



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Ausarbeitung Projekt Ferienclub

Tobias Krause

Location-Based Services: Positionsbestimmung innerhalb
von Gebäuden

Tobias Krause

Thema der Ausarbeitung

Projekt Ferienclub

Location-Based Services: Positionsbestimmung innerhalb von Gebäuden

Stichworte

PlaceLab NMEA Positionsbestimmung Funk-Baken

Kurzzusammenfassung

Es gibt viele Techniken zur Positionsbestimmung innerhalb von Gebäuden. Viele erfordern ein zusätzliches Ausbauen einer Infrastruktur. In dieser Ausarbeitung wird mit Hilfe einer Middleware eine Technik, verwendet die es erlaubt schon eine bestehende Infrastruktur zu benutzen, um die Position zu bestimmen. Über sogenannte Funk-Baken, die z.B. von Access Points automatisch ausgesendet werden, kann die Position bestimmt werden. In einem weiteren Punkt beschäftigt sich die Ausarbeitung mit der Übermittlung der gewonnen Positionsdaten. Hierfür wird ein GPS Empfänger auf einer seriellen Schnittstelle simuliert. So ist es möglich, auch über Laufzeitumgebungen hinweg die Daten für Nachbarsysteme zur Verfügung zu stellen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Grundlagen	4
2.1	Klassifikation	4
2.2	Verfahren	4
3	Technik	5
3.1	Infrastruktur	6
3.2	Mobiles Gerät	6
3.3	Middleware	6
3.4	Laufzeitumgebung	7
4	Projekt	8
4.1	Schnittstelle	8
4.2	Komponenten	11
4.3	Positionsbestimmung	12
5	Fazit	13

1 Einleitung

Die Bestimmung der Position ermöglicht das Anbieten von neuen Diensten. Heutzutage ist es durch GPS¹ möglich, im Freien, eine gute Einschätzung der eigenen Position zu bekommen. Es gibt aber auch einige Bereiche in dem GPS keine Daten liefern kann. So wird es schwierig, bis unmöglich eine Positionsbestimmung innerhalb von Gebäuden über GPS durchzuführen. Für solche Aufgaben wurden verschiedene Techniken entwickelt. Diese Techniken versuchen mit den Gegebenheiten der Positionsbestimmung innerhalb von Gebäuden umzugehen.

In dieser Ausarbeitung zu einer Projektveranstaltung im Masterstudiengang der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, das im Wintersemester 2005/2006 stattgefunden hat, wird ein Ansatz vorgestellt, der die vorhandene WLAN²-Infrastruktur nutzen soll, um eine Positionsbestimmung im Stockwerk des Labors für Allgemeine Informatik durchzuführen.

Zusammen mit anderen Projekten dieses Semesters sollen eine Vielzahl von Anwendungen entstehen, die alle die Mobilität des Benutzers in Vordergrund stellen.

¹Global Positioning System (amer. Positionierungssystem)

²Wireless Local Area Network

Zum Verständnis wird im zweiten Kapitel dieser Ausarbeitung eine kurze Einführung in die Begriffe und Techniken der Positionsbestimmung gegeben. Im darauf folgendem dritten Kapitel geht es um die eingesetzte Technik im Projekt. Hier werden alle eingesetzten Komponenten (Hard- und Software) vorgestellt. Im vierten Kapitel wird das eigentliche Projekt vorgestellt. Im letzten Kapitel dieser Ausarbeitung wird kritisch das Ergebnis dieses Teilprojektes betrachtet und ein Ausblick auf mögliche Erweiterungen gegeben.

2 Grundlagen

Dieses Kapitel beschreibt die grundlegenden Begriffe der Positionsbestimmung. Es werden die gängigsten Verfahren zur Ermittlung der Position vorgestellt, die sowohl für die Bestimmung der Position innerhalb, als auch außerhalb eines Gebäudes eingesetzt werden.

2.1 Klassifikation

Grundsätzlich kann die Positionsbestimmung in zwei Arten aufgeteilt werden. Nach (Roth, 2002) ist das das Tracking und das Positioning, dass wie folgt definiert ist :

Tracking Beim Tracking wird die Position eines Objektes von einem Sensorennetzwerk³ ermittelt. Dafür ist am Objekt eine Marke⁴ angebracht. Diese Marke kann vom System erkannt und so die Position ermittelt werden. Die Informationen über die Position liegt im Positionierungssystem vor und muss eventuell dem Objekt oder dem Benutzer über ein drahtloses Netzwerk zur Verfügung gestellt werden.

