

Improving the Accuracy of GPS

Stephan Kopf, Thomas King, Wolfgang Effelsberg

Lehrstuhl für Praktische Informatik IV
Universität Mannheim



Gliederung

- Motivation
- Positionierungsfehler von GPS
- Steigerung der Genauigkeit von GPS
- Simulation und Messungen
- Zusammenfassung und Ausblick

Projekt: Mobile Business

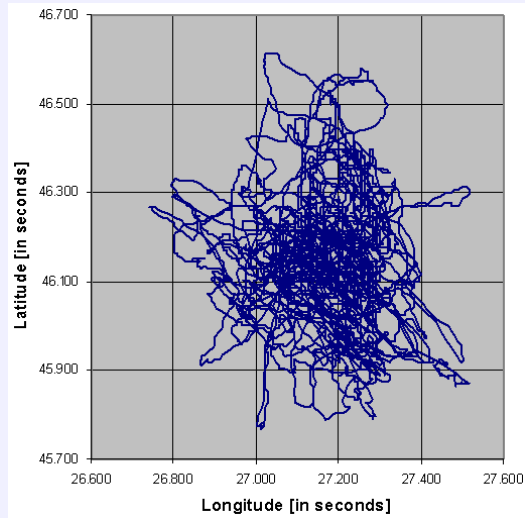
- 7 Lehrstühle aus 2 Fakultäten der Universität Mannheim sind beteiligt
- Teilprojekte:
 - SALSA
Entwicklung einer Software-Architektur für Applikationen mit Kontextbezug
(gefördert durch die Landesstiftung Baden-Württemberg)
 - LAMBADA
Entwicklung von Technologien für Mobile Business Anwendungen
(gefördert durch das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst, Baden-Württemberg)

Global Positioning System (GPS)

- Entwickelt vom amerikanischen Verteidigungsministerium
- allgemein verfügbar seit 1995
- 24 Satelliten umkreisen die Erde in 20.000 km Höhe
- Genauigkeit liegt zwischen 5 - 20 Meter (mit 95 % Wahrscheinlichkeit)
- hat sich zur Positionsbestimmung außerhalb von Gebäuden durchgesetzt
- Einsatz
 - bei der Navigation von Flugzeugen und Schiffen
 - bei der Landvermessung
 - in Navigationssystemen für PKWs
 - in Mobiltelefonen und PDAs

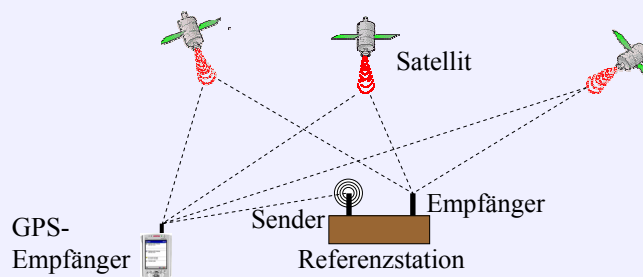
Einschränkungen von GPS

- Direkte Sichtlinie zu mehreren Satelliten notwendig
- Ungenauigkeiten von mehr als 15 Metern



Erweiterungen von GPS

- Differentielles GPS (DGPS)
- Idee: Referenzstation analysiert GPS-Signale und sendet Korrekturdaten
- Reduktion des Fehlers auf 5 Meter
- Nachteil: Anforderungen an die Hardware



Ansatz

Ziel

- Verbesserung der Genauigkeit von GPS bzw. DGPS

Annahme

- Es besteht eine hohe Korrelation zwischen aufeinander folgenden Positionen, Richtungen und Geschwindigkeiten

Idee

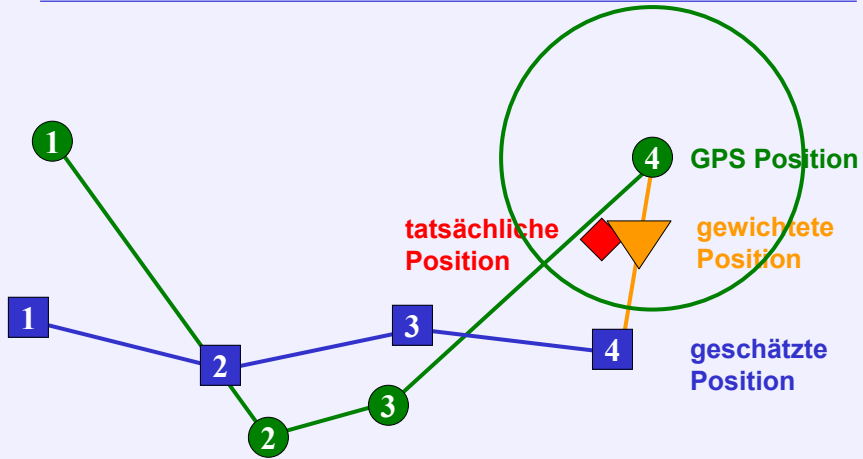
- Schätzung der aktuellen Position durch Interpolation
- Gewichtung der geschätzten Position
- Erkennung von Richtungsänderungen
- Erkennung einzelner offensichtlich falscher Messwerte

