

Indoor OSM

Mapping the World Indoors

Marcus Götz, Andreas Hubel, Frederic Kerber

FOSSGIS 2012
22. März 2012



Gliederung / Agenda

- (1) Einführung / Motivation
- (2) Durchführung einer Umfrage zur Relevanz digitaler Karten
- (3) Wie können Daten vor Ort aufgenommen werden?
- (4) Wie können Daten in OSM gemappt werden?
- (5) Welche Anwendungen gibt es?
- (6) Diskussion

Motivation

Wozu benötigt man überhaupt Indoor Daten?

- Gebäude werden zunehmend größer und komplexer
 - Burj Khalifa: 830m Höhe, 189 Stockwerke
 - Terminal 3 am Flughafen Dubai: 1.500.000 m² Nutzfläche
 - Großmarkt FlorraHolland: 990.000 m² Ausstellerfläche
 - Las Vegas Venetian Resort: 7.128 Zimmer
 - Einkaufszentrum Berjaya Times Square: 700.000 m² Ausstellerfläche
 - Mall of America: 520+ Geschäfte
 - Universitätsgebäude Warren G. Magnuson Health Sciences Building: 533.000 m² Nutzfläche
- unser Leben findet größtenteils drinnen statt
 - ein Bericht der American Physical Society belegt, dass der Durchschnitts-US-Bürger etwa 90% seines Lebens im inneren von Gebäuden verbringt
 - andere Länder/Kulturen dürften ähnliche Zahlen aufweisen
- ein großer Teil dieser Zeit ist vermutlich in unbekannten Gebäuden

Motivation

Indoor Maps/Anwendungen werden zunehmend interessanter...

- im privaten/öffentlichen Leben
 - viele Menschen sagen, dass bekannte Anwendungen (Navigation etc.) auch in Gebäude gebracht werden sollten bzw. dass diese nützlich wären
- in der Forschung
 - Navigation "auf den letzten Metern", Indoor Positionierung etc.
- in der Wirtschaft

Google



Navteq



Bing



Motivation

Wäre es nicht schön...

- ... den kürzesten Weg von seiner Haustüre bis zum nächsten Starbucks zu finden (anstatt nur zur Türe geführt zu werden)?
- ... den kürzesten Weg vom Eingang, zum Check-In und weiter zum Abfluggate am Flughafen zu finden?
- ... den kürzesten Weg fürs Umsteigen am Bahnhof angezeigt zu bekommen?
- ... eine detaillierte Übersicht (in 2D und/oder 3D) von der örtlichen Shopping Mall zu bekommen?
- ... den schnellsten Weg von der Rezeption zum Hotelzimmer und dann zum Pool angezeigt zu bekommen?
- ... usw.

Und das alles im Browser in einer Karte, oder auch auf dem Handy?

Motivation

OpenStreetMap und dessen Mitglieder (ihr) hat gezeigt, dass...

- es mehr kann, als die kommerziellen Datenanbieter
- es eine riesige Vielfalt von unterschiedlichen Informationen bereitstellen kann
- nicht nur Straßen interessant sind (es gibt mittlerweile mehr Gebäude in OSM als Straßen, ~ 53 vs. 49 Mio.)
- Indoor ein Thema für OSM wäre



**Warum sollte man also nicht auch versuchen,
die Welt Indoor zu mappen?**

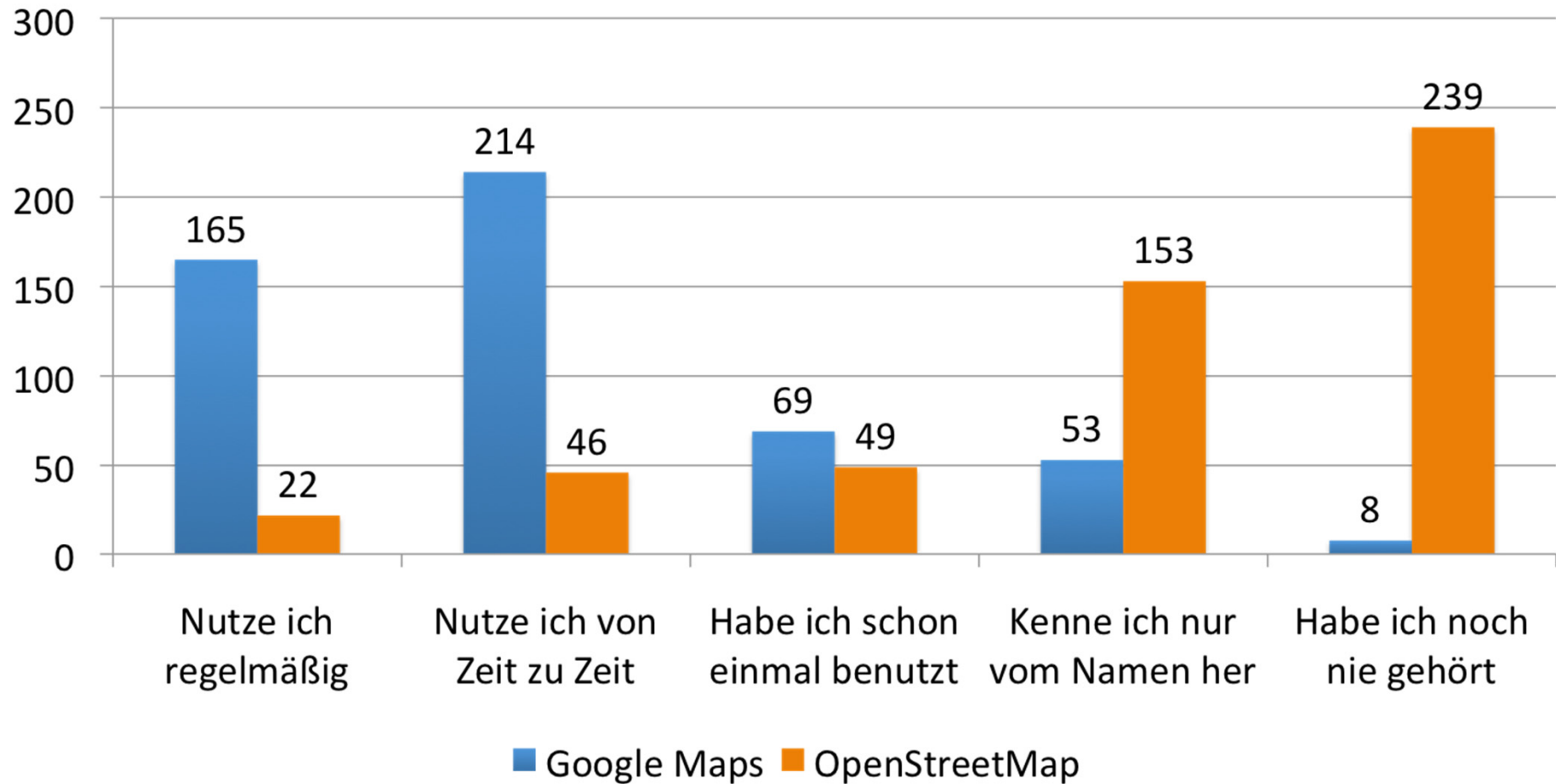
Durchführung einer Umfrage zur Relevanz digitaler Karten

Umfrage zur Relevanz digitaler Karten

- Erkenntnisse über die Nutzung digitaler Karten sollen gewonnen werden
- Schwerpunkt auf einem Vorschlag für ein OpenStreetMap ähnliches Indoor-Projekt (OpenIndoorMap, OIM)
- 509 abgeschlossene Umfragen von Internet-Nutzern
- 149 abgeschlossene Umfragen von Mitgliedern der OSM-Community