Positioning Sobald der mobile Benutzer selbst die Positionsbestimmung vornimmt, spricht man vom Positioning. Hierfür wird auf eine Infrastruktur aus Sendern oder Baken⁵ zurückgegriffen. Diese senden Funk-, Infrarot- oder Ultraschallsignale aus. Aus diesen Signalen kann der mobile Benutzer seine Position errechnen.

2.2 Verfahren

Eine Positionsbestimmung kann über verschiedene Verfahren durchgeführt werden. Welches zum Einsatz kommt ist Situationsabhängig und abhängig von der erwarteten Genauigkeit und dem eingesetzten Medium⁶ mit dem die Positionsbestimmung durchgeführt werden soll. Folgende Verfahren wurden aus dem Buch von Jörg Roth (Roth, 2002) übernommen.

³Kopplung von Sensoren zu einem Gesamtsystem

⁴engl. Tag

⁵engl. Beacons

⁶Übertragungstechnik z.B. Funkwellen

Cell of Origin (COO) Sollte die Infrastruktur des Positionierungssystems eine Zellstruktur aufweisen, dann kann diese Technik verwendet werden. In einem solchen drahtlosen System ist die Reichweite des ausgestrahlten Signals begrenzt. Durch Identifizierung der aktuellen Zelle in dessen Empfangsbereich sich der mobile Benutzer befindet lässt sich die Position bestimmen.

Time of Arrival (TOA) Dieses Verfahren macht sich die Eigenschaft von elektromagnetischen Signalen zu nutze. Solche Signale breiten sich mit Lichtgeschwindigkeit⁷ aus. Es wird die Zeit zwischen Senden und Empfangen der Nachricht gemessen. Über die Laufzeit der Nachricht kann Rückschluss auf die Entfernung zwischen Sender und Empfänger gezogen werden. Für dieses Verfahren ist eine sehr präzise Uhr erforderlich, da sich das Signal mit hoher Geschwindigkeit ausbreitet. Nach dem selben Prinzip kann auch die Entfernung über Ultraschall ermittelt werden. Diese Signale breiten sich mit Schallgeschwindigkeit⁸ aus und sind somit wesentlich langsamer und ihre Laufzeit damit einfacher zu bestimmen. Ultraschall hat allerdings eine begrenzte Reichweite.

Angle of Arrival (AOA) Es ist möglich die Richtung eines Signals zu bestimmen, wenn man Antennen mit Richtungscharakteristik benutzt. Dabei sind die Antennen in einen bestimmten Winkelabstand in alle Richtungen aufgebaut. Prinzipiell wäre auch eine sich drehende einzelne Antenne denkbar, wäre aber zu technisch aufwändig.

Messung der Signalstärke Über die Signalstärke des empfangenden Signals kann der Abstand zum Sender ermittelt werden. Die Stärke des Signals nimmt mit dem Quadrat zum Abstand ab. Leider wird die Signalstärke auch noch von anderen Faktoren beeinflusst wie z.B. Hindernissen. Somit ist eine genaue Bestimmung der Position nur bedingt möglich.

Auswertung von Videodaten Ein sehr aufwändiges Verfahren ist das der Videoanalyse. Hierbei wird über Video-Bilder versucht die Position zu bestimmen. Dazu werden mehrere Aufnahmen aus verschiedenen Blickwinkeln eines Ortes benötigt. Ein Algorithmus versucht aus dem Video-Bild einen Ort aus seiner Datenbank wieder zu erkennen.

3 Technik

Im Projekt wurde eine Vielzahl von Technik eingesetzt. In diesem Kapitel werden alle Komponenten beschrieben werden, die zum Betrieb gebraucht wurden.

