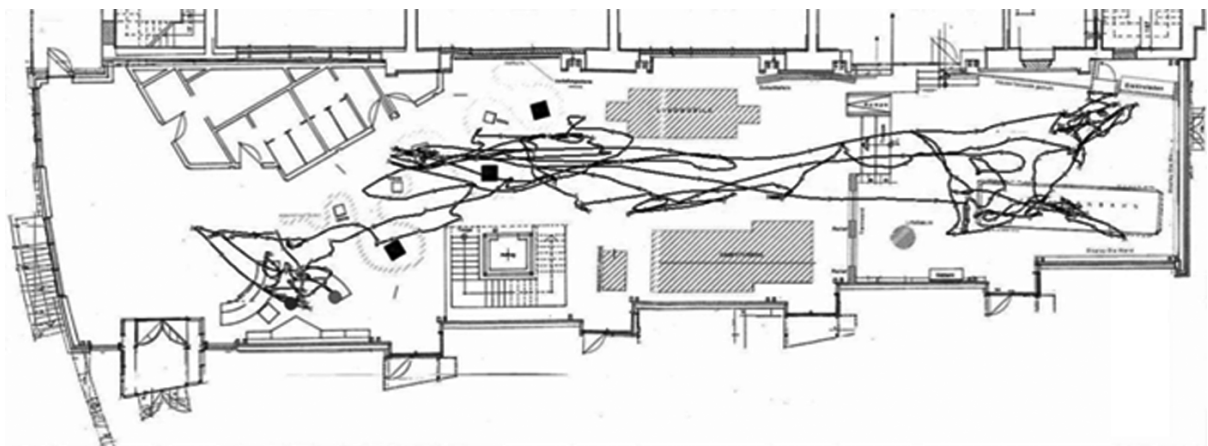


Abbildung 4: Pfaddarstellung der Positionen einer Benutzersession

In der Abbildung ist ein Pfad erkennbar, welcher sich vom Eingangsbereich (linke Bildhälfte) bis zur ausgestellten Straßenbahn (im Bild rechts unten) und zurück erstreckt. Ferner ist zu erkennen, dass Bereiche mit vielen Teilpfaden mit den Bereichen hoher Positionshäufigkeiten der Häufigkeitsdarstellung in *Abbildung 3* übereinstimmen.

4.4.2 *Protokollierte Benutzereingaben*

Auf Basis der Protokolldaten der Benutzereingaben wurde u.a. das Konsumverhalten der Besucher für Audiodateien untersucht. Dazu wurden anhand der Logdaten die Zeiträume ermittelt, in denen das Fenster zum Abspielen der Audiodatei geöffnet war. Die mittleren Öffnungsdauern wurden ins Verhältnis zur Laufzeit der entsprechenden

Audiodatei gesetzt (siehe Abb. 5). Ist der Quotient größer als eins, so war das Fenster länger geöffnet als die Laufzeit der Audiodatei. Dies bedeutet, dass die Besucher (im Mittel) die Datei mindestens einmal komplett angehört haben. Ist der Quotient kleiner als eins, so war das Fenster kürzer geöffnet als die Laufzeit der Audiodatei angibt. In diesem Falle kann die Audiodatei nicht komplett angehört worden sein. Bei einer Laufzeit von ca. 83s nimmt die Regressionsfunktion den Wert eins an, d.h. das Audiodateien mit einer Länge größer als 83s im Mittel nicht komplett angehört werden.

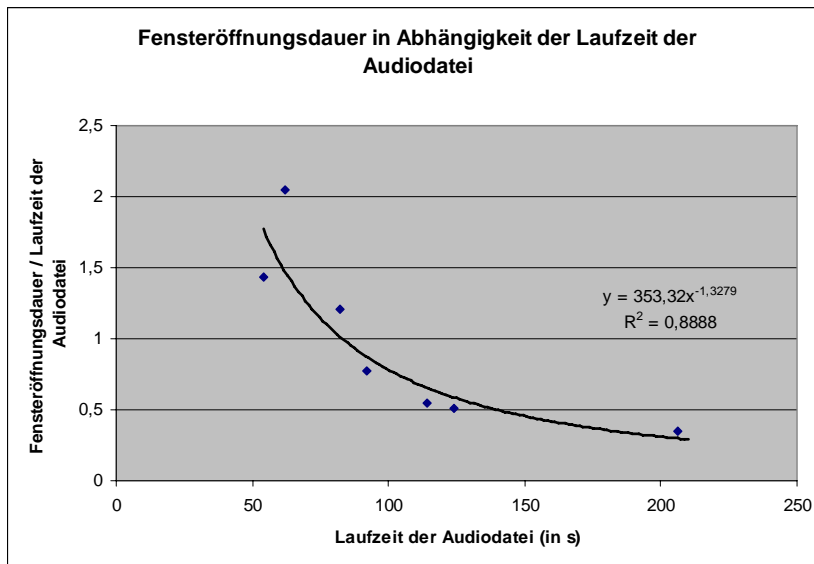


Abbildung 5: Fensteröffnungsdauer in Abhängigkeit der Laufzeit von Audiodateien

Ähnliche Auswertungen wurden auch mit den Daten für Textdateien durchgeführt. Auch hier wurde festgestellt, dass ein reziproker Zusammenhang zwischen Textlänge und Fensteröffnungsdauer pro Zeichen (Wort) besteht.