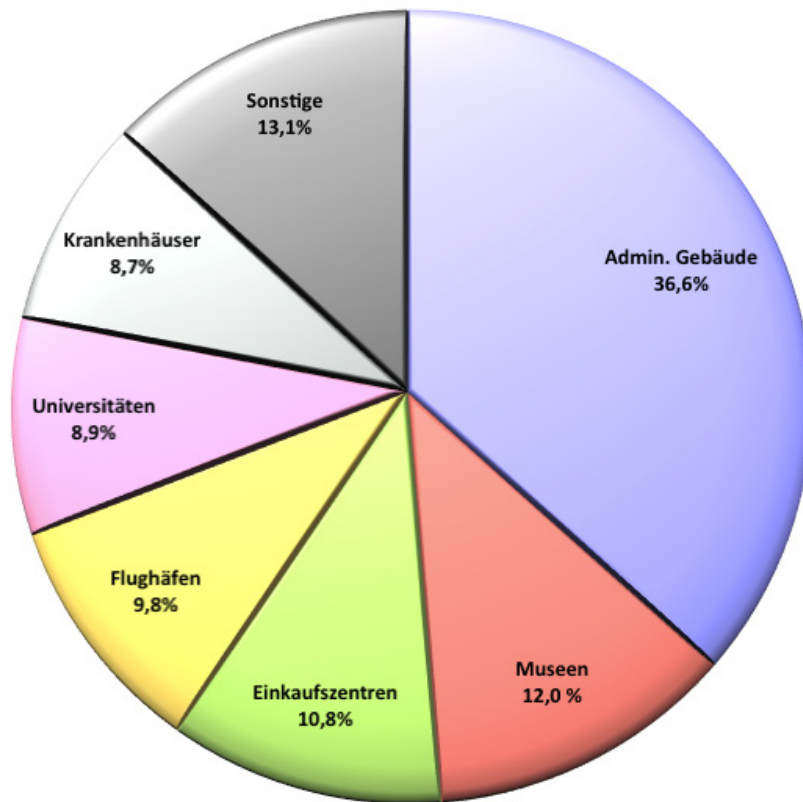
Nutzung bestehender Dienste

Ergebnisse der Befragung von 509 Internet-Nutzern

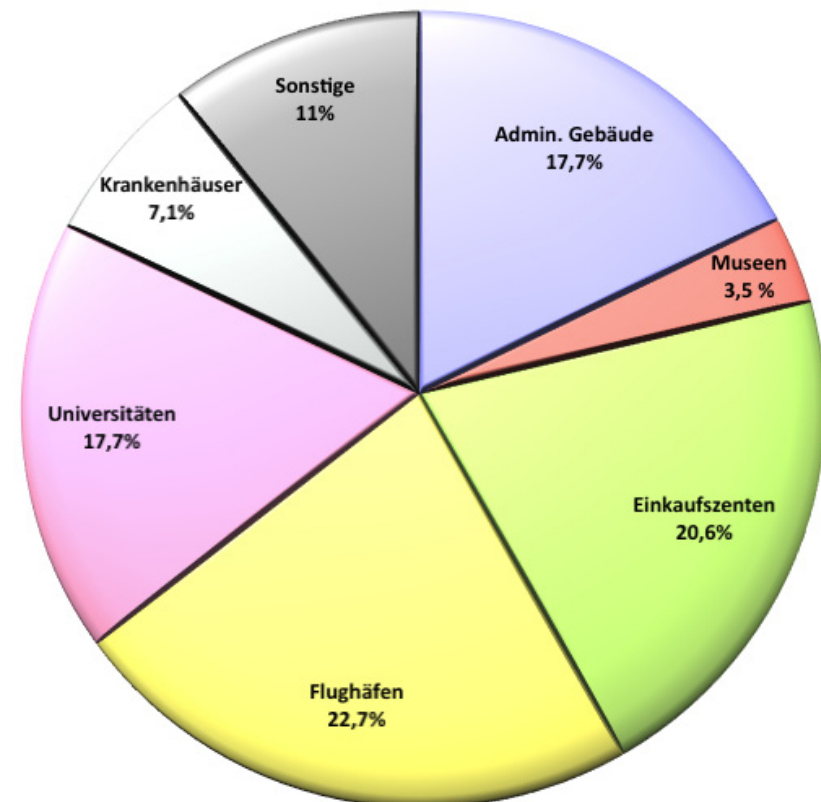


Innenraumkarten wünschenswert

Meistgenannte Gebäudetypen der beiden befragten Gruppen



Internet-Nutzer



Mitglieder der OSM-Community

Nutzung digitaler Indoor-Karten

Ergebnisse der Befragung von 509 Internet-Nutzern

- 28,5% der Befragten wünschten sich bereits digitale Indoor-Karten
- 62% würden digitale Indoor-Karten nutzen
- Mehr als 45% fänden auch Indoor-Navigation sinnvoll oder sehr sinnvoll
- 29,1% derjenigen, die auch OSM kannten, würden zu OIM beitragen

Nutzung digitaler Indoor-Karten

Ergebnisse der Befragung von 149 Mitgliedern der OSM-Community

- 51,7% der Befragten wünschten sich bereits digitale Indoor Karten
- 90% würden digitale Indoor-Karten nutzen
- 63,9% fänden auch Indoor-Navigation sinnvoll oder sehr sinnvoll
- 74% würden ebenfalls zu OIM beitragen

Nutzung digitaler Indoor-Karten

Ergebnisse der Befragung von 149 Mitgliedern der OSM-Community

- 51,7% der Befragten wünschten sich bereits digitale Indoor Karten

Ein oft genanntes Problem bzgl. Innenraumerfassung:

“Zu kompliziert, da es kein GPS o.ä. gibt”

- 74% würden ebenfalls zu OIM beitragen

Wie können Daten vor Ort aufgenommen werden?

Bestehende Mapping-Methoden

- Abgehen zu erfassender Gebiete mit GPS-Loggern
 - In Innenräumen nicht möglich, da GPS-Signale nicht in ausreichender Qualität oder gar nicht zur Verfügung stehen
- Abzeichnen von Luftaufnahmen
 - Luftaufnahmen können keine Informationen über das Gebäudeinnere liefern

Instrumentierte Umgebungen

- Instrumentierte Umgebungen erlauben die Lokalisierung von Nutzern ähnlich wie GPS
- Verschiedene Verfahren existieren
 - Infrarot-Baken
 - W-LAN Infrastruktur
 - ...
- Nachteile:
 - Vorbereitung der zu erfassenden Räumlichkeiten
 - Verwendung potenziell teurer Hardware

Smartphone-gestützte Erfassung

- Moderne Smartphones sind mit einer Vielzahl von Sensoren ausgestattet:
 - Beschleunigungssensor
 - Magnetometer
 - Gyroskop
 - ...
- Vorteile:
 - Steigende Verbreitung von Smartphones erspart oft weitere Investitionen
 - Keine Instrumentierung notwendig, daher mehr potenziell erfassbare Innenräume

Smartphone-gestützte Erfassung

- Zwei Ansätze zur Erfassung nicht-instrumentierter Innenräume:
 - Abgehen, der zu erfassenden Räume
(**Dead-Reckoning**)
 - Semi-automatische Vermessung durch trigonometrische Berechnungen

Smartphone-gestützte Erfassung

Dead-Reckoning Ansatz

- Erkennen einzelner Schritte anhand der Messwerte des Beschleunigungssensors
- Multiplikation mit vorher erfasster Schrittlänge liefert zurückgelegte Wegstrecke
- Richtungsänderungen des Nutzers werden durch Magnetometer und Gyroskop registriert

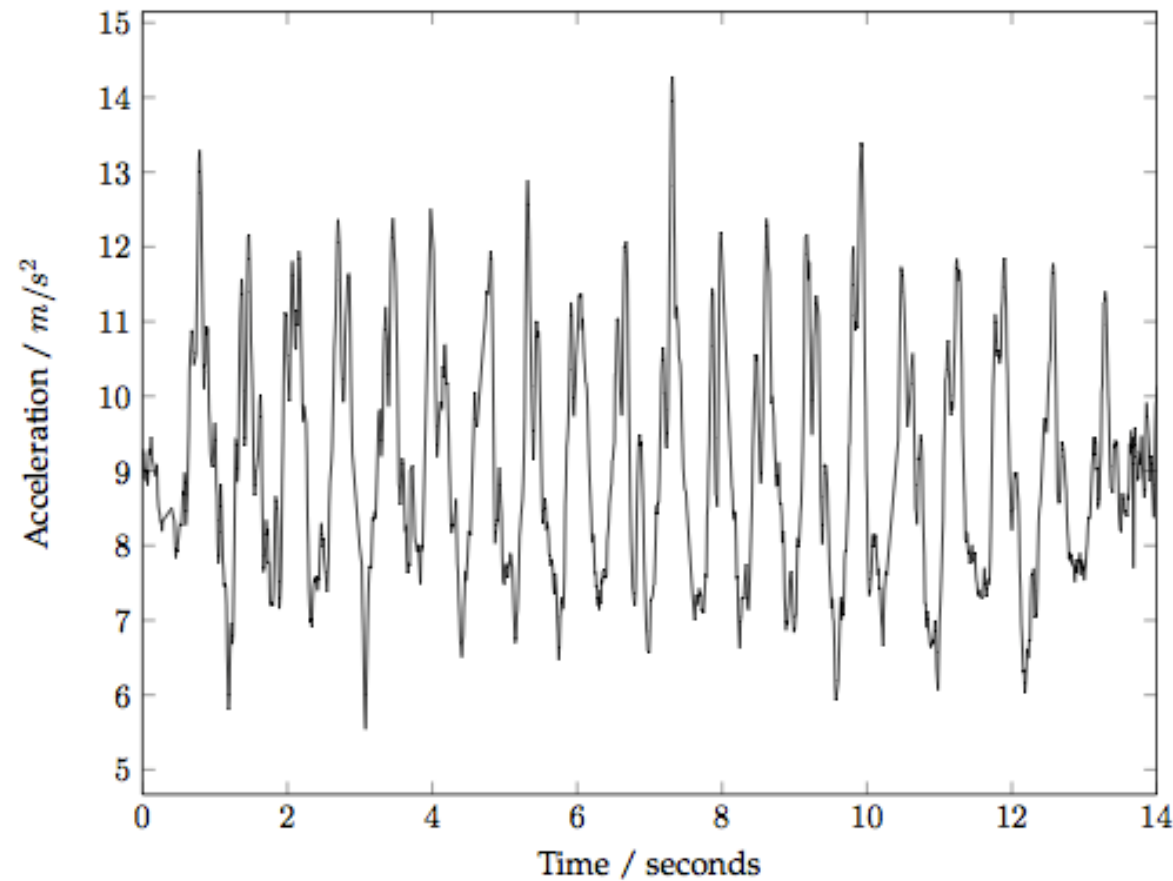
Sensor Fusion

Kombination zweier Sensortypen zur Verbesserung der Messwerte

- Magnetometer in Gebäuden oftmals unzuverlässig auf Grund von Störungen des Erdmagnetfeldes durch z.B.
 - Metall in Wänden und Decken
 - Elektronische Geräte
- Gyroskop-Werte häufen mit der Zeit Fehler an
 - ➔ Drift-Problem – zusätzlich verstärkt durch Integration
- Kombination beider Typen (**Sensor-Fusion**) liefert Langzeit-stabile Werte und kann kurzfristige Fehler korrigieren

