



Fußgängernavigation durch Messung des Fußversatzes

DA1-Vortrag zur Diplomarbeit an der Universität Bremen

von Dschen Reinecke

betreut durch Stéphane Beaugard
und Holger Kenn

6. September 2006

Ziel: Positionsbestimmung ohne externe Infrastruktur

Nutzung z.B. bei Rettungseinsätzen

menschliche Sinne bieten keine Orientierung wegen Rauch,
Dunkelheit, strukturloser Umgebung

es sind keine Karten, bzw. Raumpläne verfügbar und aktuell

Es gibt verschiedene Positionierungsansätze
sie sind aber alle unbrauchbar bei der Aufgabenstellung

Infrastruktur-Systeme

liefern absolute Position (Längen- und Breitengrad)

nutzen externe Infrastruktur

Infrastruktur-Systeme

gegebene Infrastruktur (nicht für diese Positionierung installiert):

- Gebäude und Bebauung
- Landschaftspunkte
- Erdmagnetfeld, Sonnenstand oder Stand der Sterne
- Radio-, Mobilfunk- und WLAN-Sender
- GPS

teilweise in Verbindung mit einer Landkarte oder einem Stadtplan

Infrastruktur-Systeme

eigene Infrastruktur (für diese Positionierung installiert):

- Funk- oder Infrarot-Positionssender
- RFID-Tags an Referenzpositionen

infrastrukturlose Systeme

liefern relative Position (also nur Positionsänderungen)

-> Koppelnavigaton (engl. dead reckoning)

Sensoren werden am Körper oder Fahrzeug mitgeführt

oft wird die Wegstrecke/Distanz/Geschwindigkeit
und die Bewegungsrichtung getrennt ermittelt

infrastrukturlose Systeme

Beschleunigungsmessung:

Integration der Beschleunigung liefert Distanz und Geschwindigkeit

infrastrukturlose Systeme

Raddrehung:

Bei Fahrzeugen liefert diese eine sehr genaue Distanz

infrastrukturlose Systeme

schrittbasierende Systeme:

Produkt der Schrittzahl mit der Schrittlänge ist die Distanz

infrastrukturlose Systeme

schrittbasierende Systeme:

Schrittlängen-Ermittlung:

- feste Werte (teilweise nutzerspezifisch)
- schrittfrequenzabhängige Werte
- schrittbeschleunigungsabhängige Werte

infrastrukturlose Systeme

schrittbasierende Systeme:

Schritterkennung:

- vertikale Beschleunigung
- Bewegungsbeschleunigung
- Drucksensoren unter dem Fuß

infrastrukturlose Systeme

schrittbasierende Systeme:

die Bewegungsrichtung wird nur ungenau ermittelt:

Kompaß

Kreiselkompaß (Gyroskop)

Körperausrichtung ist nicht zwangsläufig Bewegungsrichtung

infrastrukturlose Systeme

Fußversatz:

