
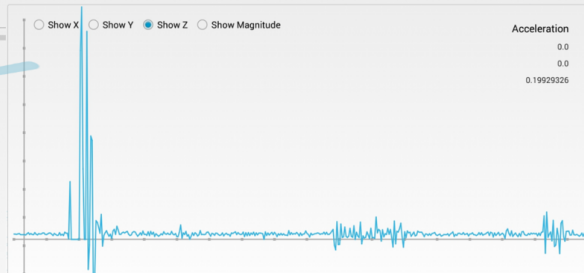


Personentracking für kontextabhängige Benutzeroberflächen auf mobilen Geräten

Andreas Weinberger | 3. November 2014

INSTITUT FÜR ANTHROPOMATIK

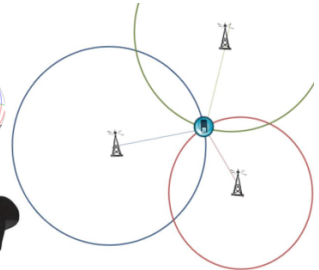
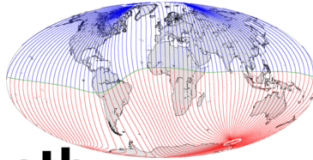
 [Asus1, 420, 92]



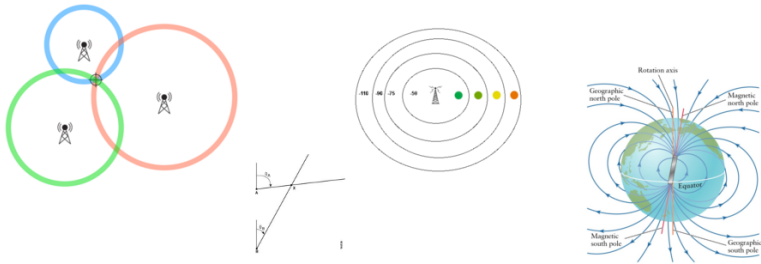
- 1 Überblick
- 2 Stand der Technik
 - Wichtige Tracking-Verfahren
 - Kommerzielle Systeme
- 3 Die praktische Umsetzung
 - Die Daten-Vorverarbeitung
 - Die Merkmalsextraktion
 - Die Suche nach dem Ergebnis
- 4 Evaluation
 - Mehr-Personen-Tests
 - Generierte Testläufe
- 5 Zusammenfassung

- **Frage:** Trackingkameras und Tablets. Wie lässt sich das verwenden, um Personen und Tablets zu verknüpfen?
- **Frage:** Was kann man verwenden, um Tablet- und Tracker-IDs einander zuzuordnen?
- **Frage:** Funktioniert das überhaupt? Was ist zu beachten?

Diese und andere Fragen sollen im Laufe des Vortrags angesprochen werden. Doch zuvor werden die aktuellen Indoortracking-Techniken kurz vorgestellt.



Indoortracking-Heute arbeitet mit vielen verschiedenen Techniken und Methoden, und es wird seit Jahren immer beliebter!
Aber wieso verwendet man nicht einfach GPS?



- Inzwischen gibt es einige häufig genutzte Methoden und Verfahren, welche auch teilweise miteinander kombiniert werden.
- Unter den Hauptkomponenten sind meistens Triangulation, Trilateration, RSSI, und/oder Fingerprinting.
- Kamerabasierte Techniken sind seltener.



Get In-Store
Notifications



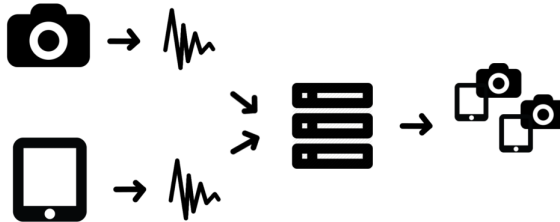
awiloc



Quuppa



- Viele große Unternehmen haben das Potential erkannt: Apple, Navizon und Andere bieten ausgereifte Indoortracking Systeme an.
- Es wurde eine Allianz aus Firmen gegründet, um Innovation zu fördern und Erfahrungen auszutauschen: Die „In-Location Alliance“.