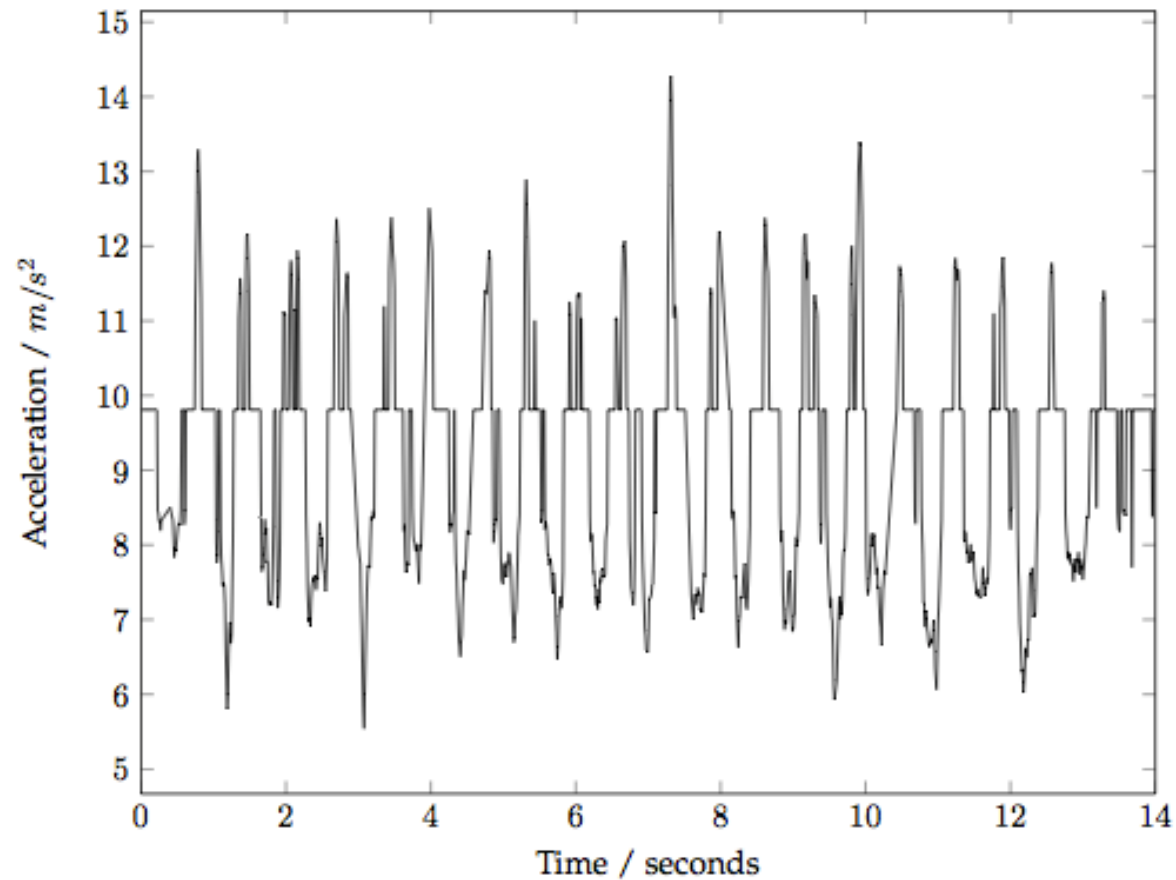
Smartphone-gestützte Erfassung

Dead-Reckoning Ansatz - Schritterkennung



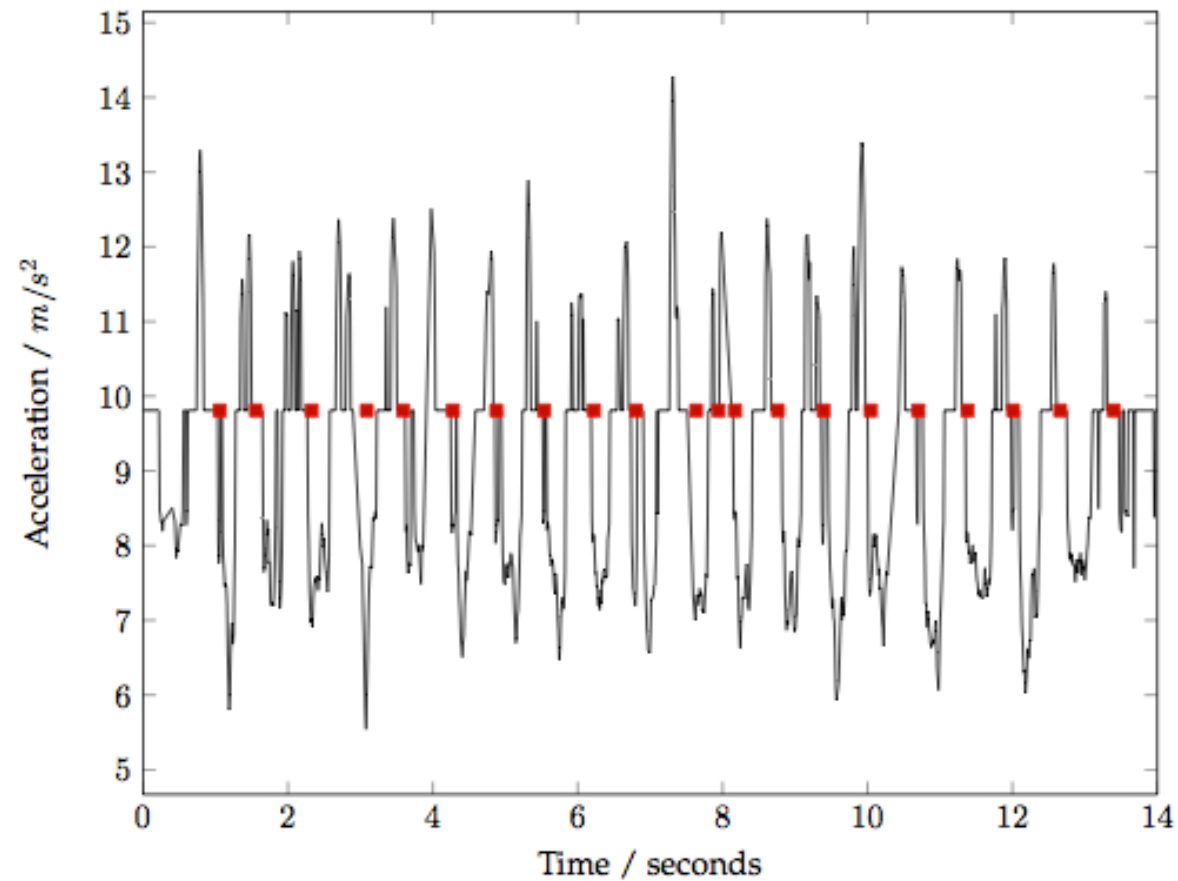
Smartphone-gestützte Erfassung

Dead-Reckoning Ansatz - Schritterkennung



Smartphone-gestützte Erfassung

Dead-Reckoning Ansatz - Schritterkennung



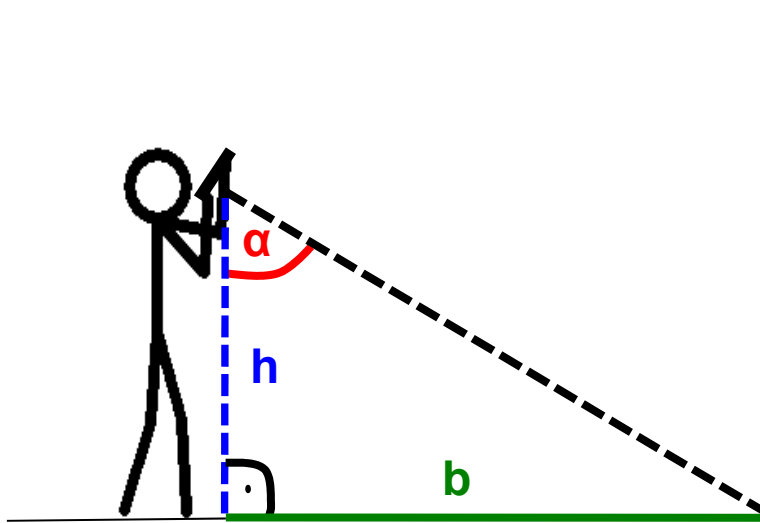
Smartphone-gestützte Erfassung

Semi-automatische Raumvermessung

- Erlaubt das Vermessen von Räumen, deren Außenwände nicht abgegangen werden können
 - z.B. da Tische oder Schränke dies verhindern
- Anpeilen der Tür- bzw. Raumecken mittels Zielkreuz im Kamerabild – wahlweise auf Boden- oder Deckenniveau
- Liefert gute Messergebnisse für Räume bis zu zehn Metern Wandlänge