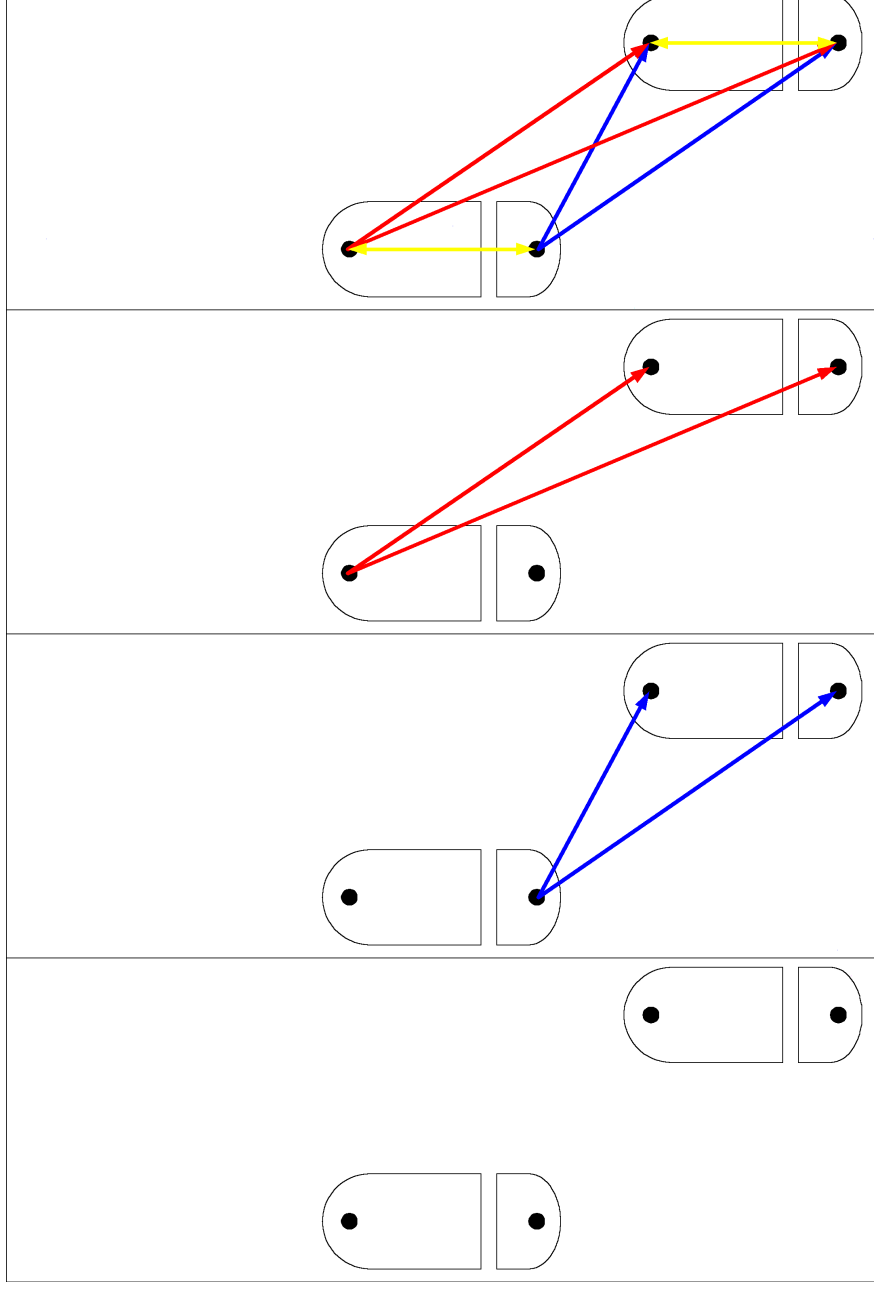
der Vektor zwischen den Schuhen wird bestimmt