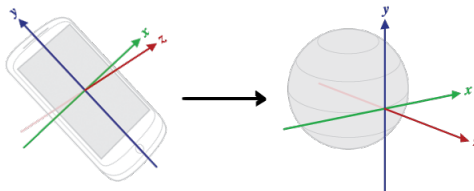
Der Auftrag des Systems in Kurzform

Personen-Pixelpositionen + Tablet-Sensordaten → **$[(\text{Person}, \text{Tablet})_1, \dots]$**

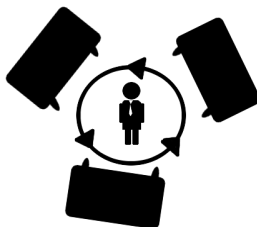
Suche in den Datenströmen der Geräte nach Gemeinsamkeiten im Bewegungsverhalten und finde die beste Zuordnung.



- Auf modernen Tablets stehen viele verschiedene Sensortypen bereit.
- Es können Beschleunigungen, Drehungen, Magnetfeld und andere Daten gemessen werden.
- Wichtig ist hier vor allem die Beschleunigung! Diese muss aber mit der Hilfe der anderen Sensoren vorverarbeitet werden.
- Die Datenrate ist flexibel. Hier werden 10Hz verwendet.



- **Problem:** Die Beschleunigungen werden im Tablet-Koordinatensystem gemessen. Wichtig ist aber die horizontale Bewegung, egal wie das Tablet gehalten wird!
- **Lösung:** Daten in Tabletkoordinaten \Rightarrow Daten in Weltkoordinaten, führe also eine Koordinaten-Transformation durch.



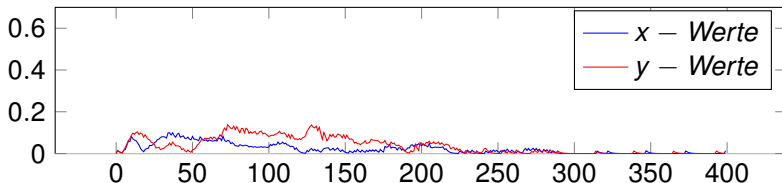
- **Problem:** Drehungen verursachen starke Beschleunigungen. Je stärker, desto wahrscheinlicher wurden sie um die eigene Achse durchgeführt.
- **Lösung:** Nimm an, dass die Beschleunigungen während sehr starker Gyroskop-Ausschläge keine hilfreichen Informationen enthalten. Setze deswegen alle Beschleunigungen auf 0!
- *Aber ab wann gehen nützliche Informationen verloren? Und was ist, wenn ich das Tablet schüttele?*

- Nur Beschleunigungen, die von Gehbewegungen stammen, sollten weitergeleitet werden.
- Das erfordert, dass Beschleunigungen, die durch die Bedienung oder durch Gesten entstehen, verworfen werden.
- Manchmal ist es nicht eindeutig, ob etwas zu einer Gehbewegung gehörte oder durch zufällige Bewegungen entstanden ist. Deswegen wird hier nicht binär gefiltert, sondern prozentual gewichtet.



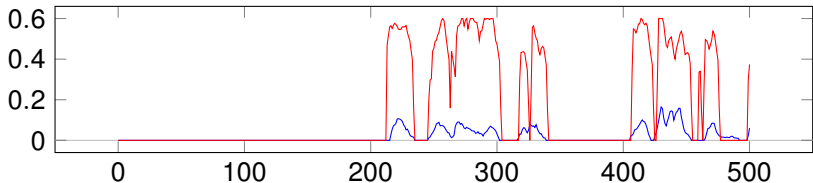
- Der Tracker schickt die Positionen von *möglichen* Personen in Pixelkoordinaten. Diese Daten müssen für eine Zuordnung ausreichen.
- Es kommen pro Sekunde 30 Positionsangaben im Server an.

x : Zeit (30ms Sampling), y : px/ms



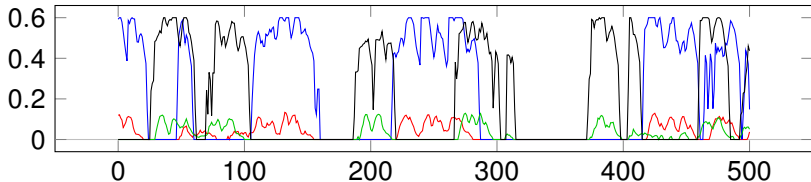
- Die Pixelkoordinaten werden in Pixel-Beschleunigungen umgerechnet.
- Die groben Kurvenverläufe stimmen jetzt mit denen der Tablets bis auf die Skalierung (Einheit) überein.
- Rauschen und Störungen sind entweder so gering, dass sie nicht auffallen oder so stark, dass sie nicht filterbar sind.

x: Fenster (400ms), y: Bewegungsstärke



- Zur Datenreduktion und Glättung werden 400ms Fenster gebildet. Der Wert eines Fensters ist der Mittelwert seiner Einträge.
- Eine kleine Nachbearbeitung stellt sicher, dass der Kurvenverlauf glatt ist und Bewegung und Stillstand klar erkennbar sind. Dazu gehören ein Tiefpass und ein Schwellwertfilter.