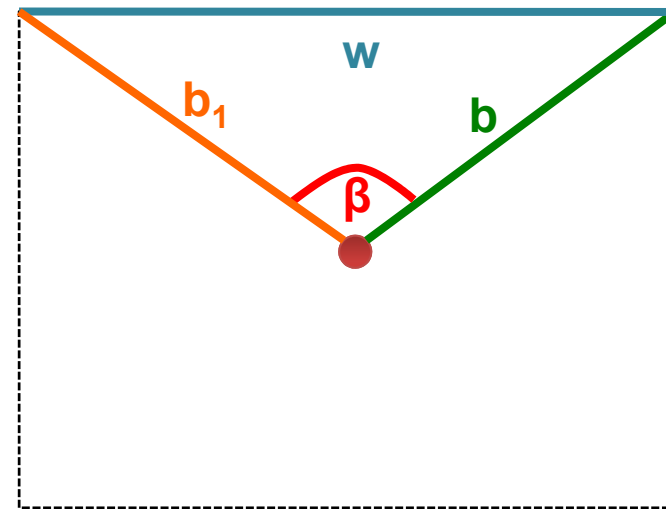
Smartphone-gestützte Erfassung

Semi-automatische Raumvermessung



Vermessen einer Raumecke

$$b = h / \tan(90^\circ - \alpha)$$

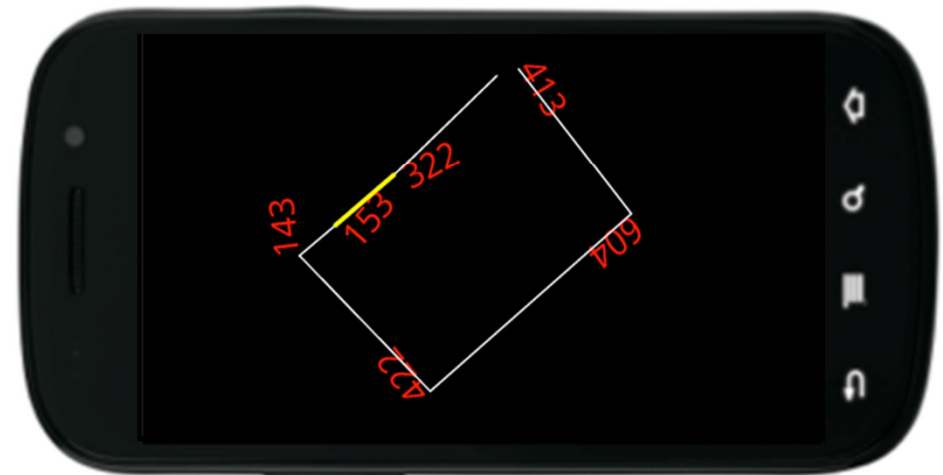


Wandberechnung nach
Vermessen zweier Ecken

$$w = \sqrt{b_1^2 + b^2 - 2 \cdot b_1 \cdot b \cdot \cos(\beta)}$$

Smartphone-gestützte Erfassung

Semi-automatische Raumvermessung



Wie können Daten in OSM gemappt werden?

IndoorOSM

Motivation für den Mapping Proposal *IndoorOSM*

- Sammlung von detaillierten Plänen der unterschiedlichen Stockwerke eines Gebäudes
- Erfassung von unterschiedlichen Details wie Türen und Fenster
- Anreicherung der Daten mit 3D Informationen (*height*)
- Korridore sollen auch als Polygone erfasst werden, da es oftmals schwierig / unmöglich ist, eine Centerline zu bestimmen
- Detaillierte Beschreibung des Proposals:

<http://wiki.openstreetmap.org/wiki/IndoorOSM>

IndoorOSM

Grundgedanken des Models

- ein Gebäude (*building*) besteht aus mehreren Stockwerken (*level*)
- ein Stockwerk besteht aus
 - mehreren Teilen (*buildingpart*) wie etwa Räume, Korridore
 - einer (oder mehrerer) Außenhüllen (*shell*)
- mehrere Stockwerke sind durch Fahrstühle, Treppenhäuser etc. vertikal verbunden (*verticalpassage*)
- Fenster/Öffnungen (*window*) und Türen (*door*) sind Teil eines *buildingparts*
- Detaillierte Beschreibung der Abhängigkeiten bzw. der wissenschaftlichen Motivation (inkl. einer umfangreichen Ontologie):

Goetz M., Zipf A. (2011): Extending OpenStreetMap to Indoor Environments: Bringing Volunteered Geographic Information to the Next Level , In: Rumor, M., Zlatanova, S., LeDoux, H. (eds.) Urban and Regional Data Management: Udms Annual 2011: Delft, The Netherlands. p. 47-58.

IndoorOSM

OSM Relation

ID = 1230

type= building

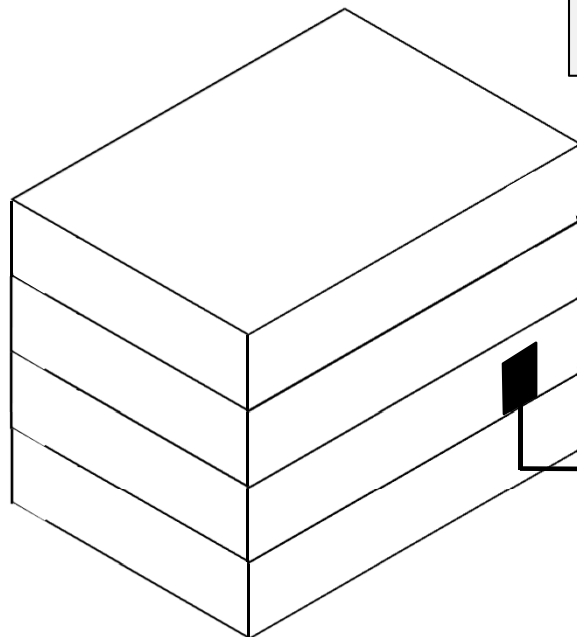
name = OSM Building Usecase

addr:city = Heidelberg

addr:country = Germany

building:roof:shape = flat

...



Relation Member 1 (role:level_2), OSM Relation (type:level)

Relation Member 2 (role:level_1) , OSM Relation (type:level)

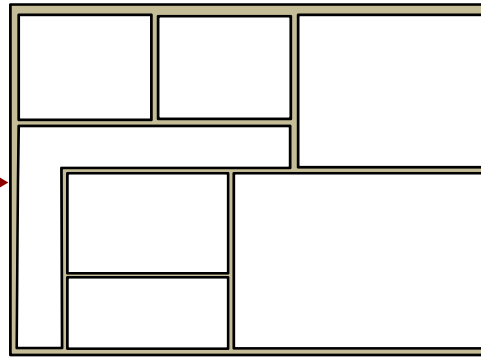
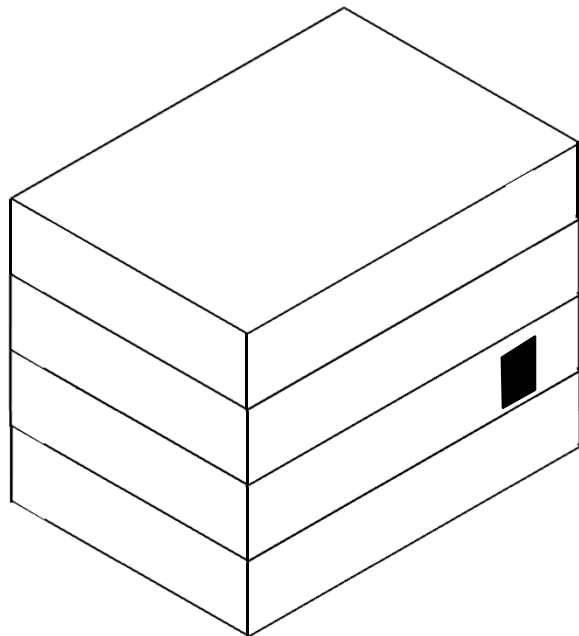
Relation Member 3 (role:level_0) , OSM Relation (type:level)

Relation Member 4 (role:level_-1) , OSM Relation (type:level)

Relation Member 5 (entrance_exit) , OSM Node (type:door)



IndoorOSM



OSM Relation

ID = 1231

type = level

name = 2 Obergeschoss

level = 2

level:usage = academic

...