GPS Daten

GPS liefert

- Positionsinformationen
 - Längen- und Breitengrad
 - Höhe
 - Datum und Uhrzeit
 - Informationen über die Satelliten:
 - verfügbare Satelliten,
 - Dilution of Precision (DOP)
- Abschätzung des Positionierungsfehlers ist möglich

Verbesserung der Genauigkeit



Gewichtung

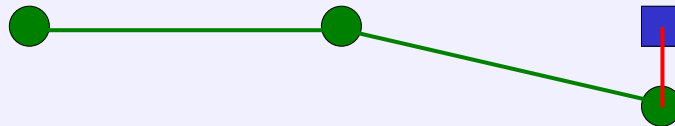
$$P_W = \alpha \cdot P_{GPS} + (1 - \alpha) \cdot P_E$$



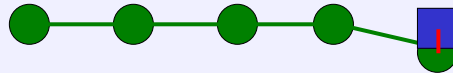
Gewichtungsfaktor α
(abh. von DOP)

Einfluss der Geschwindigkeit

- Bei Richtungsänderungen entstehen Fehler durch die Gewichtung



- Der Fehler ist abhängig von:
 - der Stärke der Richtungsänderung
 - der aktuellen Geschwindigkeit



Simulation (I)

Annahmen:

- Starke Richtungsänderungen sind unwahrscheinlich (max. 60 Grad/Sekunde)
- Maximale Geschwindigkeitsänderung: 15 km/h
- Maximaler GPS-Fehler geringer als 15 Meter

Fragestellung:

- Welchen Einfluss hat die Geschwindigkeit auf die Interpolation?

Simulation (II)

1. Szenario:

- Maximale Geschwindigkeit: 50 km/h
- Ergebnis: durchschnittliche Verbesserung der Genauigkeit um 0,45 Meter (> 10 %)

2. Szenario:

- Maximale Geschwindigkeit: 75-120 km/h
- Ergebnis: durchschnittliche Genauigkeit sinkt um 0,48 Meter

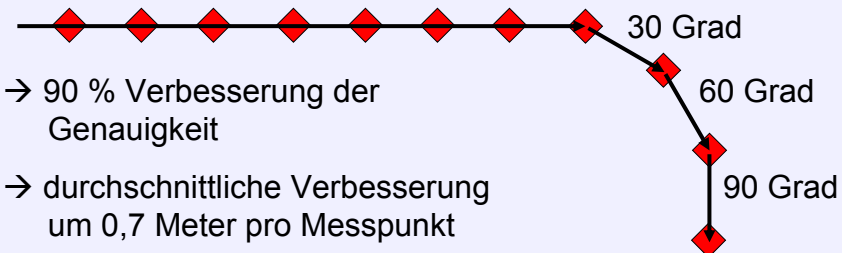
Simulation (III)

3. Szenario: DGPS

- Maximaler Fehler geringer als 5 Meter
- Maximale Geschwindigkeit: 50 km/h
- Ergebnis:
 - durchschnittliche Verbesserung der Genauigkeit nicht signifikant messbar
 - nur bei sehr geringen Geschwindigkeiten ergibt sich ein Vorteil durch die Interpolation

Experimentelle Ergebnisse

- 12 Messungen auf freiem Feld
- keine Bewölkung (sehr geringer DOP-Wert)
- 22 Messpunkte im Abstand von 5 Metern



Zusammenfassung

- Verfahren zur Verbesserung der Positionsinformation von GPS-Empfängern wurde vorgestellt:
 - Minimaler Rechenaufwand (geeignet für mobile Geräte)
 - Genauigkeit der empfangenen GPS Position wird berücksichtigt (DOP)
 - Einsatz ist abhängig von der Geschwindigkeit des GPS-Empfängers
 - Geringfügige Verbesserungen der Positionsinformationen sind möglich
- Kritische Betrachtung:
Die Verbesserungen sind so gering, dass ein höherer Aufwand für die Positionsbestimmung außerhalb von Gebäuden im Kontext von Mobile Business nicht sinnvoll erscheint.

Ausblick

- Integration in den Mobile-Business-Prototypen
- Kombination mit Positionierungssystemen innerhalb von Gebäuden
- Kombination unterschiedlicher Sensoren

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Fragen?

Weitere Informationen :

www.m-business.uni-mannheim.de

{kopf | king}@informatik.uni-mannheim.de