⁷ca. 300000 km/s

⁸ca. 340 m/s

3.1 Infrastruktur

Die Infrastruktur ist im folgenden Bild dargestellt (Abbildung 1). Bei den Access Points (AP) handelt es sich um handelsübliche Geräte. Insgesamt wurden drei Geräte mit ihrer Position in eine Datenbank zur Positionsbestimmung eingetragen. Im 11. Stock des HAW Gebäudes befinden sich zusätzlich noch mehr APs. Diese wurden aber nicht im Projekt für die Positionsbestimmung benutzt. AP1 und AP3 waren zwei fest installierte Geräte, die für den normalen WLAN Betrieb genutzt wurden. AP2 war ein zusätzlicher AP der für eine größere Genauigkeit aufgebaut wurde. Darüber hinaus wurde über diesen AP eine Verbindung zu einem Server hergestellt, der für den Betrieb des Pocket Task Timer (Thomé, 2006) zuständig war.

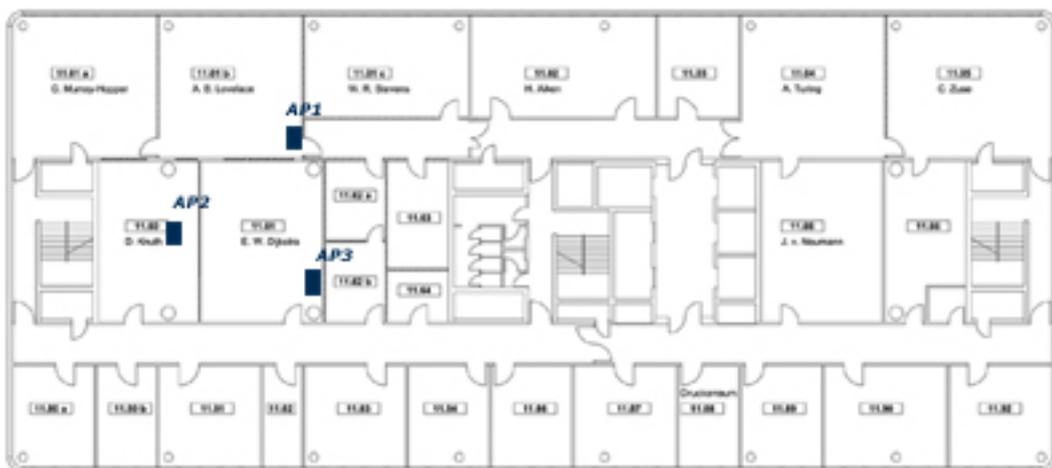


Abbildung 1: Infrastruktur

3.2 Mobiles Gerät

Als mobiles Gerät wurde der PDA Axim X30 der Firma Dell verwendet. Dieser hat folgende technische Eigenschaften:

Betriebssystem Windows Mobile 2003 SE

Drahtlose Verbindung WLAN, Bluetooth und IR

3.3 Middleware

Die verwendete Middleware namens PlaceLab⁹ kapselt die Positionsbestimmungsfunktionen. PlaceLab benutzt für die Positionsbestimmung Funksignale, die standardmäßig von

⁹<http://www.placelab.org>

WLAN-Access Point, Bluetooth-Geräten und GSM-Funktürmen ausgestrahlt werden. Es wird hauptsächlich von Mitarbeitern der University of Washington, University of California at San Diego, University of Michigan und Intel Research entwickelt. PlaceLab benutzt die vorhandenen Infrastrukturen, um die Position zu bestimmen. Hierfür müssen die Positionen der Sender in einer Datenbank gespeichert werden. Somit ist später nachvollziehbar, wo welcher Sender steht, durch verschiedene Algorithmen kann mit dieser Information die Position ermittelt werden. Weitere Informationen unter (LaMarca u. a., 2005). PlaceLab besteht im Grundsatz aus drei Komponenten, die wie in Abbildung 2 dargestellt zusammenarbeiten.

Spotter Diese Komponente verarbeitet die ankommenden Funksignale der angeschlossenen Geräte, wie z.B. WLAN, Bluetooth oder GSM. Dieser Teil der Anwendung ist oft in nativen Code geschrieben und über JNI¹⁰ in Java eingebunden.

Mapper Der Mapper stellt die Datenbankverbindung zur Javadatenbank auf dem mobilen Gerät her. Im Projekt wurde die Java Datenbank `hsqldb`¹¹, die im Entwicklungspaket von PlaceLab enthalten ist, eingesetzt. Über den Mapper sind Abfragen über die Positionen von Baken möglich.

Tracker Der Tracker erhält über den Spotter alle aktuell verfügbaren Baken in der Reichweite. Über den Mapper kann dann die Position der Baken festgestellt werden. Die Aufgabe der Trackers ist es nun aus diesen Informationen eine Position über einen beliebigen Algorithmus zu errechnen.