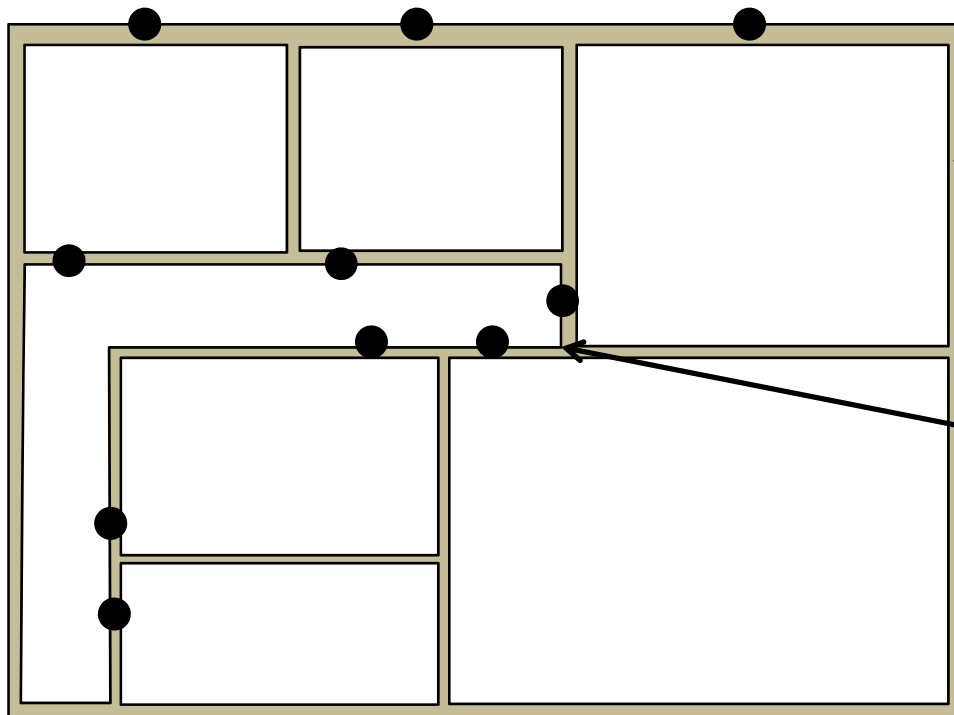
7x Relation Member (role: buildingpart), OSM relation/way → Räume/Korridore/Treppen etc.

1x Relation Member (role: shell), OSM relation/way → die Außenhülle (Wand) des Stocks



IndoorOSM

Räume haben eine Geometrie (way oder relation)
und entsprechende Tags:



OSM Way

ID = 1232

buildingpart = room

name = Audimax

ref= 105

height= 4

...

OSM Way

ID = 1233

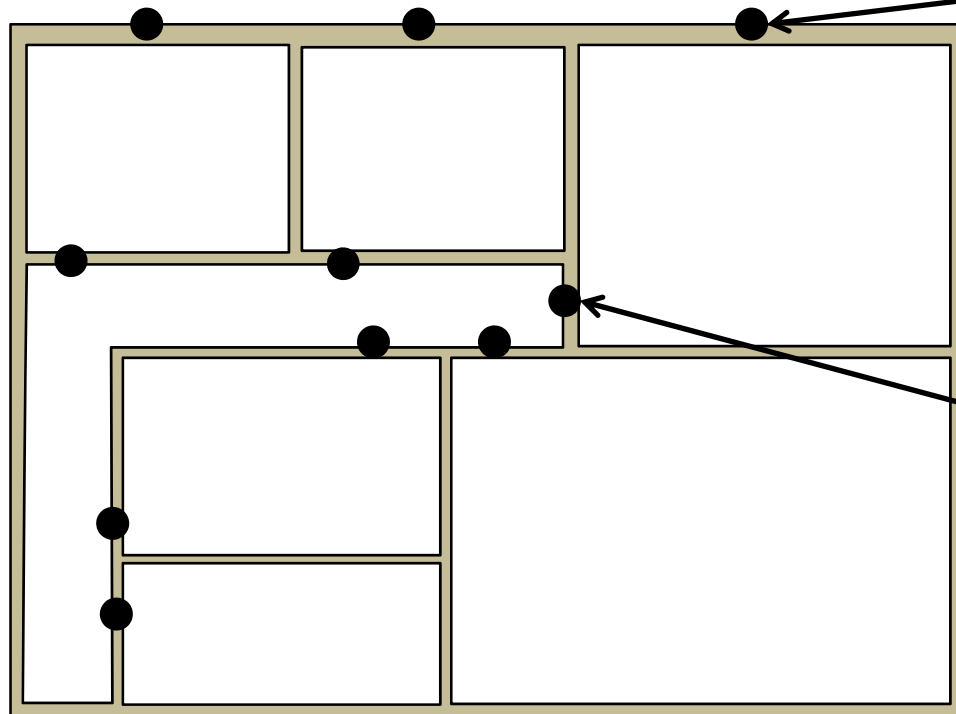
buildingpart = corridor

height= 3

...

IndoorOSM

Türen und Fenster sind Teil der entsprechenden Geometrie (way) und haben entsprechende Tags:



OSM node (part of shell)

ID = 1234

window = glass

breast = 1.2

height = 1.5

width = 2

...

OSM node

(part of corridor or room)

ID = 1235

door = manual

height = 2

width = 1

...

Andere Tagging-Schemas

- Nur in einzelnen Fällen im Wiki dokumentiert
 - `level`-Tag scheint sich durchgesetzt zu haben
- LevelMap-Proposal
 - klassisches Mappen in 2D
 - Zusammenhänge jeweils durch Relationen
 - gleiche Geschosse müssen nur ein Mal modelliert werden
- Indoor1-Proposal
 - wird als Indoor2 überarbeitet

Indoor2-Proposal

- mehrere Arten Objekte je nach Detailgrad abzubilden
 - Treppen ausmodelliert oder als Node
 - Räume als Area oder als Node
- Wege mit `highway=corridor`
- ÖPNV-Haltestellen (Untergrund)
- Aufzüge als einzelne Nodes (`levels=1;5`)
- Relations „verpflichtend“, empfehlend oder optional?

IndoorOSM

Wie kann IndoorOSM gemappt werden?

- Foto eines Evakuierungsplans kann als Vorlage dienen
→ muss eventuell bearbeitet (begradigt etc.) werden
- Plan kann mittels PicLayer (JOSM Plugin) in JOSM
 - geöffnet werden
 - an bestehendem OSM Gebäudegrundriss ausgerichtet werden
- die Grundrisse der einzelnen Räume etc. können dann direkt abgezeichnet werden
- mittels Filterregeln kann man ganze Stockwerke ausblenden:
(child role:level_-1) OR (child child role:level_-1)
(child role:level_0) OR (child child role:level_0)
- *Arbeiten gemeinsam mit der Universität Stuttgart: automatische Generierung eines IndoorOSM Datensatz aus einem Evakuierungsplan Foto*

