



Innenraum-Navigation im Lager

Beitrag zur Veranstaltung
Navigation und Ortung in der Logistik
23.11.2010, TH Wildau (FH)
Prof. Dr.-Ing Stefan Brunthaler
Fachbereich I/WI, Telematik



Überblick über das Thema

- Die Situation im Lager
- Anforderungen an Ortung&Navigation im Lager
- Technologien – Versuch einer Bewertung
- Lösungsideen



Eingrenzung des Themas

- Navigation, am besten in 3D?
 - Personal findet meist aufgrund von Halle / Regal / Feld / Ebene bzw. Block den Weg, daher keine hohe Invest-Bereitschaft bei Anwendern.
- Zentimetergenaue Vermessung der Fahrwege?
- Zentimetergenaue Pflege der Topologie???
- Ohne Ortung keine Navigation, also...

Konzentration auf die Ortung.



Die Situation im Lager

- Blocklager: Schluchtenlandschaft
- Regale: Metallische Skelette
- Lagerobjekte: GiBos, Paletten, Flüssigkeiten, Ballen, Rollen, Stapler, Hubwagen, Personen
- Probleme: Unstrukturiert, hohe Dämpfung, starke Reflektionen, permanente Änderung der Belegung
- Vorteile: Einfache Geometrien, Szenarien genau definierbar, hohe Räume, kaum Zwischendecken
- WLAN oft schon vorhanden



Innenraum-Navigation für Lagersysteme – Prof. Dr. Stefan Brunthaler 2010



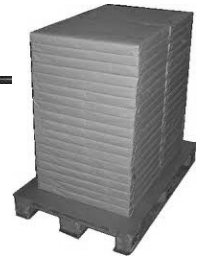
Die Situation im Lager

- Blocklager: Schluchtenlandschaft
- Regale: Metallische Skelette
- Lagerobjekte: GiBos, Paletten, Flüssigkeiten, Ballen, Rollen, Stapler, Hubwagen, Personen
- Probleme: Unstrukturiert, hohe Dämpfung, starke Reflektionen, permanente Änderung der Belegung
- Vorteile: Einfache Geometrien, Szenarien genau definierbar, hohe Räume, kaum Zwischendecken
- WLAN oft schon vorhanden

Innenraum-Navigation für Lagersysteme – Prof. Dr. Stefan Brunthaler 2010



Die Situation im Lager



- Lagerobjekte: GiBos, **Paletten**, Flüssigkeiten, Ballen, Rollen, Stapler, Hubwagen, Personen
- Probleme: Unstrukturiert, hohe Dämpfung, starke Reflektionen, permanente Änderung der Belegung
- Vorteile: Einfache Geometrien, Szenarien genau definierbar, hohe Räume, kaum Zwischendecken
- WLAN oft schon vorhanden



Szenarien in der Lager-Logistik

- Szenario 1: Stapler holt Paletten mit Konservendosen bei einer Quelle ab und liefert sie in einen Blocklager-Bereich:
 - Die Palette hat möglicherweise (aber nicht zwingend) ein Barcode- oder RFID Label,
 - Die Abstellposition der Palette soll exakt registriert werden, um sie verfolgen und später wiederfinden zu können.
- Szenario 2: Stapler oder Hubwagen verlädt Paletten für externen Weitertransport auf LKW-Brücke:
 - Identifikation der Palette aufgrund Quell-Stellplatz,
 - Richtiges Versandlabel drucken + zuordnen
 - Registrierung der Zuordnung Palette / LKW-Brücke



Anforderungen Lagerlogistik

- Nur preiswerte Lösungen durchsetzbar:
 - Keine verlorenen teuren Komponenten an den transportierten/verfolgten Objekten anbringen
 - Vorhandene Infrastruktur nutzen
 - Einfache Montage an Fahrzeugen etc. möglich
- Mindest-Auflösung: 40 cm (=1/2 Euro-Palette)
- Minimale Aktivitäten des Benutzers (Fahrers) erforderlich
- Echtzeit (wegen Effizienz und Online-Beobachtung)
- [Grob-]Ortung auch in Außenbereichen und Korridoren