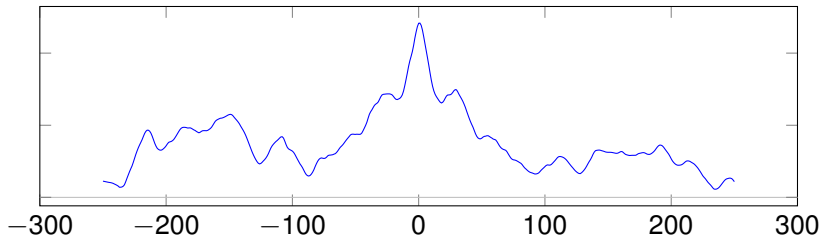
x: Fenster (400ms), y: Bewegungsstärke



- Die Trackerwerte ergeben schwächere Bewegungsmuster als die Tablets.
- Die beste Zuordnung ist noch einigermaßen erkennbar. Zusammenpassende Bewegungsmuster sind sich ähnlich und teilen sich eine große Fläche.

- Durch die Untersuchung der gemeinsamen Flächen kann man einen Messwert für die Übereinstimmung erhalten. Hier wird eine Kreuzkorrelation eingesetzt.
- Die Überlappung jeder Trackerkurve mit jeder Tabletcurve wird berechnet. Ein hoher Wert deutet auf passende Kurven hin.

Problem: Kommen die Bewegungsmuster zeit-synchron beim Server an?
Liegen die Kurven immer zeitlich perfekt übereinander?



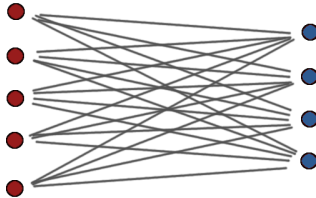
- Das Maximum dieser Kurve könnte auch nicht bei $x = 0$ liegen! Durch Fensterung und Glättung wird dieses Problem abgemildert aber nicht gelöst.
- **Lösung:** Verschiebe die Kurven bei der Kreuzkorrelation gegeneinander und bilde eine Liste von Ergebnissen.

Die Suche nach den besten Zuordnungen

Das beste Ergebnis ergibt sich größtenteils durch den Vergleich der Korrelationsergebnisse und durch Minimierung der Verschiebung.

- **Problem:** Können ein Tablet und eine Tracker-ID überhaupt zusammengehören?
- Es muss darauf geachtet werden, dass unlogische Zuordnungen nicht entstehen können.
- **Lösung:** Untersuche, ob der Mittelwert der Merkmale der letzten x Sekunden bei beiden Kurven ähnlich ist.
- Ist dieser Wert beim Tablet sehr niedrig und bei der Tracker-ID sehr hoch, so bewegt sich zwar eine Person, aber ohne das Tablet!

Die Suche nach den besten Zuordnungen

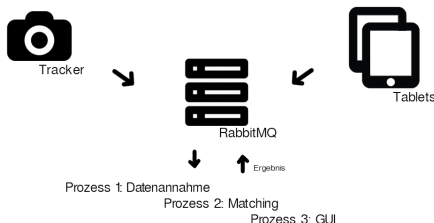


- Für die Suche wird der Kuhn-Munkres-Algorithmus eingesetzt (Maximales Matching).
- Um bewährte Zuordnungen zu bevorzugen, merkt sich der Algorithmus wie oft eine Zuordnung im Ergebnis auftaucht. Häufig vorkommende Zuordnungen haben eine höhere Chance, ausgewählt zu werden.

Ein stetiges Ergebnis ist wünschenswert, damit der Nutzer nicht gezwungen ist, seine Arbeit zu unterbrechen und für einige Sekunden auf und ab zu gehen. Darunter leidet allerdings die Flexibilität.