3.4 Laufzeitumgebung

Auf dem mobilen Gerät kam die Java-Laufzeitumgebung J9 von IBM¹² zum Einsatz. Diese Laufzeitumgebung würde mit der Placelab Middleware mitgeliefert. Diese Laufzeitumgebung ist kompatibel zu Java2 Platform, Micro Edition (J2ME) und beinhaltet Connected Limited Device Configuration (CLDC) und Connected Device Configuration(CDC) basis Technologien.

Die Laufzeitumgebung ist für folgende Betriebssysteme verfügbar: Windows, Linux, OSE, Rex, VxWorks, PocketPC, Symbian, QNX und Nuclus.

Folgende Prozessorarchitekturen werden von der Laufzeitumgebung unterstützt: Intel x86, xScale, ARM, MIPS, SH4 und PowerPC.

Der Quellcode für die Laufzeitumgebung kann mit einem herkömmlichen Java 1.4.1 Compiler kompiliert werden. Und dann mit j9 auf dem mobilen Gerät ausgeführt werden.

¹⁰Java Native Interface

¹¹<http://www.hsqldb.org/>

¹²<http://www-306.ibm.com/software/wireless/wsdd/>

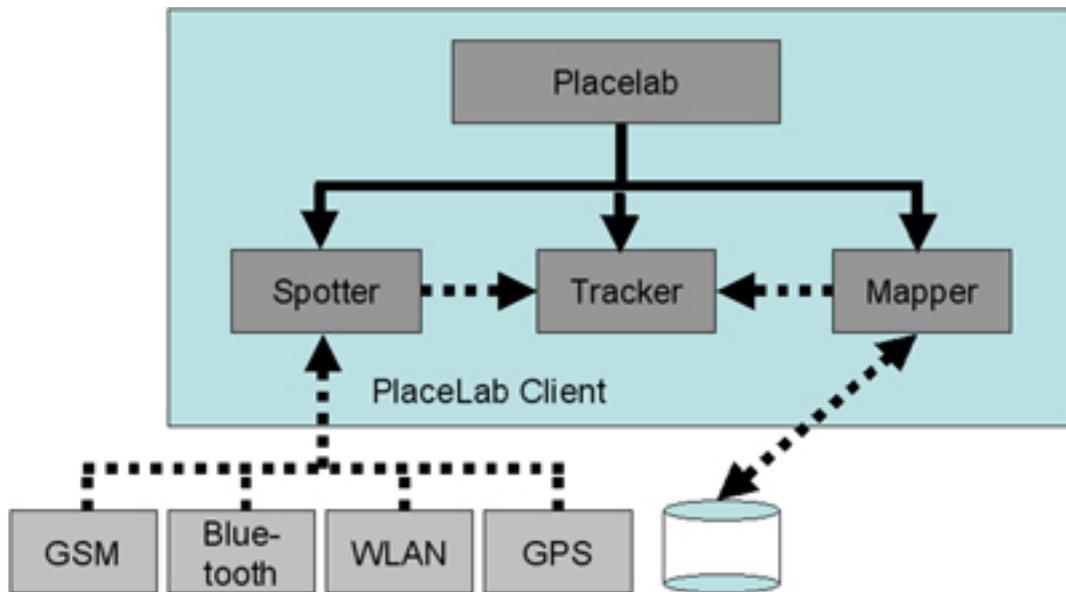


Abbildung 2: Aufbau: PlaceLab

4 Projekt

Der Projektrahmen der Veranstaltung im dritten Semester umfasste 8 Semesterwochenstunden (SWS) und 16 Wochen. In diesem Rahmen sollten Themen bearbeitet und Technologien ausprobiert werden, die in einen imaginären Ferienclub zur Anwendung kommen sollten.

Das hier vorgestellte Projekt ist Teil einer ganzen Reihe von Projekten, die sich mit der Positionsbestimmung und die damit verbundenen Dienste befassen. Das Teilprojekt hatte zwei Ziele, die es am Ende zu erfüllen galt:

1. Aufbau eines Testsystems zur Benutzung der vorhandenen WLAN Infrastruktur für die Positionsbestimmung im 11. Stock des HAW Hochhauses.
2. Entwicklung eines Konzeptes für die Nutzung der gewonnenen Positionsdaten in heterogenen Nachbarsystemen (z.B. Pocket Task Timer)

4.1 Schnittstelle

Für die Übertragung der Positionsdaten in Nachbarsysteme wurde eine Schnittstelle entwickelt, die es erlaubt auch über heterogene Laufzeitumgebungen hinweg Daten auszutauschen.