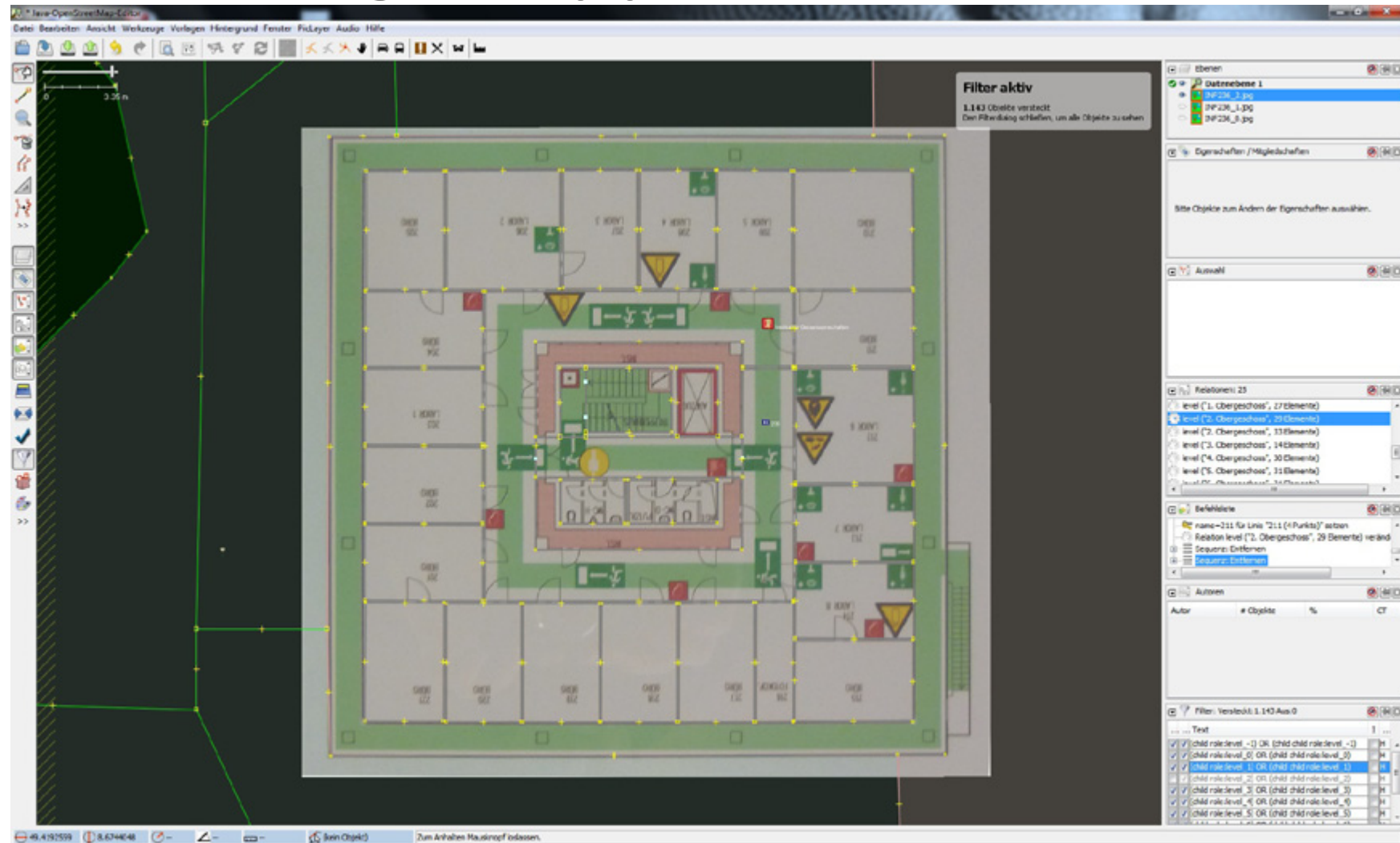
Wie kann IndoorOSM gemappt werden?



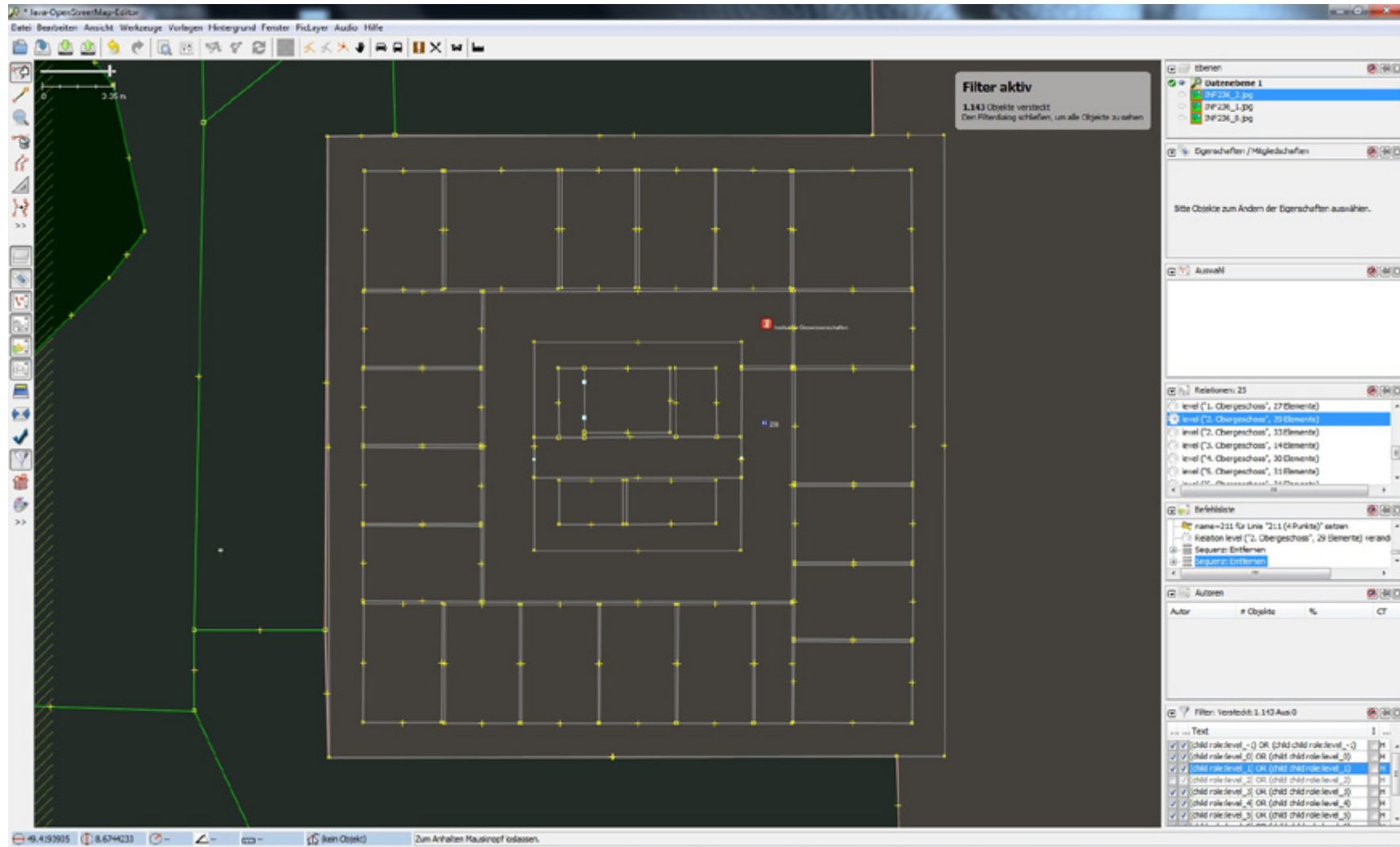
Wie kann IndoorOSM gemappt werden?



Wie kann IndoorOSM gemappt werden?



Wie kann IndoorOSM gemappt werden?



Welche Anwendungen gibt es?

indoorOSM.uni-hd.de

Ansicht einer 2D Karte des Gebäudes mit Räumen und Türen

The screenshot displays the indoorOSM.uni-hd.de web application interface. The main map area shows a 2D floor plan of a building with various rooms and corridors. Rooms are labeled with numbers: 002, 003, 004, 005, 006, 007, 008, 009, 010, 011, 012, 013, 014, 015, 016, and 017. A route is highlighted in orange, starting from the 'Entrance' and ending at room 012 (HS). The map is surrounded by a pink area representing the street, with labels for 'Hofstraße' and 'Gundolfstraße'. On the left side, there is a vertical toolbar with navigation controls (compass, zoom in/out, and a scale bar). On the right side, there is a 'Level Selector' with buttons for levels 2, 1, 0, and -1, and a 'Legend' section with color-coded boxes for 'room' (yellow), 'corridor' (light gray), 'stairs' (green), 'elevator' (blue), 'escalator' (pink), 'obstacles' (dark gray), and 'door' (black dot). At the bottom, there is a 'Start' section with dropdown menus for 'Level' (0) and 'Room' (Entrance), and a 'Target' section with dropdown menus for 'Level' (0) and 'Room' (012 (HS)). There are also buttons for 'Compute Route' and 'Clear Route', and a checkbox for 'Show partial routes for each level?'. The bottom left corner features the 'GIScience' logo and the text 'Copyright © 2011 - Map data CC-BY-SA by OpenStreetMap'.

indoorOSM

Level Selector

2
1
0
-1

Legend

- room
- corridor
- stairs
- elevator
- escalator
- obstacles
- door

Start: Level 0 Room Entrance

Target: Level 0 Room 012 (HS)

Compute Route Clear Route

Copyright © 2011 - Map data CC-BY-SA by OpenStreetMap

☐ Show partial routes for each level?

indoorOSM.uni-hd.de

Auswahlfeld für das jeweilige Stockwerk

indoorOSM

Level Selector

2
1
0
-1

Legend

- room
- corridor
- stairs
- elevator
- escalator
- obstacles
- door

Start: Level 0 Room Entrance

Target: Level 0 Room 012 (HS)

Compute Route Clear Route

☐ Show partial routes for each level?