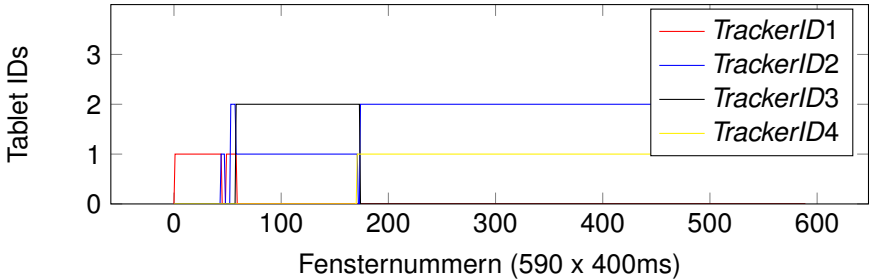
- Die zuletzt gebildete Ergebnisliste wird vor der Ausgabe noch einmal evaluiert.
- Außerdem werden alle Zuordnungen in einen kleinen „Eimer“ gegeben und nur die häufigsten nach einem Greedy-Algorithmus ausgewählt.
- Dadurch erhält man ein noch konstanteres Ergebnis.

Die Struktur des gesamten Systems

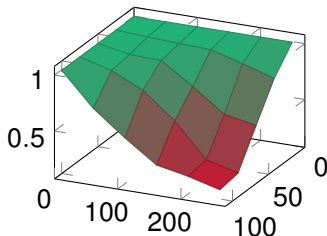


- Die Geräte senden ihre Daten an den Server (in zwei RabbitMQ Queues).
- Diese werden vom Datenprozess abgerufen, verarbeitet und gefenstert.
- Im Korrelations- oder Matchingprozess werden die Zuordnungen bestimmt.
- Der GUI Prozess zeigt Daten an, erstellt Graphen und sendet das Ergebnis zurück an den Server.

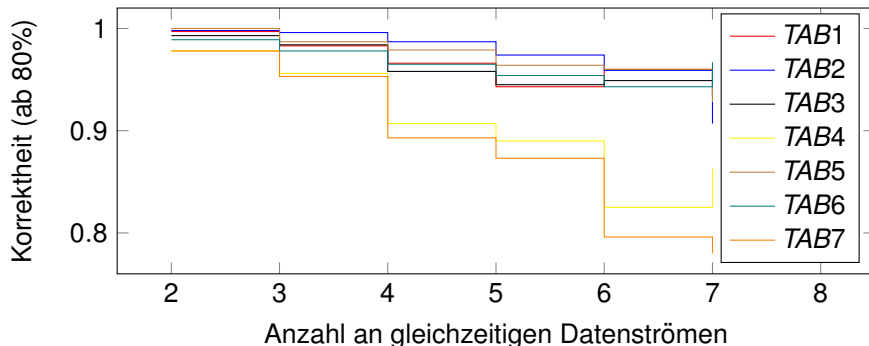
- Um das System zu testen, wurden die Datenströme, die im Datenprozess ankamen, mit Zeitstempel aufgezeichnet.
- Es wurden zwei verschiedene Testarten durchgeführt: Mehr-Personen-Tests und Generische-Kombinations Tests.
- **Mehr-Personen-Tests:** Hier bewegten sich mehrere Personen über mehrere Minuten im Testraum.
- **Generische Tests:** Hier wurden viele verschiedene Datenströme mit gleicher Dauer von einer Person aufgezeichnet und vor dem Test verschmolzen.



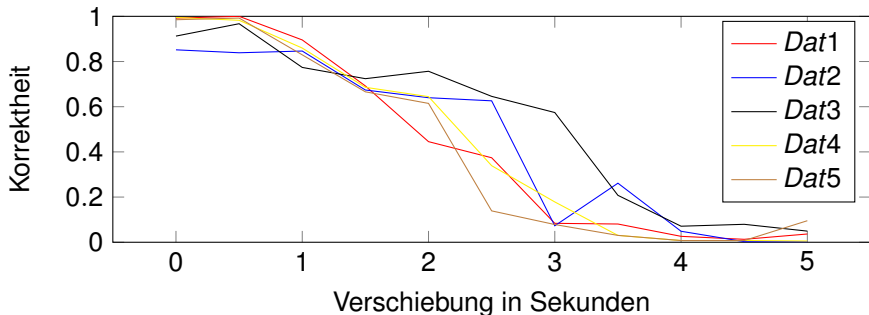
- Diese Tests dienen der empirischen Überprüfung des Systems. Vor allem Probleme mit dem Tracker konnten hierbei erkannt werden.
- **Ergebnis:**
 - Es ist äußerst wichtig, dass der Tracker die Personen gut erkennt.
 - Das Zuordnungsergebnis ist schnell gefunden und lange konstant.
 - Der Zuordnungswechsel nach Tablet-Tausch ist träge.