sowohl vor, als auch nach einem Schritt

der ruhende Fuß ist dabei die Referenz

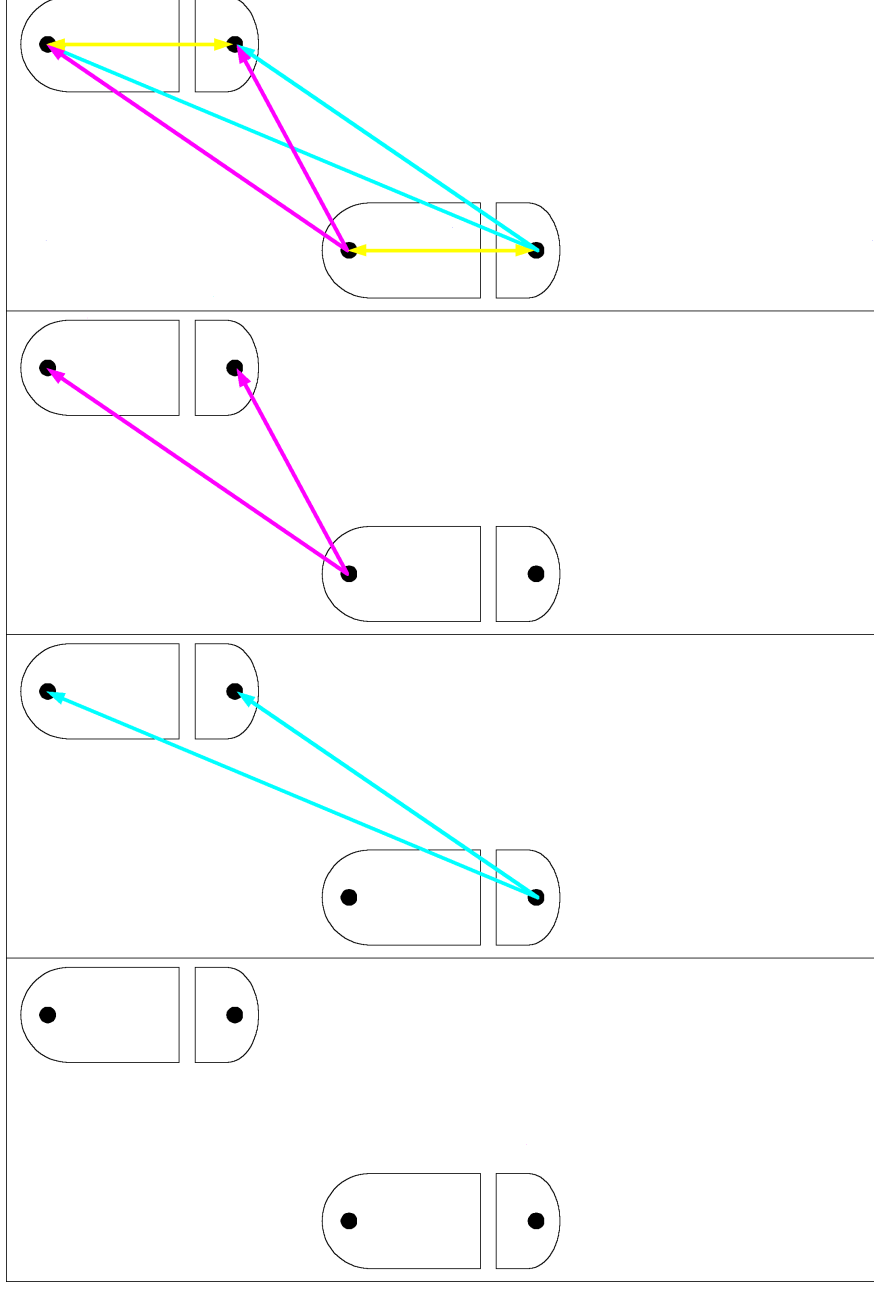
infrastrukturlose Systeme

Fußversatz:



infrastrukturlose Systeme

Fußversatz:



