

AUTOMATISIERTE LICHTMESSUNG MIT INDOOR-LOKALISATIONSSYSTEM

TECHNISCHER BERICHT

Bachelorarbeit

Autoren

Patrick Scherler
Esteban Luchsinger

Betreuer

Prof. Dr. Luc Bläser

Industriepartner

Tobias Hofer
HSi Elektronik AG

HOCHSCHULE FÜR TECHNIK RAPPERSWIL

Oberseestrasse 10, 8640 Rapperswil, Switzerland

I.	Inhaltsverzeichnis	
1	Abstract	4
2	Management Summary.....	5
2.1	Ausgangslage.....	5
2.2	Vorgehen, Technologien.....	5
2.3	Ergebnisse	5
2.4	Ausblick	5
3	Rechtliche Hinweise	6
4	Ausgangslage und Zielsetzung.....	7
4.1	Motivation	7
4.2	Zweck und Ziel.....	7
4.3	Lieferumfang.....	7
4.4	Annahmen und Abgrenzungen.....	8
4.5	Einschränkungen.....	8
4.6	Abgrenzung zu anderen bestehenden Lösungen.....	8
4.7	Stand der Technik	8
5	Anforderungsanalyse	9
5.1	Anforderungen an Lichtmessungen	9
5.2	Funktionale Anforderungen	9
5.3	Nicht Funktionale Anforderungen.....	9
6	Analyse	10
6.1	Domainanalyse.....	10
6.2	Entwicklungsumgebung.....	11
6.3	Lichtmessungen durchführen.....	11
6.4	Human Error (Menschliche Fehler).....	11
6.5	Positionserkennung.....	11
6.6	Integration der Sensordaten.....	11
6.7	User Experience	11
7	Realisierung.....	12
7.1	Architektur	12
7.2	Probleme & Lösungsansätze	12
7.3	Ergebnis.....	12
8	Schlussfolgerung und Ausblick.....	13
8.1	Beurteilung der Ergebnisse	13
8.2	Mehr Titel... ..	13

9	Literaturverzeichnis	14
	Anhang	15
A.	Beispielanhang	15
B.	Glossar	16

II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1aaa..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

III. Tabellenverzeichnis

Es konnten keine Einträge für ein Abbildungsverzeichnis gefunden werden.

1 Abstract

2 Management Summary

2.1 Ausgangslage

2.2 Vorgehen, Technologien

2.3 Ergebnisse

2.4 Ausblick

3 Rechtliche Hinweise

4 Ausgangslage und Zielsetzung

Dieses Kapitel befasst sich mit der beim Projektstart bestehenden Ausgangslage beim Auftraggeber und der daraus entstandenen Motivation für diese Arbeit.

4.1 Motivation

Die Firma HSi Elektronik AG (Auftraggeber) führt unter anderem Lichtinstallationen bei Kunden im öffentlichen Bereich durch. Um die geforderten Helligkeitswerte der geltenden Standards garantieren zu können, werden entsprechende Lichtmessungen durchgeführt. Dabei setzt der Auftraggeber auf innovative Technologien, wie die Simulation der Lichtverhältnisse vor und nach der Installation. Die effektiven Messungen werden allerdings noch immer manuell mit einem Luxmeter durchgeführt und dokumentiert.

Gemäss den Standards müssten für die Überprüfung eines einzelnen Raumes Messungen in vordefinierten Abständen und Höhen ausgeführt werden. Manuelle Messungen verursachen hohe Zeitaufwände und sind durch die menschliche Ungenauigkeit fehleranfällig. Aus diesem Grund werden in der Praxis meist stichprobenartig Messungen erstellt, um die Daten der Simulation zu bestätigen.

Eine automatisierte und zuverlässige Lösung für die Lichtmessung würde diesen Prozess nicht nur verkürzen, sondern auch die Qualität und Aussagekraft der Messungen verbessern. Dies könnte in Zukunft auch eine regelkonforme Prüfung der geltenden Standards ermöglichen.

4.2 Zweck und Ziel

Ziel dieser Bachelorarbeit ist das Entwickeln einer praxistauglichen Lösung zur lokationsbasierten Ausführung von Lichtmessungen innerhalb eines Raumes. Die Lösung soll weitestgehend automatisiert sein und zwar vor allem dort, wo menschliche Fehler geschehen können. Dem Vermesser, der die Luxmessungen durchführt sollen möglichst alle benötigten Informationen über eine einfache Benutzerschnittstelle angezeigt werden.