Grundlegende Technik

- Ortung durch Bildung eines Schnittpunktes der „Lines of Position“ - Verbindungslinien zu Punkten mit bekannter Position
- Triangulation: Winkel „peilen“, Linien schneiden
- Trilateration: Entfernungen messen, Kreise schn.
 - Sichtkontakt nicht unbedingt nötig
 - Signal-Laufzeitmessung oder
 - Signal-Stärkemessung
- Alternative: Näherungsortung (Proximity)

Innenraum-Navigation für Lagersysteme – Prof. Dr. Stefan Brunthaler 2010



Die Klassiker der Funkortung

- GNSS (GPS, GLONASS, Galileo, Compass, ...)
 - Genauigkeit heute 5~10 m
 - Mit Zusatztechnologie bis auf Zentimeter (D-GPS)
 - Nur im Freien, nicht in Hallen und unter Dächern
 - Grundausstattung sehr preiswert
- Loran-C / Eurofixx
 - Genauigkeit ca. 99m
 - Durchdringt feste Materie (Langwelle)
 - Kaum Infrastruktur, teure Empfangsgeräte

Innenraum-Navigation für Lagersysteme – Prof. Dr. Stefan Brunthaler 2010



Mobilfunk-Ortung

- Grundlage: GSM und UMTS Netze
- Genauigkeit variiert stark (im 100m-Bereich)
- Mit Erweiterung bis auf 5~10m (Laufzeit-Messung, erfordert Zusatzhardware beim Netzbetreiber -> ggf. sehr aufwändig)
- Funktioniert jedoch auch in Innenräumen
- Grundausstattung: Handy, sehr preiswert



WLAN-Ortung

- Genauigkeit 3~5m **in statischen Umgebungen**
- Mit Erweiterungen 0,5~1m (F&E)
- Funktioniert vorzugsweise in Innenräumen
- Infrastruktur häufig vorhanden („Datenfunk“)
- Basiert auf Feldstärkemessung, daher einfache Trilateration (wenig Rechenleistung)
- Positionen beliebiger AccessPoints verwendbar



Näherungs-Lokalisierung

- Auto-Ident-Codeträger werden im Raum verteilt
 - Barcode (aktive Scannung durch Mensch)
 - RFID (automatische Auslesung bei Annäherung)
- Diskrete Positionen werden ermittelt
- Auflösung hängt von der Rasterung und Transponder-Reichweite ab
- Vorzugsweise in Innenräumen „in“ Hallenböden
- Hoher Installations- und Wartungsaufwand



Sensor-Netzwerke

- Smart-Label oder Tags (\$\$\$) werden an Objekten befestigt und kommunizieren miteinander
- Relativ-Ortung zwischen den Tags durch Feldstärke- oder Laufzeitmessung
- Absolute Lokalisierung durch Tags mit fester Koordinate als Referenzpunkte
- Bisher nur Forschungsansätze
- Keine Erfahrungen mit der Ortungs-Qualität verfügbar



Funk-Laufzeit-Systeme

- Hohe Genauigkeiten (cm-Bereich) möglich
- Outdoor: GNSS, Indoor: „PseudoLites“
- Frequenzen von 1,5~10 Ghz möglich (UWB)
- Basieren im Prinzip auf der Messung von Signallaufzeiten oder Laufzeitdifferenzen
- Sender müssen i.d.R. zeitsynchron sein
- Typischerweise teure verlorene Tags an Objekten
- Aufwändige zusätzliche Infrastruktur