5 Fazit

Diese Arbeit hat gezeigt, dass durch den Einsatz kontinuierlicher Positionierungsverfahren wertvolle Daten zur genaueren Analyse des Benutzerverhaltens gewonnen werden können. Insbesondere für die Besucherforschung in Museen ergeben sich dadurch Möglichkeiten, die den Bedürfnissen der Institutionen sehr entgegenkommen. Mit Hilfe der Logdatenanalyse lässt sich Besucherforschung ständig und ohne zeitliche Begrenzung mit geringem Aufwand betreiben.

Werden kontinuierliche Ortungsverfahren verwendet, so ergeben sich kontinuierlich protokollierte Positionsdaten, die zur Analyse des Bewegungsverhaltens verwendet werden können. Mögliche Visualisierungsformen der Bewegungsdaten sind Dichtedarstellungen protokollierter Positionen, sowie Pfaddarstellungen. Beide Methoden können erhebliche Mehrwerte für die Besucherforschung in Museen bieten und lassen sich auch in anderen Einsatzgebieten, wie z.B. im Einzelhandel oder im Messebereich, einsetzen.

6 Danksagung

Die hier vorgestellten Untersuchungen wurden im Rahmen des vom BMBF geförderten Verbundprojektes IKAROS (2004-2008) durchgeführt. Besonderer Dank gilt Herrn H. Dobbmann, dem Leiter des Museum "Strom und Leben" und seinen Mitarbeitern für die Unterstützung bei der Durchführung des Feldversuchs.

7 Literatur

- [1] Brunelli, R.; Lanz, O.; Santuari, A.; Tobia, F.: Tracking Visitors in a Museum; In: Stock, O.; Zancanaro, M. (Eds.): PEACH – Intelligent Interfaces for Museum Visits, pp. 205-225 , Springer, 2007.
- [2] Cheverst, K.; Davies, N.; Mitchell, K., Friday, A.; Efstratiou, C. (2000): Developing a context-aware electronic tourist guide: Some issues and experiences. In: Proceedings of CHI 2000, pp. 17-24.
- [3] Fleck, M. Frid, M.; Kindberg, T.; Rajani, R.; O'Brien-Strain, Eamonn, Spasojevic, M. (2002): From Informing to Remembering: Deploying a Ubiquitous System in an Interactive Science Museum, Online: <http://www.hpl.americas.hp.net/techreports/2002/HPL-2002-54.pdf>, [11.07.2008].
- [4] Großmann, U.; Röhrig, C.; Hakobyan, S.; Domin, T.; Dalhaus, M. (2006): WLAN Indoor Positioning Based on Euclidian Distance and Interpolation (Isobars). In: Proceedings of the 8th Wireless Technologies Kongress, 2006, pp. 296-305.
- [5] Großmann, U.; Schauch, M.; Hakobyan, S. (2007): The accuracy of algorithms for WLAN indoor positioning and the standardization of signal reception for different mobile devices. International Scientific Journal of Computing, Vol. 6, Issue 1 (2007), pp. 109-109.
- [6] Kramer, R.; Modsching, M.; ten Hagen, K. (2006): A City Guide Agent Creating and Adapting Individual Sightseeing Tours Based on Field Trial Results, In: International Journal of Computational Intelligence Research, Vol. 2., No. 2, 2006, pp. 191-206.
- [7] Larson, S.; Bradlow, ET., Fader, PS. (2005): An exploratory look at supermarket shopping paths; In: International Journal of Research in Marketing, Vol. 22, Issue 4, December 2005, pp.395-414.
- [8] Long, S.; Aust, D.; Abowd, G.; Atkeson, C. (1996): Cyberguide: Prototyping Context-Aware Mobile Applications. In: Tauber, MJ (ed.), Conference on Human Factors in Computing Systems, ACM, New York, pp. 293-294.
- [9] Meriac, M.; Fiedler, A.; Hohendorf, A.; Reinhardt, J.; Starostik, M.; Mohnke, J. (2008): Lokalisierungstechniken für ein mobiles Museumsinformationssystem, In: Sieck, J.; Herzog, M. A. (Hrsg.): Wireless

Communication and Information. New Technologies and Application, Boizenburg, VWH-Verlag, 2008.

- [10] Oppermann, R.; Specht, M. (2000): A Context-Sensitive Nomadic Exhibition Guide, In: Handheld and Ubiquitous Computing – Proceedings of the Second International Symposium HUC 2000, pp. 31-54, Springer, 2007.
- [11] Posposchil, G.; Umlauf, M.; Michlmayr, E. (2002): Designing LoL@, a Mobile Tourist Guide for UMTS, In: Paterno, F. (Ed.): Proceedings of Mobile Human-Computer-Interaction 2002, pp. 140-154, Berlin et. al., Springer, 2002.
- [12] Proctor, N.; Tellis, C. (2003): The State of the Art in Museum Handhelds in 2003, In: Museums and the Web 2003: Selected Papers from an International Conference, Online: http://eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/1b/87/85.pdf, [11.7.2008]
- [13] Rocchi, C.; Graziola, I.; Goren-Bar, D.; Stock, O.; Zancanaro, M. (2007): Adaptive Multimedia Guide, In: Stock, O.; Zancanaro, M. (Eds.): PEACH – Intelligent Interfaces for Museum Visits, pp 3-22, Springer, 2007.
- [14] TATE MODERN: Webseite, Online: <http://www.tate.org.uk> [11.7.2008].
- [15] Ubisense: Webseite, Online: <http://www.ubisense.de/>, [18.7.2008].
- [16] Zentrum für Audience Development, FU Berlin (2007): Besucherforschung in öffentlichen deutschen Kulturinstituten, Online: http://www.zad.ikm.fu-berlin.de/besucherforschung_zad.pdf, [1.12.2008].