ähnliche Ansätze

Foot-To-Foot

von Timothy J. Brand und Richard E. Phillips

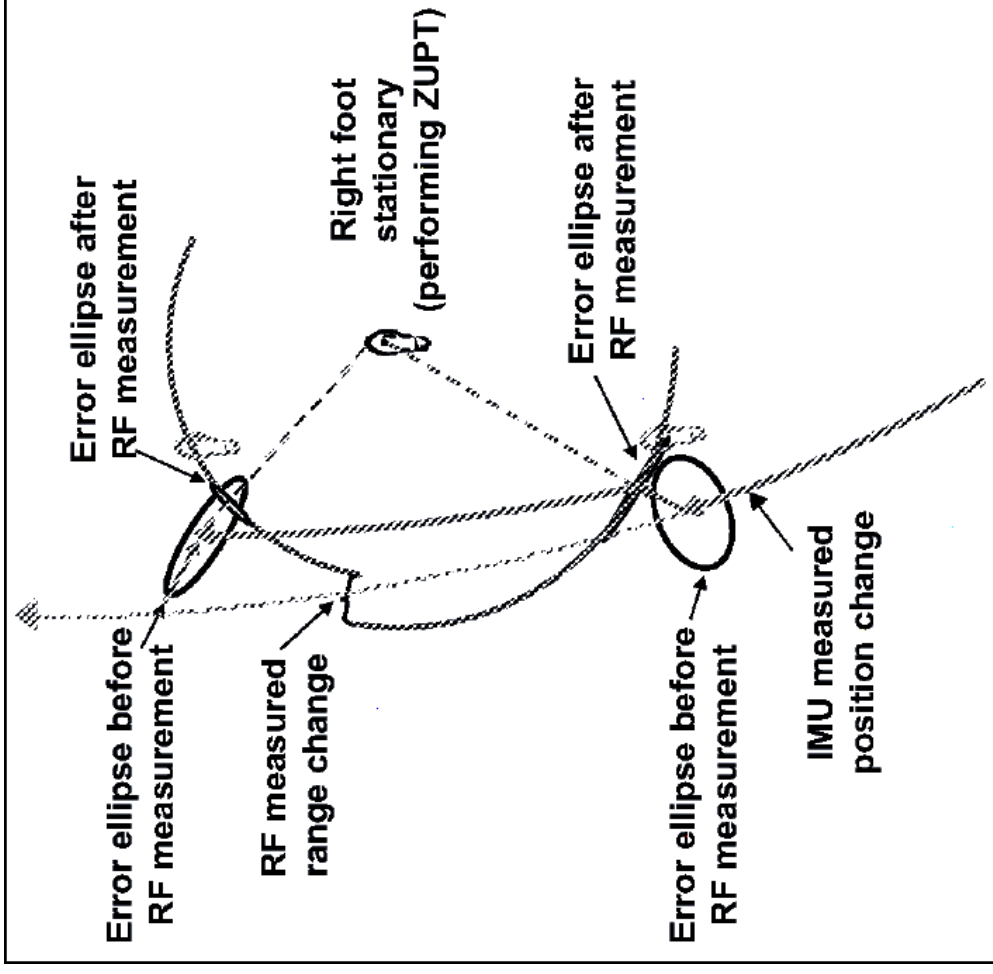
Beschleunigungsmessung
mit Beschleunigungsmesser-Kalibrierung im Stand
und Korrektur durch Funk-Abstandsmessung

nur Simulation

aber gute Positionsbestimmung

ähnliche Ansätze

Foot-To-Foot



ähnliche Ansätze

Geta-Sandals

von Kenji Okuda, Shun-yuan Yeh, Chon-in Wu, Keng-hao Chang
und Hao-hua Chu

Grundidee: Fußversatz mit Ultraschall-Entfernungsmessung

wegen schlechter Genauigkeit:
Großteil der Positionierung mittels RFID-Tags,
Ausrichtungsbestimmung mittels Kompaß-Modul