Eine detaillierte Beschreibung mit den einzuhaltenden Punkten und einer Abgrenzung ist in der Aufgabenstellung ausgeführt. Nachfolgend sind als Ergänzung dazu alle Abweichungen der Aufgabenstellung aufgelistet, die zu Beginn der Arbeit so definiert wurden:

Anstatt *Beim Erreichen der Punkte im vordefinierten Raster sollen automatisch Lux-Messungen ausgeführt werden.*

Folgendes *Es werden permanent Lux-Messungen ausgeführt und mit den entsprechenden Positionsdaten verknüpft. Die Messwerte können anschliessend im User Interface gefiltert oder kombiniert werden.*

Grund *Es sollen so viele Messwerte wie möglich gesammelt und erst anschliessend bei der Analyse im User Interface gefiltert werden.*

4.3 Lieferumfang

Der Lieferumfang dieser Arbeit umfasst folgende Punkte:

- System zur lokationsbasierten Ausführung von Lichtmessungen innerhalb eines Raumes. (Siehe Aufgabenstellung)
- Technischer Bericht mit Architekturdokumentation.
- Source Code Repository und Code Dokumentation.

- Zwischen- und Abschlusspräsentation inkl. Live-Demonstration der Applikation.

4.4 Annahmen und Abgrenzungen

Zusätzlich zur Abgrenzung in der Aufgabenstellung wurden zu Beginn der Arbeit mit dem Auftraggeber und dem Betreuer folgende Punkte definiert:

Ansteuerung Die Ansteuerung des Sensors kann notfalls vom Auftraggeber erledigt oder simuliert werden. In dieser Arbeit soll hauptsächlich das Zusammenspiel der verschiedenen Komponenten, die Visualisierung der Sensordaten und die Positionsbestimmung behandelt werden.

Standards Die in der Motivation erwähnten Standards dienen lediglich als Referenz und müssen von der entwickelten Software nicht zwingend eingehalten werden. Eine entsprechende Lösung zur Einhaltung der Standards wäre in Zukunft allerdings denkbar und könnte vom Auftraggeber an seine Kunden als weiteren Service angeboten werden.

4.5 Einschränkungen

Für dieses Projekt gibt es vor allem Einschränkungen im Bereich der Grösse des Systems.

- Das komplette System soll mobil sein, damit es ein Vermesser jederzeit zum Kunden mitnehmen kann.
- Die Sensorkomponente muss möglichst portabel sein, damit diese später auf ein Hilfsmittel, wie beispielsweise eine Drohne, passt.

4.6 Abgrenzung zu anderen bestehenden Lösungen

- Simulationssoftware, die von der HSi eingesetzt wird.

4.7 Stand der Technik

- Lösung von elastic.co
- GeoHash grid Aggregation
- HeatmapJS
- Pozyx Beta

5 Anforderungsanalyse

5.1 Anforderungen an Lichtmessungen

Auf Standards verweisen.

5.2 Funktionale Anforderungen

5.3 Nicht funktionale Anforderungen

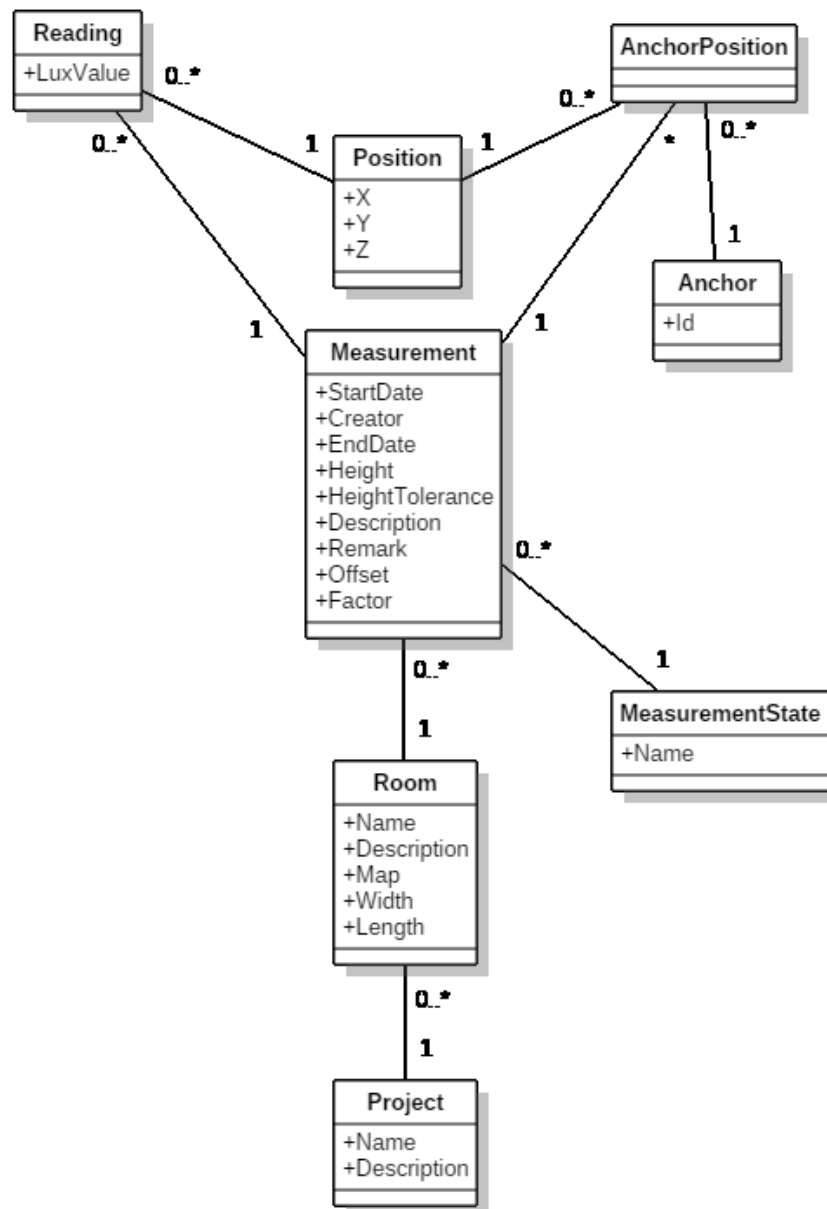
Accessibility als Thema dokumentiert!