Weitere Anforderungen

- Stapler-Ausrüstung:
 - Lage-/Richtungs-Erkennung für Objekt
 - Gabel-belegt-Sensor
 - WLAN-Stapler-Terminal meist vorhanden
- Topologie:
 - Blocklager-Gassen sind bis zu 6m hoch
 - Hallen sind mehrere 1000qm groß
 - Zwischen Hallen oft Freigelände oder Gänge



Herausforderungen

- Hohe Genauigkeit nur mit Laufzeit-Verfahren
- Funksignale werden reflektiert und/oder gedämpft
- Mehrwege-Empfang daher problematisch
- Zeitsynchronisation Sender aufwändig
- Zusatz-Hardware bisher proprietär und teuer (z.B. Ubisense/UWB)
- Tags müssen an- und abgebaut werden



Hybrid-Ansätze

- Jede Technologie alleine hat Nachteile.
- Hybrid-Systeme könnten helfen, wenn...
 - ... die Kosten überschaubar bleiben,
 - ... vorhandene Infra-Struktur mitgenutzt wird,
 - ... Wartung und Bedienung einfach sind.
- Variante: Trilateration mit Ultraschall und Funk
- Variante: Kombination von feldstärkebasierten Verfahren und Kalibrierung durch Näherungs-Ortung



Lösungsidee: Fahrzeugortung

- Infrastruktur: WLAN-Accesspoints mit einer preiswerten Zusatz-Komponente, keine Zusatz-Verkabelung
- Mobil-Teilnehmer: WLAN-Terminal (Stapler- oder Handgerät) mit Zusatz-Komponente + Sensorik
- Lokalisierungs-Software läuft im WLAN-Terminal
- Positions-Daten werden per WLAN gesendet
- Server registriert die Positionen und übernimmt Steuerungs- und Verfolgungs-Aufgaben
- WMS kommuniziert über Schnittstelle mit Server



Benefits

- Rechenaufwand in Mobilterminals verlagert, daher „billiger“ Empfänger
- Zeit-Synchronisation der Sender über vorhandenes UTP/STP-Kabel (LAN)
- Grobortung per WLAN wo ausreichend
- Feinortung nur wo notwendig (hallenbezogen)
- Zielführung im Mobilgerät als Zusatznutzen möglich
- System beliebig skalierbar



To Do...

- Kooperationsprojekt mit Prof. Dr. A. Fabig
- Prototyp muss gebaut werden
- Infrastruktur-Erweiterung muss entwickelt werden
- Algorithmen in Staplerterminals müssen implementiert werden:
 - Ortung (Kreuzkorrelation)
 - Mehrwege-Ausschluss
- Feldmessungen müssen durchgeführt werden



Aktuelles Projekt: BiblioScan

- Optimierung der Bestandsverwaltung in Bibliotheken
ZIM-Projekt mit 3 Unternehmen: Bibliotheca, GeraIdent, asitos
- Entwicklung von hybriden RFID-Tags und Readern
 - Zwischenergebnis: Medienortung nicht praktikabel
 - Neue Idee daher: Lokalisierung der Nutzer, Erfassung der mitgeführten Bestände
- Konzeption ortbarer „Smart Cabinets“
- 3D-Visualisierung der Bibliotheksbestände aufgrund von:
 - Bestandsdaten / Signatur-Zuordnung zu Stellplatz,
 - Informationen von den „Smart Cabinets“



Mein Dank gilt ...

- Prof. Anselm Fabig (Telematik): Funkortung
- Prof. Frank Gillert (Logistik): RFID-Labor
 - Hardy Zissel (Labor-Ingenieur RFID-Labor)
- Prof. Janett Mohnke (Telematik): Sensornetze
- Das BiblioScan Team:
 - Christian Fochler (stellv. Projektleiter, wiss. MA)
 - Dieter Skrobotz (Senior Consultant)
 - Danny Janz, Lars Marondel (wiss. MA)



Ihre Fragen?

Danke fürs Zuhören!

Kontakt: stefan.brunthaler@th-wildau.de