geplantes Verfahren

Fußversatz

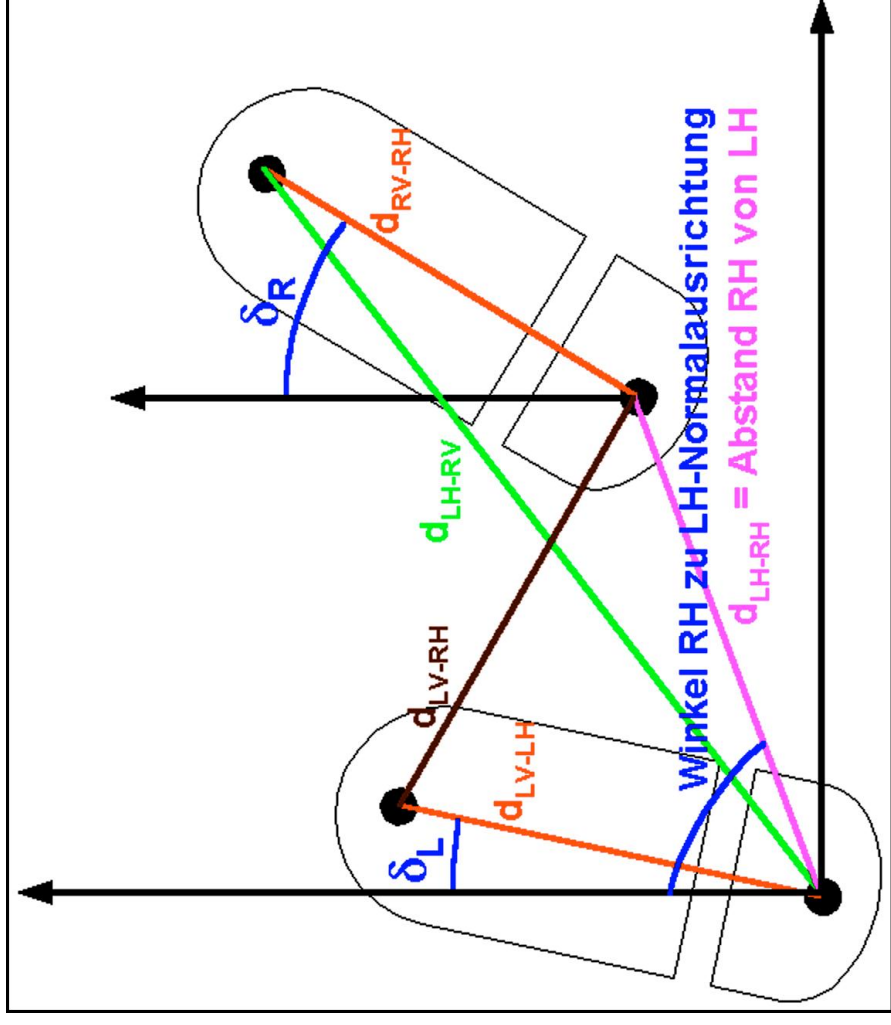
Abstandsmessung zwischen linker Ferse zur rechten Schuhspitze
und rechten Ferse

und zwischen linker Schuhspitze zur rechten Schuhspitze und
rechten Ferse

mittels Funk, Ultraschall oder Infrarotlicht und Messung der Laufzeit
und des Phasenversatzes

geplantes Verfahren

Fußversatz



geplantes Verfahren

Fußversatz

konstant d_{LV-LH}

d_{RV-RH}

bekannt Position LH

Ausrichtung $L = \delta_L$

gemessen d_{LH-RH}

d_{LH-RV}

d_{LV-RH}

unbenutzt d_{LV-RV}

geplantes Verfahren

Fußversatz

Abstand RH von LH = d_{LH-RH}

Winkel RH zu LH-Normalausrichtung = $\frac{\text{acos}(d_{LV-LH}^2 + d_{LH-RH}^2 - d_{LV-RV}^2)}{2 \cdot d_{LV-LH} \cdot d_{LH-RH}} - \delta_L$

Ausrichtung R = $\delta_R = 180^\circ - \frac{\text{acos}(d_{RV-RH}^2 + d_{LH-RH}^2 - d_{LV-RV}^2)}{2 \cdot d_{RV-RH} \cdot d_{LH-RH}}$ – Winkel RH zu LH-Normalausrichtung

x -Versatz RH zu LH = $d_{LH-RH} \cdot \sin(\text{Winkel RH zu LH-Normalausrichtung})$