Zu diesem Zweck wurde die Kommunikation über das NMEA¹³ (Köhne und Wößner,

¹³National Marine Electronics Association

2005) Protokoll abgewickelt. Dieses Protokoll wird auch von allen GPS-Empfängern benutzt, um ihre Daten an die Anwendung zu übermitteln. Über eine virtuelle serielle Schnittstelle des mobilen Geräts wurden diese Datenpakete den Nachbarsystemen zur Verfügung gestellt. Die Datenpakete enthielten dabei die Positionsdaten in Längen- und Breitengrad.

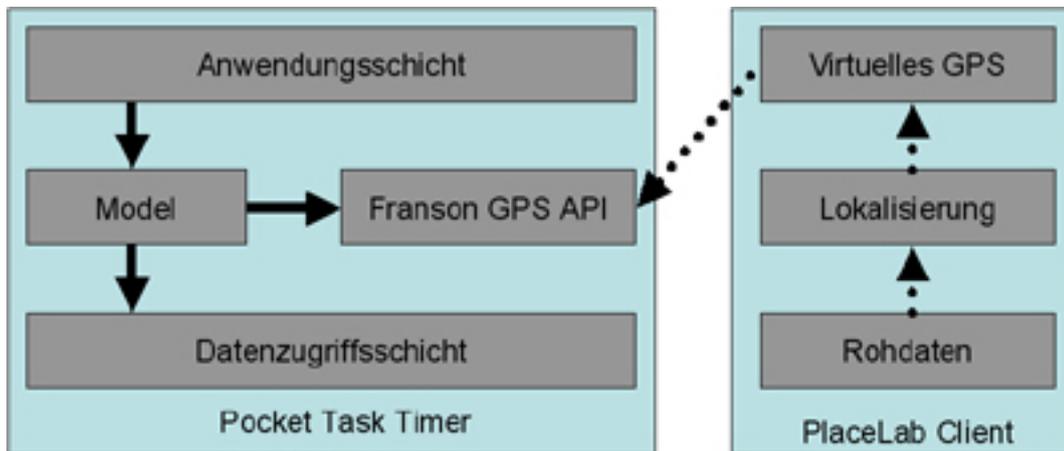


Abbildung 3: Schnittstelle

In Abbildung 3 ist die Verbindung zum Pocket Task Timer dargestellt. Der Placelab Client nimmt dabei die Rohdaten auf, die für die Positionsbestimmung erforderlich sind. Die Verarbeitung dieser Daten wird vorgenommen und über eine virtuelle serielle Schnittstelle übertragen. Dabei simuliert das Programm einen GPS Empfänger über das Protokoll NMEA. Die Kommunikation findet dabei über die GPS Komponente des Pocket Task Timers statt. Dadurch ist eine Einbindung ohne zusätzlichen Aufwand möglich.

Das NMEA Protokoll enthält eine Reihe von spezifizierten Datenpakete mit unterschiedlichen Informationen. Sie werden im ASCII-Format¹⁴ versendet. Die nun vorgestellten Datensätze sind diejenigen, die vom NMEA Protokoll (Köhne und Wößner, 2005) im Projekt benutzt wurden.

Der GPGSA-Datensatz (SA=satellites active, aktive Satelliten) enthält Informationen über die PRN-Nummern der Satelliten, deren Signale zur Positionsbestimmung verwendet werden.

¹⁴American Standard Code for Information Interchange

```

$GPGSA,A,3,,,,,15,17,18,23,,,,,4.7,4.4,1.5*3F
  ^ ^ ^           ^ ^ ^
  | | |           | | |   Prüfsumme
  | | |           | | |   VDOP (vertikale Genauigkeit)
  | | |           | | |   HDOP (horizontale Genauigkeit)
  | | |           | | |   PDOP (Genauigkeit)
  | | PRN-Nummern von maximal 12 Satelliten
  | Art der Positionsbestimmung (3 = 3D-fix)
  |                               (2 = 2D-fix)
  |                               (1 = kein Fix)
  Auto-Auswahl 2D oder 3D Bestimmung