Copyright © 2011 - Map data CC-BY-SA by OpenStreetMap



GIScience

indoorOSM.uni-hd.de

Indoor Routing mit Anzeige der ganzen Route (Überblick)

The screenshot displays the indoorOSM.uni-hd.de web application interface. The main map area shows a floor plan with rooms numbered 002 through 017, 009 through 014, and 012. A blue route is highlighted, starting from a blue dot in room 002 and ending at a blue dot in room 013. The route passes through rooms 003, 004, 005, 006, 007, 017, 016, 015, 014, and 013. The map is surrounded by a pink area representing the outdoor environment, with streets labeled 'Hofstraße' and 'Gundolfstraße'. On the left side, there is a vertical toolbar with a compass and a zoom slider. On the right side, there is a 'Level Selector' with buttons for levels 2, 1, 0, and -1. Below the level selector is a 'Legend' with color-coded boxes for 'room' (yellow), 'corridor' (light gray), 'stairs' (green), 'elevator' (blue), 'escalator' (pink), 'obstacles' (dark gray), and 'door' (black dot). At the bottom, there is a 'Start' section with 'Level 0' and 'Room Entrance' selected, and a 'Target' section with 'Level 1' and 'Room 121' selected. There are 'Compute Route' and 'Clear Route' buttons. A checkbox labeled 'Show partial routes for each level?' is also present. The bottom left corner features the 'GIScience' logo and the text 'Copyright © 2011 - Map data CC-BY-SA by OpenStreetMap'.

indoorOSM

Level Selector

2
1
0
-1

Legend

- room
- corridor
- stairs
- elevator
- escalator
- obstacles
- door

Start: Level 0 Room Entrance

Target: Level 1 Room 121

Compute Route Clear Route

☐ Show partial routes for each level?

Copyright © 2011 - Map data CC-BY-SA by OpenStreetMap

indoorOSM.uni-hd.de

Indoor Routing mit Anzeige der Route für das gewählte Stockwerk

The screenshot displays the indoorOSM.uni-hd.de web application interface. The main map area shows a floor plan with rooms numbered 002 through 017, 009 through 014, and 012. A blue line indicates a route starting from a blue dot in room 002 and ending at a blue dot in room 013. The interface includes a map control panel on the left with a compass and zoom controls. On the right, there is a 'Level Selector' with options 2, 1, 0, and -1, and a 'Legend' with color-coded entries for room (yellow), corridor (light gray), stairs (green), elevator (blue), escalator (pink), obstacles (dark gray), and door (black dot). At the bottom, there is a control panel with 'Start' and 'Target' dropdowns for Level and Room, 'Compute Route' and 'Clear Route' buttons, and a checkbox for 'Show partial routes for each level?'. The copyright notice at the bottom reads: 'Copyright © 2011 - Map data CC-BY-SA by OpenStreetMap'.

indoorOSM

Level Selector

2
1
0
-1

Legend

- room
- corridor
- stairs
- elevator
- escalator
- obstacles
- door

Start: Level 0 Room Entrance

Target: Level 1 Room 121

Compute Route Clear Route

☒ Show partial routes for each level?

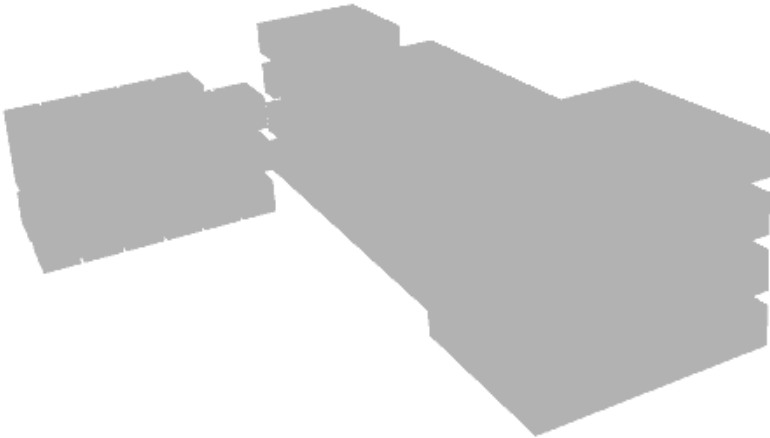
Copyright © 2011 - Map data CC-BY-SA by OpenStreetMap




GIScience

indoorOSM.uni-hd.de/3D

Prototypische Anwendung in 3D (basierend auf XML3D/WebGL)





Now in 3D

Toggle Level Visibility

2

1

0

-1

Start: Level Room

Target: Level Room

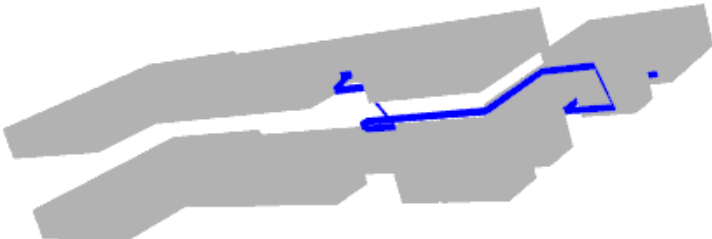
Copyright © 2011 - Map data [CC-BY-SA](#) by [OpenStreetMap](#)




GIScience

indoorOSM.uni-hd.de/3D

3D Indoor Routing und Ein-/Ausblenden von Stockwerken





Now in 3D

Toggle Level Visibility

- 2
- 1
- 0
- 1

Start: Level Room

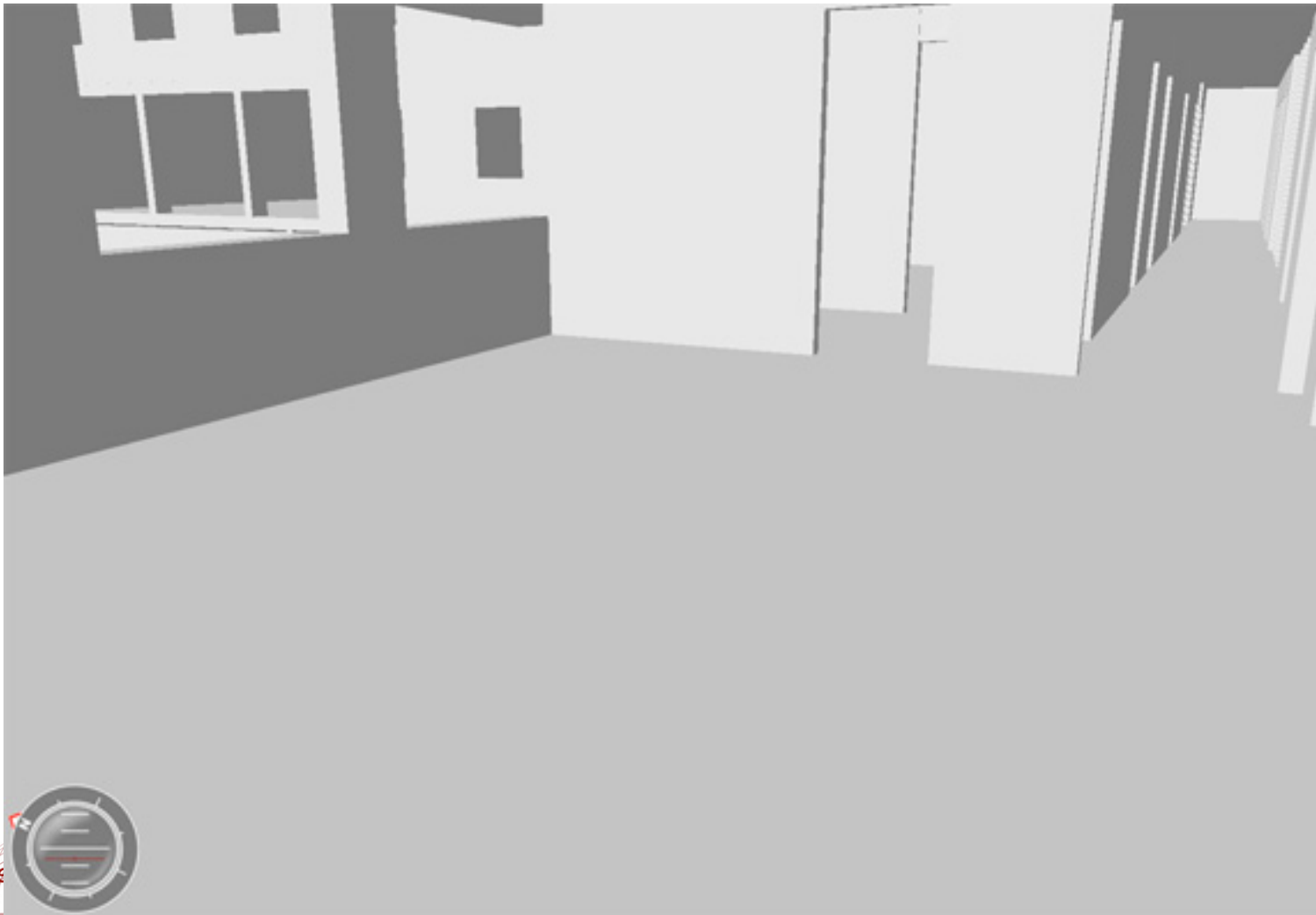
Target: Level Room

Copyright © 2011 - Map data [CC-BY-SA](#) by [OpenStreetMap](#)