- Diese Testläufe eigneten sich gut, um das System an seine Grenzen zu bringen.
- So konnten Personenzahlen getestet werden, welche im Testraum nicht möglich gewesen wären.
- Es wurden Datenströme kombiniert, verrauscht, gegeneinander verschoben.



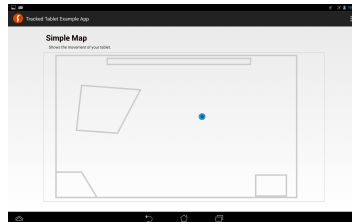
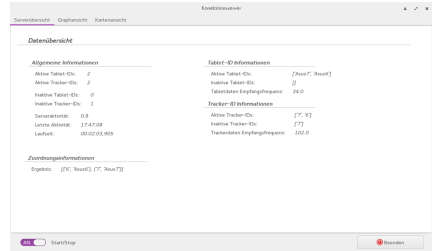
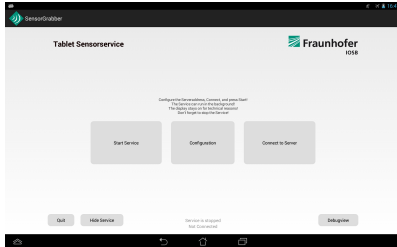
- **Frage:** Wie stark verschlechtert sich das Ergebnis wenn man die Anzahl an Tracker-Tablet Kombinationen erhöht? (4min Datenströme)
- **Antwort:** Bei 7 gleichzeitigen Strömen liegt die Korrektheit immer noch größtenteils über 80%!



- **Frage:** Was passiert wenn man die Datenströme eines Gerätes um x Sekunden verschiebt? (4min Datenströme)
- **Antwort:** Das System reagiert nicht gut auf allzu starke Verschiebungen. Die Korrektheit nimmt stark ab!

- Es wurde ein System vorgestellt, das mit Kamerapositionen und Tabletdata eine Tracker-Tablet Zuordnung bestimmt.
- Die Korrektheit der Zuordnungen liegt zumeist bei über 80%, vorausgesetzt alle Einsatzbedingungen wurden beachtet.
- Das System lässt sich eher in kleineren Räumlichkeiten mit einer überschaubaren Personenzahl einsetzen. Ohne zusätzliche Merkmale ist es bei mehr als 10 Personen eher nicht mehr verwendbar.

Abschließend - Das Ergebnis





URL: http://www.geomag.us/info/Declination/magnetic_lines_2010.gif.



URL: <http://images.kjreptilesupplies.co.uk/images/products/zoom/1333050990-60349300.jpg>.



URL: [http://i.ebayimg.com/00/s/NTAwWDUwMA==/z/TzAAA0xySoJTRWL9/\\$_35.JPG](http://i.ebayimg.com/00/s/NTAwWDUwMA==/z/TzAAA0xySoJTRWL9/$_35.JPG).



URL: <http://cdn.iphonehacks.com/wp-content/uploads/2013/12/apple-store-ibeacon.jpg>.



URL: http://support.navizon.com/wp-content/uploads/2012/08/om2p_2.png.



URL: <http://quuppa.com/product/how-it-works/>.



URL: aisle411.com.



URL:

<http://www.in-location-alliance.com/gfx/logo.png>.



URL: <http://www.neilson.co.za/wp-content/uploads/2013/10/triangulation.png>.



URL: <http://www.cisco.com/c/dam/en/us/td/i/100001-200000/190001-200000/190001-191000/190538.ps/jcr:content/renditions/190538.jpg>.



URL: <http://www.evdoinfo.com/images/stories/rssi.gif>.



URL: http://www.patana.ac.th/secondary/science/anrophysics/ntopic6/images/magnetic_field_earth.jpg.



URL: http://clipartist.info/SVG/2011/December/fotocamera_foto_camera_icon-3333px.png.



URL: `http://simpleicon.com/wp-content/uploads/tablet-2.png`.



URL:
`https://cdn2.iconfinder.com/data/icons/flaticons-solid/17/server-1-512.png`.



URL: `android%20sdk`.



URL: `http://www.bfoit.org/itp/images/tree_2.jpg`.