```

Der GPRMC-Datensatz (RMC = recommended minimum sentence C, empfohlener Minimumdatensatz) ist eine Empfehlung für das Minimum, was ein GPS-Empfänger ausgeben soll.

```

                                     Prüfsumme
                                     Modus (A,D,E,N,S) |
                                     magnetische         | |
                                     Deklination 0.4° E    | |
                                     wahrer Kurs (ohne Bewegung 0) | |
Geschwindigkeit über Grund (Knoten) | | | |
                                     v v                 v v
$GPRMC,191410,A,4735.5634,N,00739.3538,E,0.0,0.0,181102,0.4,E,A*19
  ^      ^ ^           ^           ^
  |      | |           |           |           Datum: 18.11.02
  |      | |           |           |           007° 39.3538' östliche Länge
  |      | |           |           |           47° 35.5634' nördliche Breite
  |      Empfängerwarnung, A = Daten OK, V = Warnung
  Uhrzeit der Positionsbestimmung: 19:14:10 UTC-Zeit

```

Der GPGLGA-Datensatz enthält die wichtigsten Informationen zur GPS-Position und Genauigkeit.

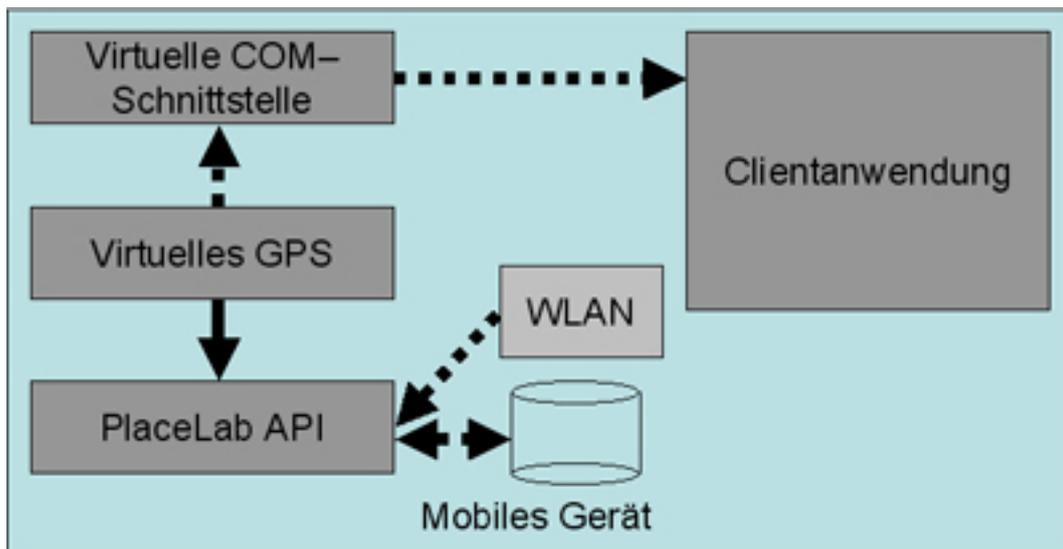


Abbildung 4: Architektur

Für die Realisierung der Komponente wurde das Produkt Virtual Serial Port Driver CE 4.3¹⁶ genommen. Die Clientanwendung muss dann nur noch den NMEA Datenstrom verarbeiten. Im Projekt wurde dafür auf Seiten des Pocket Task Timer die Franson GPS Bibliothek¹⁷ genutzt. Diese Bibliothek kapselt Funktionen zum Auswerten von GPS Empfängern.

4.3 Positionsbestimmung

Die Ortbestimmung wird wie schon erwähnt über eine Instanz von Tracker bestimmt. In PlaceLab ist es neben den schon vorhandenen Trackern auch möglich eigene Algorithmen in einen Tracker zu schreiben. Im Projekt wurde zuerst ein vorhandener Tracker ausgewählt.

Der CentroidTracker ist der simpelste unter den vorhandenen Trackern. Seine Funktionsweise ist die Bildung der geometrischen Mittel aus allen bekannten Baken in der Nähe. Dieses Verfahren ähnelt dem „Cell Of Origin“ Verfahren. Dabei werden alle Breiten und alle Längengrade der erkannten Access Points zusammen gerechnet und durch die Anzahl der Access Points geteilt. Dadurch erhält man den Mittelpunkt. Zu jeder errechneten Position wird auch eine Standardabweichung errechnet, die mit ausgewertet werden kann. Der Algorithmus ist nicht sehr genau. Ist aber ein guter Ansatz um PlaceLab und die Grundprinzipien zu verstehen.

