



Masterarbeit

Lighthouse Keeper

Ein neues Verfahren für Indoor-Lokalisierung mit adaptiven iBeacon Konfigurationen

von

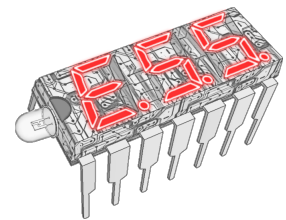
André Pieper

Geb. 28.03.1988 in Berlin

Matrikelnummer: 184960

31. März 2015

Erstprüfer: Jun.-Prof. Dr.-Ing. Sebastian Zug
Otto-von-Guericke-Universität
Fakultät für Informatik
Institut für Verteilte Systeme
Lehrstuhl Embedded Smart Systems
Universitätsplatz 2, D-39106, Magdeburg



Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Abbas Omar
Otto-von-Guericke-Universität
Fakultät für Elektro- und Informationstechnik
Institut für Informations- und Kommunikationstechnik
Lehrstuhl für Hochfrequenz- und Kommunikationstechnik
Universitätsplatz 2, D-39106, Magdeburg



Kurzdarstellung

Satellitengestützte Navigationssysteme sind in der heutigen Zeit ein fester Bestandteil des alltäglichen Lebens. Sie ermöglichen zum Beispiel die Orientierung eines Autofahrers auf für ihn fremden Straßen und sind mittlerweile serienmäßig in Autos, Smartphones und sogar Kameras integriert. Aber die Signale der satellitengestützten Lokalisierungs-Systeme wie GPS, GLONASS und Galileo verlieren sich in Gebäuden, da sie durch deren Strukturen absorbiert, bzw. reflektiert werden. Dabei soll, so wie die „Outdoor“-Navigationssysteme den Straßenverkehr revolutionierten, ein neues „Indoor“-System das Vorankommen von Menschen in Gebäuden verändern: die iBeacons. Während es viele Unternehmen gibt, die diese Systeme bereits herstellen und vermarkten, gibt es jedoch noch keine geeignete Strategie, die nötige Infrastruktur für ein Lokalisierungssystem aus iBeacons effizient zu erstellen und zu testen. Zudem fehlt für die Planung von Aufbau und Instandsetzung der iBeacon-Lokalisierungsfeldern eine optimale Umsetzung. Gegenstand dieser Arbeit soll es sein, ein mögliches Verfahren dafür zu entwickeln und sich dabei verstärkt auf Automation mithilfe von Robotern zu konzentrieren, um das Potential dieser jungen Technologie weiter auszuschöpfen.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	II
Abkürzungsverzeichnis	III
1 Einleitung	1
Literaturverzeichnis	2

Abbildungsverzeichnis

1.1 Skizze satellitengestütztes Lokalisierungssystem [2] 1

Abkürzungsverzeichnis

BLE - Bluetooth Low Energy

RSSI - Received Signal Strength Indication

1 Einleitung

Herkömmliche Navigationssysteme für den „Outdoor“-Bereich haben viele Bereiche des alltäglichen Lebens weitgehend erleichtert. Zurück liegen die Tage, in denen Fahrtstrecken über unbekannte Straßen und durch fremde Länder mit analogen Karten lange geplant wurden. Die Navigation, bzw. Lokalisierung basiert dabei auf einer Positionsbestimmung mithilfe von Funksignalen, die von Satelliten ausgesendet werden. Aus diesen Signalen können die Navigationssysteme ihre Position auf der Erde berechnen und schließlich die Information dem Nutzer zur Verfügung stellen. Die eigene Lokalisierung wäre nun auch für den Nutzer in einem Gebäuden hilfreich, damit er sich orientieren kann und beispielsweise in einem großen Kaufhaus schneller zu einem Geschäft findet. Um die Vorteile einer Lokalisierung im „Indoor“-Bereich anzuwenden, können die bisherigen satellitengestützten Systeme (GPS, GLONASS, Galileo) jedoch nicht genutzt werden, da die Strukturen der Gebäude ihre Signale absorbieren, bzw. reflektieren. Seit einigen Jahren arbeiten Forschungseinrichtungen und Unternehmen an einer Lösung für die Lokalisierung von Objekten in Gebäuden. Die Forschungsprojekte verfolgen dabei verschiedene Ansätze und Technologien um dieses Ziel zu erreichen, wie z.B. die Projekte „EVARILLOS“ [6], „Google Indoor Maps“ [3] und „Mobile Indoor Localization“ [5]. Jedoch existiert noch keine Lösung die sich bereits durchgesetzt hat und kommerziell nutzbar wäre.

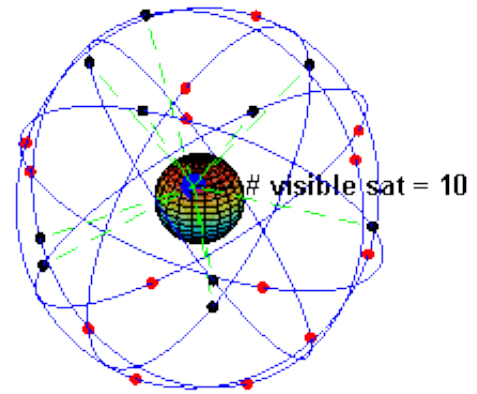


Abb. 1.1: Skizze satellitengestütztes Lokalisierungssystem [2]

