

Programmierung mobiler Kleingeräte

Daten und Kontext

101001010100111101000010010111010010 11010101010111010000410001010010100
004100001010010100100101000010110100101014000011110100101010011101000010010111010010
110101010101110100004100001010010100101000010110100101014000011110100101

Wolfgang Auer, Patrick Ritschel

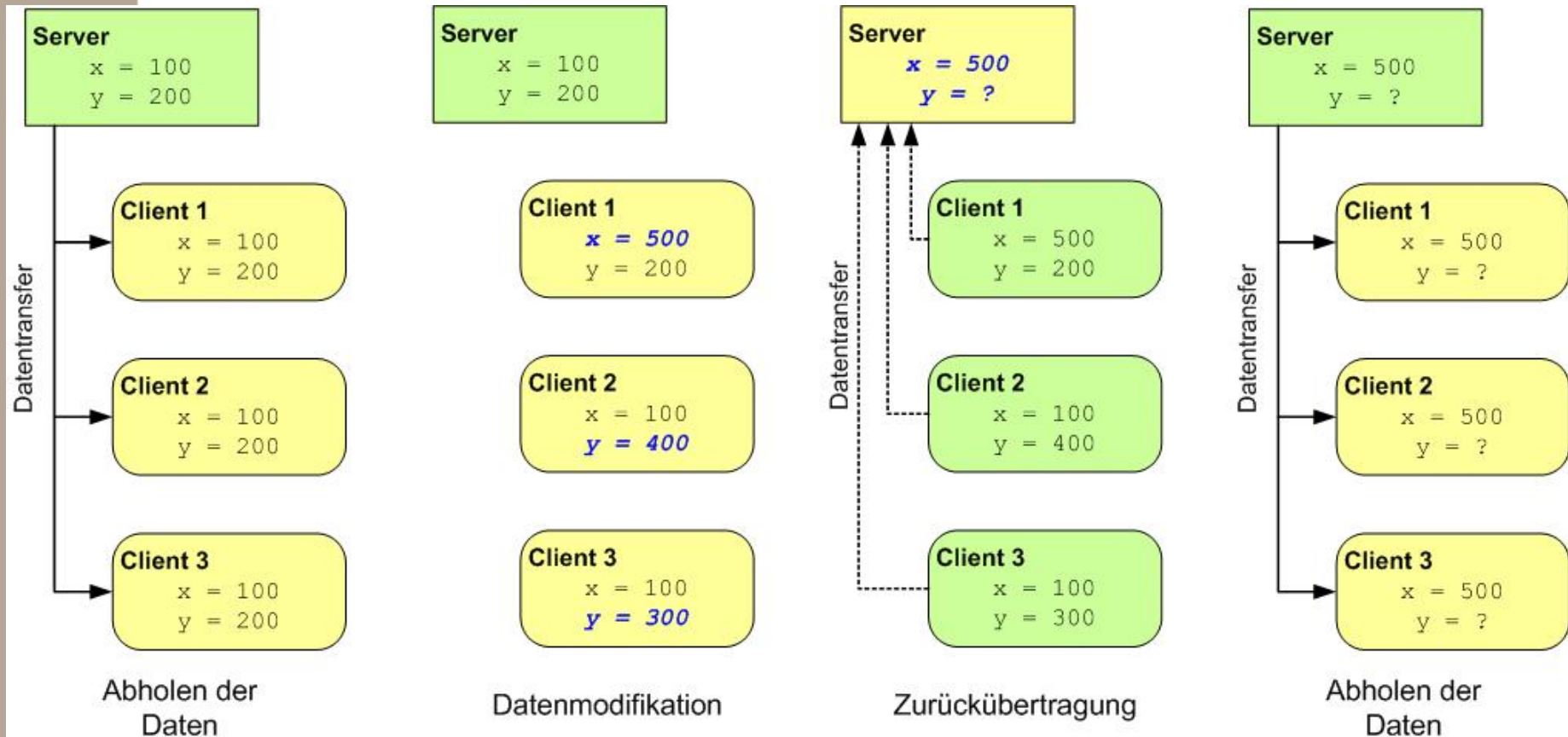
Lokales Datenmanagement

Der Cache

- Ein *Cache* ist ein Softwaremechanismus
 - der eine Datenkopie zurückhält
 - somit eine ständige Neuübertragung von Daten vermeidet
 - Die Annahme der *Locality of Reference* besagt, daß kürzlich verwendete Daten eher wieder verwendet werden als länger nicht verwendete Daten
- Aus Platzgründen wird nicht der gesamte Datenbestand kopiert
- Cache bewirkt eine teilweise Datenreplikation
 - Problem der Datenkohärenz

