

# Smartphone-based Indoor Localization within a 13th Century Historic Building

Toni Fetzer, Frank Ebner, Markus Bullmann and Frank Deinzer  
Faculty of Computer Science and Business Information Systems  
University of Applied Sciences Würzburg-Schweinfurt  
Würzburg, Germany  
{toni.fetzer, frank.ebner, markus.bullmann, frank.deinzer}@fhws.de

Marcin Grzegorzek  
Pattern Recognition Group  
University of Siegen  
Siegen, Germany  
marcin.grzegorzek@uni-siegen.de

## Abstract—Abstracttatata

### I. INTRODUCTION

Setting up a localization solution for a building is a challenging and time-consuming task, especially in environments that are not build with localization in mind or do not provide any wireless infrastructure or both. Such scenarios are of special interest when old or even historical buildings serve a new purpose such as museums, shopping malls or retirement homes. In terms of European architecture, the problems emanating from these buildings worsen with age.

They are often full of nooks and crannies, ... infrastructure based walking

have massive stonewalls, annexes from different historical periods with different construction materials and outdated or inaccurate building plans.

**TODO** hier vielleicht einfach auf die schlechten eigenschaften eingehen, wie sie die sensoren schädigen und was wir dagegen tun?

All this requires additional effort when setting up the system, what is then contrary to most costumers expectations of a fast to deploy and low-cost solution. In addition, this is not only a question of costs incurred, but also for buildings under monumental protection, what does not allow for larger construction measures. Thus a highly flexible, robust and scalable system is needed to deal with such conditions, especially with the claim of a universal solution in multiple different environments.

To tackle the challenges above, a novel indoor localization approach is presented within this paper and then deployed to a 13th century building. The first 300 years the building was constructed and used as a convent, after that it had different functions ranging from a granary to an office for Bavarian officials. Since 1936, the 2500 m<sup>2</sup> building acts as a museum of the medieval town Rothenburg ob der Tauber [1].

We believe that by utilizing our localization approach to such a challenging scenario, it is possible to prove its flexibility, robustness and manageable effort.

Finally, the here presented work is an updated and highly refactored version of the winner of the smartphone-based competition at IPIN 2016 [2].

unser system bietet aber fr alle anwendungen einen berschaubaren aufwand und soll generell unter unterschiedlichen bedingungen funktionieren. weshalb wir auch so ein worst case scenary wie ein museum ausgesucht haben. d.h. wir haben einen berschaubaren aufwand fr alle gebude. sind zwar nicht zero, aber auch nicht fingerprinting.

besonders kleine karten (wenig speicherplatz)

[1]

max. 1 Seite

- Deploying and indoor localisation system in the wild is not an easy task. especially in environments not planned for "zurechtfinden".... within this work we investigate the capabilities of a localization approach within a 14th century kloster, now blabal as a museum. the 2500 m<sup>2</sup> building has no digital infrastructure like ethernet, wifi or bluetooth. within the last 600 years the building durchging einige mayor baumanahmen, wie das hinzufugen von stockwerken oder ganzen gebudetrackte. leaving the build to be ein bunter mix (patchwork) unterschiedliche epochen, architekturen und verwendeter baumaterialien. (mehr dazu dann im indoormap kapitel)
- im museums umfeld bringt es dies und das weil..
- knappe kassen und kaum infrastruktur in den gebuden
- viele museun sind in sehr alten gebuden unter gebracht mit historisch gewachsener infrastruktur, welche nicht fr lokalisierung gemacht wurde
- es braucht eine kostengnstige lsung, welche dem anspruch eines museums gerecht wird.
- die wartung muss sehr gering ausfallen, da personal teuer
- keine spezialhardware, die besucher sollen mit eigenen gerten erkunden knnen. also smartphone-based.
- diese arbeit stellt daher ein smarthone-based lokalisierungssystem vor.
- zur lokalisierung wird neben pdr eine simple infrastruktur aus wifi beacons genutzt, deren position ber einige wenige fingerprints geschtzt werden.

### II. RELATED WORK

1/2 bis 3/4 Seite

- klassisches related work mit anderen systemen. Oder macht das hier keinen Sinn?
- bisschen ber fingerprinting herziehen

- bisschen ber uwb herziehen
- zum entschluss kommen, das normale menschen aktuell normale smartphones haben und deshalb solche lsungen just zu diesem zeitpunkt recht sinnvoll sind.
- auch der initiale aufwand sollte gering gehalten werden. also bisschen auf signalstrke verfahren eingehen.
- Also Reihenfolge:
- TOPTHEMA: In the Wild, also andere schwere Gebude.
- Karteninformationen
- Wifi-Beacons
- Optimierungsverfahren zur Positionsschitzung der AP's
- PDR mit Smartphone
- unser ding mit particle filter und blah.

### III. RECURSIVE STATE ESTIMATION

1/2 Seite, also kurz halten.

- klassiker.. also eigentlich alles beim alten.

### IV. TRANSITION

max. 1 Seite

#### A. Mapping

- Karte wird manuell ber ein Tool erstellt bei dem wnde, tren, fentser etc. eingezeichnet werden
- Karte unterscheidet bereiche, treppen etc.
- dort werden auch metainformationen wie ap etc. einge tragen
- daraus wird ein mesh generiert ber bla blub mit bla blub. cite cite cite :)

#### B. PDR

- aktuelle bewegungsmodell
- ...

### V. EVALUATION

3/4 - 1 Seite

#### A. Wifi

- kleine Wifi Beacons
- optimierung der ap positionen ber schtzverfahren cite cite cite
- log dist model. knnen wir auch wieder viel citen.
- da vorher nie erwht, ggf. bisschen was ber VAPGroup ing.

#### B. Barometer

- activity recognition ber barometer
- rauf/runter/treppe/aufzug etc. pp.

### VI. MISC

#### A. State Estimation

1/2 bis 3/4 Seite

- weighted average
- max particle
- bulli methode (gleich citen :))

#### B. Sample Impoverishment

- einfache methode um das zu beheben.
- falls ichs schaff, wifi method ber die frank und ich mal gesprochen haben.

### VII. EXPERIMENTS

3 1/2 seiten sollten das schon werden. also eine ausfhrliche evaluation.

- Noch ein paar Dinge ber das gebude und das setup an sich
  - auf was wurde geachtet, wie wurden die ap's gesetzt. etc pp.
  - wie wurde ground truth gemacht
  - wie viele testaufnahmen...
  - die einzelnen pfade gegenberstellen. (videos irgendwie bereitstellen?)
  - schtzung der ap positionen vs reale ap positionen
  - fehler gegenberstellen, genauigkeiten.
  - allgemein an den parametern rumspielen: Anzahl Partikel (da wir das eig noch nicht so wirklich oft gemacht haben)
  - estimation methoden gegenberstellen (diskussion aus bulli paper)
  - aktive probleme aufzeigen (verlaufen, hngtenblieben, schlechte ap signale ...)
- wir experimentieren auf allen vieren.

### VIII. CONCLUSION

Conclusion Conclusion

### REFERENCES

- [1] F. Ebner, T. Fetzer, F. Deinzer, and M. Grzegorzek, "On Wi-Fi Optimizations for Smartphone-based Indoor Localization," *IMWUT*, 2017, submitted.