Eine neue und vielversprechende Technologie zur innerräumlichen Lokalisierung stellt dabei die Entwicklung von iBeacons (z. Dt. Leuchtfener) dar. Die Vorteile dieses Systems gegenüber bisherigen Lösungen sind zum einen die geringen Kosten, sowie die hohe Flexibilität und Autonomie der einzelnen Elemente. Viele bisherigen Technologien zur Indoor-Lokalisierung, wie z.B. in den Boden eingelassene künstlichen Magnetfeldern [4], RFID-Transponder [1] oder funkbasierten Lösungen[7] sind zwar erprobt und erzielen eine hohe Lokalisierungsge- nauigkeit, besitzen jedoch den Nachteil einer teuren und aufwendigen Infrastruktur, welche meist auch eine bauliche Änderung am Gebäude benötigt. Die Einfachheit der Anbringung der Beacons, die Kostenvorteile und die weitere Verbreitung des verwendeten Bluetooth-Protokolls auf mobilen Geräten sorgen dabei für ein weites Einsatzspektrum. Jedoch der größte Vorteil der iBeacons gegenüber den konkurrierenden Technologien ist die variable Verwendung der Beacons für beispielsweise einfache, rudimentäre Positionsbestimmungen bis hin zur hochpräzisen Ortung. Je nach Einsatzszenario könnten die Beacons problemlos angepasst und so für ihren Zweck hin optimiert werden.

Um mit den Beacons ein Lokalisierungssystem in Gebäuden aufzubauen, ähnlich dem im Outdoor-Bereich, benötigt es geeignete Verfahren die Beacons zu positionieren und entsprechend auf ihren Einsatzzweck anzupassen. Während für die Satelliten der Outdoor-Systeme Modelle vorhanden sind, die deren Anzahl, Flughöhe und Sendeleistung für eine

bestmögliche Lokalisierung berechnen, fehlen die Konzepte für den Indoor-Bereich. Zudem mangelt es an Verfahren die Gebäude mit Beacon-Systemen zweifelsfrei auf die Qualität der Lokalisierung und der räumlichen Abdeckung hin zu validieren. Gegenstand dieser Arbeit soll es dabei sein, ein geeignetes Konzept für die Erstellung von Beacon-Konfigurationen zu gestalten und die Konfiguration anschließend experimentell zu validieren. Dabei soll auf ein automatisiertes und strukturiertes Verfahren mithilfe von Robotern zurückgegriffen werden, um die Validierung weniger fehleranfällig zu designen und somit zu standardisieren.

Aus diesen Anforderungen stellen sich drei zentrale Zielstellungen:

- Entwicklung eines Frameworks und einer systematischen Versuchsplanung für die Messung von Beacon-Signalen
- Auswahl und Parameterbestimmung eines Modells für die Signalausbreitung von Beacons mit anschließender Erstellung einer Simulationsumgebung, sowie eine sich daraus konkludierenden optimalen Verteilung von Beacons in einem Raum
- Validierung des Modells und der Simulationsergebnisse in einem Testszenario mithilfe eines Roboters

Um die Problematik eines bisher fehlenden Planungskonzeptes darzulegen, wird in zuerst der Stand der Technik von Beacons beschrieben und erläutert. Daraus schlussfolgern sich ersten Ansätze, wie ein mögliches Verfahren zur Beacon-Konfiguration aufgebaut sein muss. In Kapitel 2 werden für die erste Zielsetzung alle Werkzeuge zur Messung der Beacon-Signale vorgestellt und in Kapitel 3 diese ausgewertet. Mit den Messwerten werden anschließend die Parameter für die Signalausbreitung der Beacons in einem freien Raum bestimmt und damit die Grundlage für ein Simulationsprogramm gelegt. Da es keine Standards oder Richtlinien für die Lokalisierungsgenauigkeit gibt, werden zusätzlich aus den Messwerten eine Richterskala bestimmt und diese erklärt. Mithilfe der Simulation und eines Optimierungsalgorithmus werden anhand der selbstdefinierten Richterskala geeignete Beacon-Konfigurationen berechnet und diese experimentell in Kapitel 4 überprüft. Dabei wird besonders auf Art der Validierung eingegangen, da sie automatisiert und standardisiert von einem Roboter durchgeführt wird. Am Ende der Arbeit werden die drei gesetzten Ziele mit dem Erreichten verglichen, die Ergebnisse daraus diskutiert und anschließend wird das Konzept daran bewertet.

Literaturverzeichnis

- [1] A. ATHALYE ; V. SAVIC ; M. BOLIC ; P. M. DJURIC: Novel Semi-Passive RFID System for Indoor Localization,. In: IEEE Sensors Journal 13 (2013), Nr. 2, 528-537. <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6310003>
- [2] <http://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AConstellationGPS.gif>
- [3] GOOGLE INC.: Google Indoor Maps. <https://www.google.com/maps/about/partners/indoormaps/>
- [4] J. BLANKENBACH ; A. NORRDINE: Indoor-Positionierung mit künstlichen Magnetfeldern. In: zfv 1 (2013). geodaesie.info/sites/default/files/privat/zfv_2013_1_Blankenbach_Norrdine.pdf
- [5] MICROSOFT RESEARCH: Mobile Indoor Localization. <http://research.microsoft.com/en-us/projects/indoorloc/>
- [6] TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERLIN ; ADVANTIC SISTEMAS Y SERVICIOS S.L. ; iMINDS ; SICS SWEDISH ICT AB ; TELEVIC HEALTHCARE: Evaluation Of RF-Based Indoor Localization Solutions For The Future Internet (EVARILOS). <http://www.evarilos.eu>
- [7] Y. CHEN ; D. LYMBEROPOULOS ; J. LIU ; B. PRIYANTHA: FM-based Indoor Localization. <http://research.microsoft.com/pubs/163038/sys029fp-Chen.pdf>