y -Versatz RH zu LH = $\sqrt{d_{LH-RH}^2 - (x\text{-Versatz RH zu LH})^2}$

geplantes Verfahren

Fußversatz

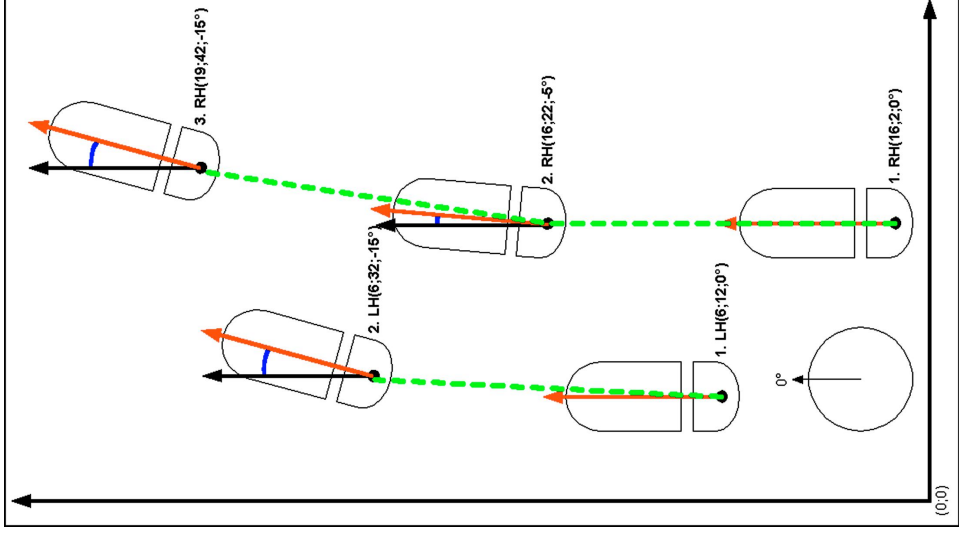
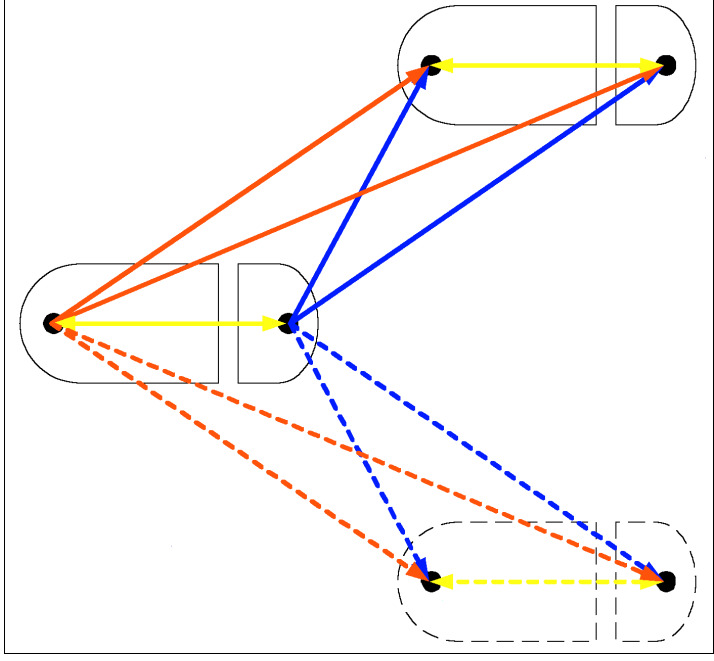
eine Distanz mehr wurde ermittelt, als nötig
-> Verkleinerung von Fehlern

mögliche Spiegelposition

tatsächlich zwei Positionen, für jeden Fuß eine
-> Position des Nutzers im Mittelpunkt zwischen den Fersen

geplantes Verfahren

Fußversatz



geplantes Verfahren

Fußversatz

zu jedem Auftrittspunkt wird die Position und Ausrichtung des Fußes gespeichert

zusätzlich wird die Verlässlichkeit der ermittelten Position berechnet

-> Aufsummierung der möglichen Fehler

geplantes Verfahren

Fußversatz

zu erwartende Probleme:

- Erkennung des Auftritts
- Füße kreuzen sich
- Meßfehler
- Höhenunterschiede
- Hindernisse

geplantes Verfahren

Fußversatz

sequentieller Ablauf:

- Simulation und Tests
- Aufbau
- Tests

gibt es noch Fragen?

mein Exposee mit Literaturangaben:

über www.dschen.de/diplom/

ich danke für die Aufmerksamkeit