6 Analyse

6.1 Domainanalyse

Das nachfolgende Domain-Modell zeigt die wesentlichen konzeptionellen Klassen und ihre Zusammenhänge. Es soll einen Überblick über die Problemdomäne schaffen.

Hinweis: Das Domain-Modell schreibt nicht vor, dass die abgebildeten Klassen unverändert implementiert oder all diese Attribute persistiert werden müssen.



Nachfolgend sind einige Klassen und Beziehungen genauer beschrieben:

Auf den ersten Blick ist das Attribut *Height* der Klasse *Measurement* identisch mit dem Z-Attribut der Klasse *Position*. Die *Height* muss jedoch zu Beginn einer Messung definiert werden und beschreibt somit die Soll-Höhe der auszuführenden Messung. Der Z-Wert beschreibt hingegen den effektiv von der Positionierungssoftware gemessenen Wert.

Das Attribut *HeightTolerance* definiert die Toleranz für Abweichungen von der gewünschten Messhöhe. Dieser Wert muss gegebenenfalls bei unterschiedlichen Traversierungs-Hilfsmitteln angepasst werden, da nicht immer dieselbe Präzision erreicht werden kann. Eine zu kleine Toleranz, würde das Wegwerfen vieler Messwerte bedeuten. Die **Kartierung** des Raumes benötigt in diesem Fall mehr Zeit. Eine zu grosse Toleranz ergibt eine Messung mit Messwerten, die sich in der aufgenommenen Höhe stark unterscheiden. Dies kann die Aussagekraft der Messung verschlechtern.

Die Beziehung zwischen *Measurement* und *AnchorPosition* definiert für eine Messung beliebig viele Antennen des Positionierungssystems. Laut dem Hersteller des Positionierungssystems Pozyx sind mit entsprechender Programmierung beliebig viele Antennen möglich¹.

6.1.1 Ubiquitous Language

Nachfolgend sind die wichtigsten Begriffe der Problemdomäne für den Kontext dieser Arbeit definiert. Dies ist ein bewährtes Vorgehen im Domain-Driven Design (DDD) [1].

Begriff	Erklärung
Project	Logische Gruppierung von Messungen (Measurement) und deren Räumen (Room) die zu einem gemeinsamen Auftrag gehören
Room	Zu vermessender Raum oder Bereich eines Raumes innerhalb eines Gebäudes
Measurement	Einzelne Messdurchführung innerhalb eines Raumes (Room) mit beliebig vielen Messwerten (Reading).
Reading	Einzelner Messwert als Kombination aus Helligkeitswert in Lux und relativer Position innerhalb des Raumes als kartesische Koordinaten
Anchor	Referenzpunkt des Positionierungssystems innerhalb des Raumes

6.2 Entwicklungsumgebung

6.3 Lichtmessungen durchführen

6.4 Human Error (Menschliche Fehler)

https://en.wikipedia.org/wiki/Human_error

6.5 Positionserkennung

6.6 Integration der Sensordaten

6.7 User Experience

¹ https://www.pozyx.io/Documentation/where_to_place_the_anchors (Kommentar von Pozyx Labs)

7 Realisierung

Die Realisierungsphase

7.1 Architektur

Wichtige Architekturentscheidungen dokumentieren.

7.2 Probleme & Lösungsansätze

7.3 Ergebnis

8 Schlussfolgerung und Ausblick

8.1 Beurteilung der Ergebnisse

8.2 Mehr Titel...

9 Literaturverzeichnis

Im aktuellen Dokument sind keine Quellen vorhanden.

Anhang

A. Beispielanhang

B. Glossar