3D Innenraummodelle

Aus IndoorOSM Daten (mit *height*) können
3D Innenraummodelle erzeugt werden

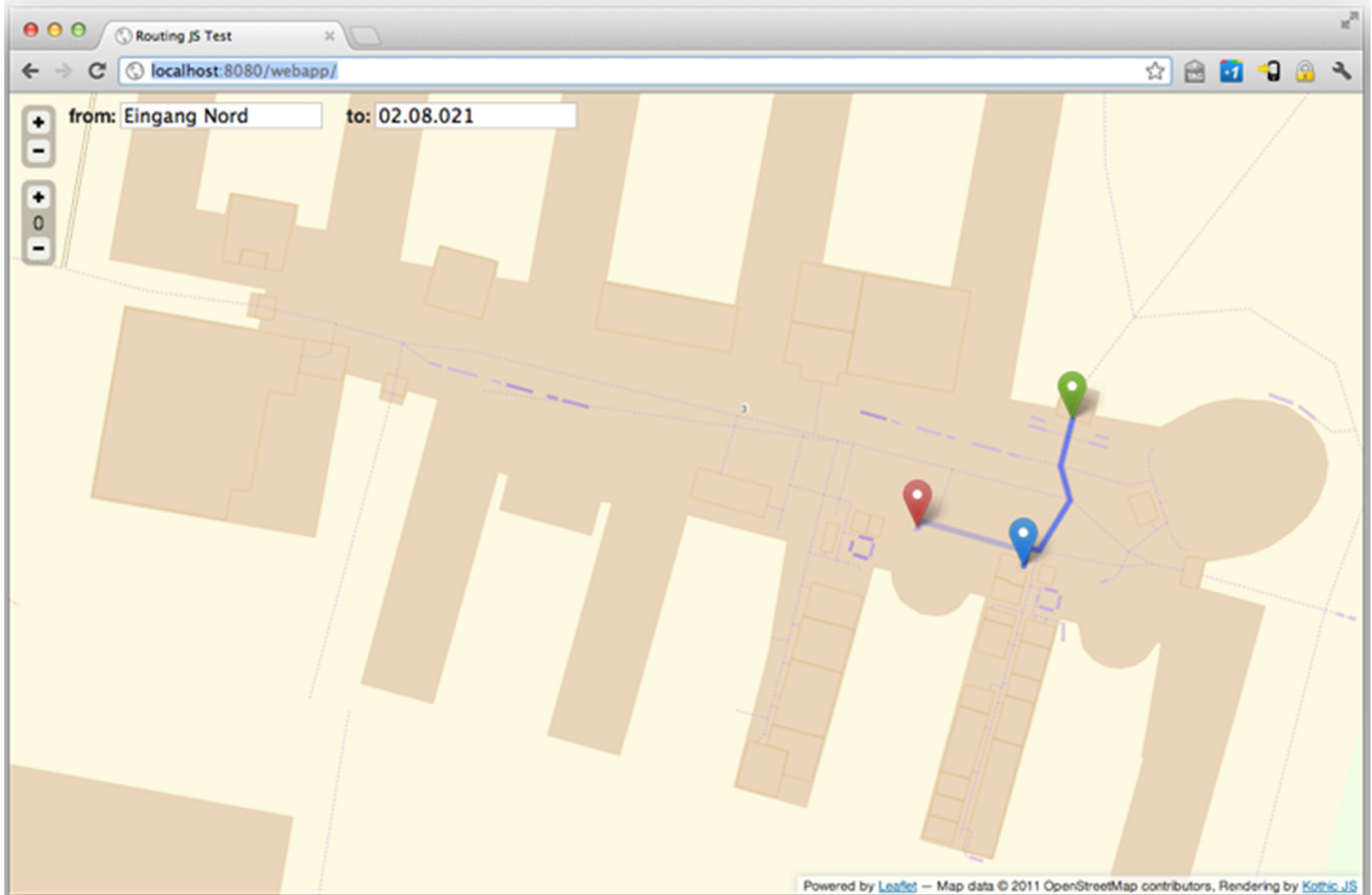


GIScience

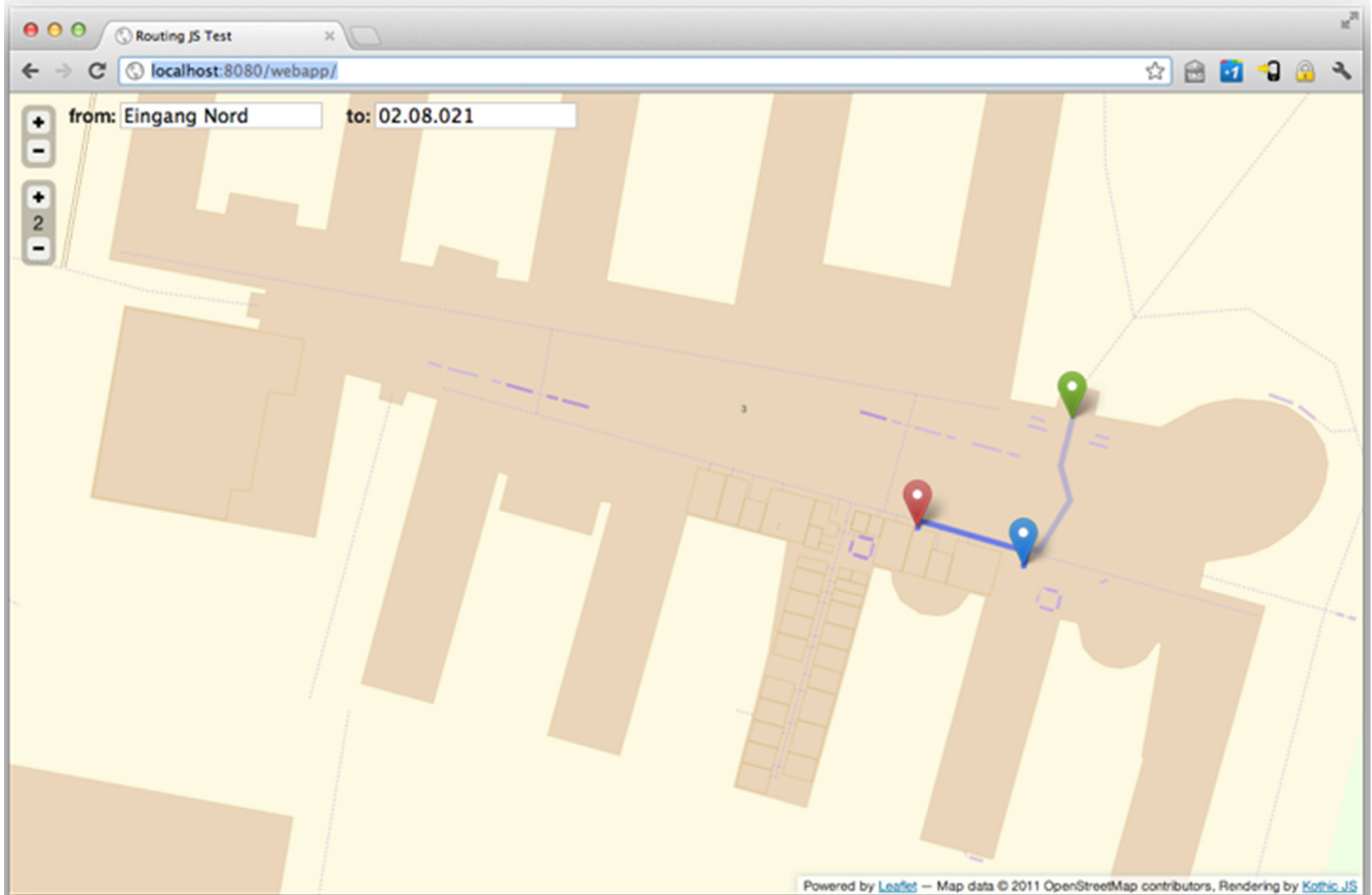


Anwendungen

- IndoorOSM Demo
 - <http://indoorosm.uni-hd.de>
- RoutingJS
 - <http://andreas-hubel.de/ba/>
- FootPath
 - <http://youtu.be/RQhrvT2hUAc?hd=1>
- OpenStreetBrowser
 - http://www.openstreetbrowser.org/#rel_1370729



Andreas Hubel



Zusammenfassung

- Indoor wird immer wichtiger
- das Interesse an Indoor Daten steigt
- es gibt verschiedene Ansätze um Daten zu erheben
- je nach Detailgrad können Daten unterschiedlich gemappt werden
- es gibt bereits einige Anwendungen, die Indoor OSM Daten nutzen

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Fragen / Diskussion?

m.goetz@uni-heidelberg.de
post@andreas-hubel.de
frederic.kerber@dfki.de