In einer nächsten Stufe sollte im Projekt ein Tracker implementiert werden, der die Signalstärke der verschiedenen Baken an mobilen Gerät mit berücksichtigt. Die Spotter Klasse der

¹⁶<http://www.virtualserialport.com/products/vspdce>

¹⁷<http://franson.com/gpstools/index.asp?>

PlaceLab-API liefert diese Information schon von Haus aus, so dass keine Änderungen vorgenommen werden müssten. Lediglich eine neue Tracker Klasse müsste abgeleitet werden, die die anstehenden Berechnungen durchführen kann. Dies wurde aber aus Zeitgründen nicht mehr im Projekt realisiert.

5 Fazit

Das Projekt hat gezeigt, dass eine Positionsbestimmung im Gebäude durch vorhandene WLAN Access Points möglich ist. Im Laufe des Projektes wurde festgestellt, dass einfache Algorithmen nicht ausreichen, um die Position genau zu bestimmen. Leider war es nicht mehr möglich andere Algorithmen oder den Einsatz von unterstützenden Technologien einzusetzen.

Möglichkeiten die eine genauere Positionierung unterstützen können sind z.B der bessere Aufbau der WLAN Access Points in der Umgebung, optimiert auf die Positionsbestimmung oder auch der Einsatz von Bluetooth Baken, die durch ihre geringe Reichweite auch eine höhere Genauigkeit haben. PlaceLab bietet den Einsatz von hybriden Technologien an um die Position zu bestimmen.

Das zweite Ziel des Projekts, die Weitergabe der ermittelten Position an Nachbarsysteme, wurde hingegen komplett erreicht. Dies geschah durch die Simulation eines GPS Geräts über die serielle Schnittstelle. Das Nachbarsystem kann die Positionsdaten über das auch von GPS Empfängern benutzte NMEA Protokoll empfangen. Bibliotheken wie die Franson API für die Laufzeitumgebung .NET kapseln diese Funktionalität bereits. Somit kann auf einfache Weise auf die vom PlaceLab Client zur Verfügung gestellten Daten zugegriffen werden. Darüber hinaus erlaubt die Benutzung des standardisierten NMEA Protokolls für eine Vielzahl von Anwendungen, die nur für die Zusammenarbeit mit GPS Empfängern entwickelt worden sind, eine Benutzung innerhalb von Gebäuden. So könnte z.B. die Projektarbeit von Mirco Gerling (Gerling, 2006) mit Hilfe des PlaceLab Clients, die Positionierung innerhalb von Gebäuden durchführen und für Szenarien außerhalb auf GPS zurückgreifen.

Literatur

- [B'Far 2005] B'FAR, R.: *Mobile Computing Principles*. Cambridge University Press, 2005
- [Gerling 2006] GERLING, M.: *Wearable Computing & Mobile Augmented Reality im Ferienclub*. 2006
- [Köhne und Wößner 2005] KÖHNE, Dr. A. ; WÖSSNER, Dr. M.: *NMEA*. 2005. – URL <http://www.kowoma.de/gps/zusatzerklaerungen/NMEA.htm>
- [LaMarca u. a. 2005] LAMARCA, A. ; CHAWATHE, Y. ; CONSOLVO, S. ; HIGHTOWER, J. ; SMITH, I. ; SCOTT, J. ; SOHN, T. ; HOWARD, J. ; HUGHES, J. ; POTTER, F. ; TABERT, J. ; POWLEDGE, P. ; BORRIELLO, G. ; SCHILIT, B.: *Place Lab: Device Positioning Using Radio Beacons in the Wild*. 2005. – URL <http://www.placelab.org>
- [Roth 2002] ROTH, J.: *Mobile Computing*. dpunkt Verlag, 2002
- [Schiller und A. 2004] SCHILLER, J. ; A., Voisard: *Location-Based Services*. Morgen Kaufmann Publishers, 2004
- [Thomé 2006] THOMÉ, M.: *Pocket Task Timer - A Personal Approach on Location-Based Services*. 2006