Datenkohärenz

Das Problem



Datenkohärenz

Caches

- Caches in verteilten Systemen werden durch einen Server durch *Multicasts* über Änderungen informiert
 - Die Caches holen dann sofort neue Daten vom Server
 - Im mobilen Bereich „überhören“ die lokalen Computer viele dieser Multicasts
 - Caches können deshalb nicht auf dem neuesten Stand gehalten werden
- Datentreue, *Data Fidelity*
 - Definiert den Grad, mit dem eine Datenkopie mit den Originaldaten zusammenhängt
- *Application Awareness*
 - Eine Applikation betrachtet ihren *Context*
 - Der Benutzer braucht manchmal nicht die ganz korrekten Daten (z.B. bei einem Video)

Datenkohärenz

Lösungsansätze

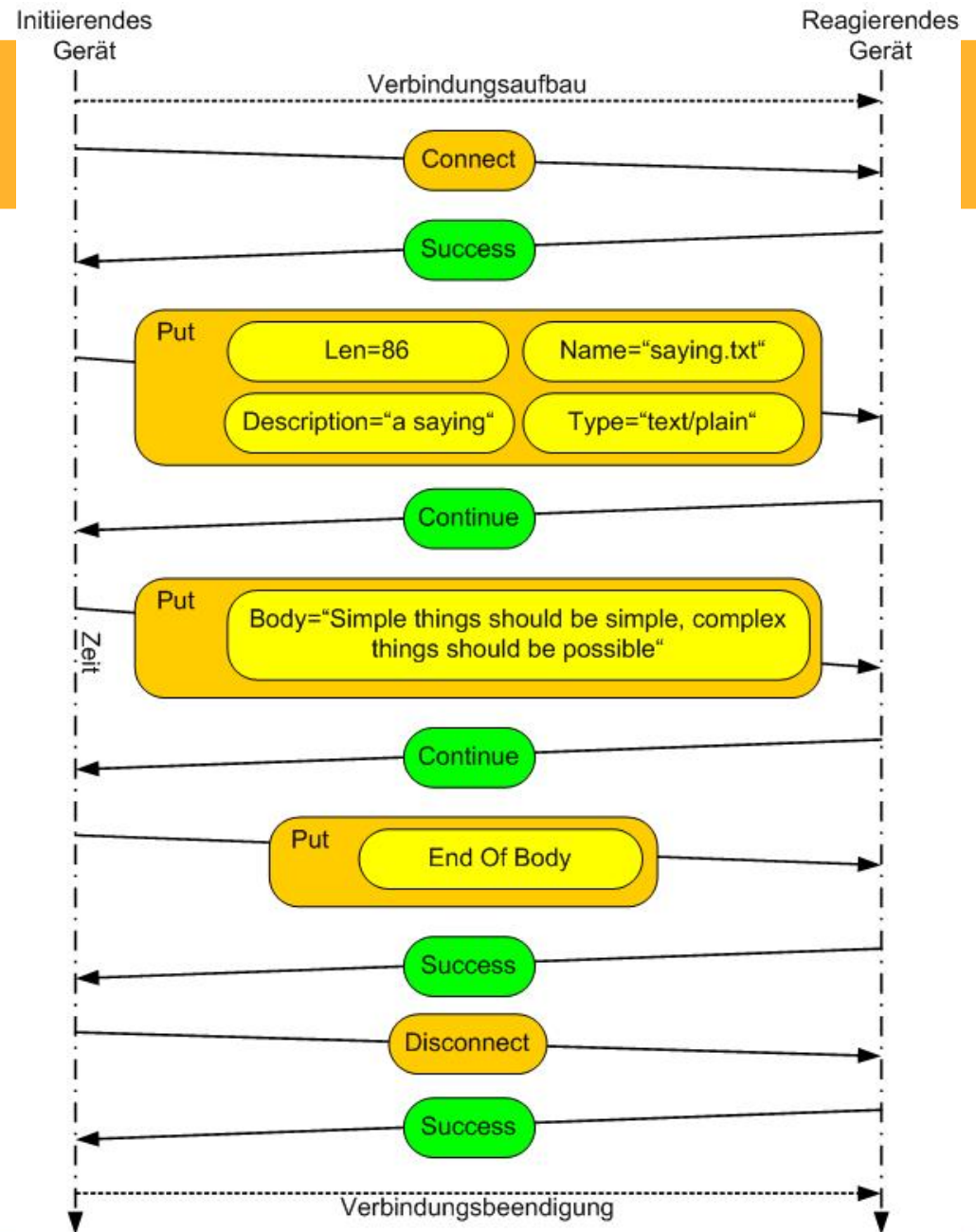
- Pessimismus
 - Locking (Sperrungen)
 - Locks müssen wieder freigegeben werden
 - Oft zeitlich beschränkte *Lease-Locks*
- Optimismus
 - Logging
 - Mitschreiben der Transaktionen und eventuelle Durchführung eines Rollbacks
 - Mehrere Transaktionslogs können aufgezeichnet und dann beim Datenabgleich eingespielt werden
 - *ACID-Eigenschaften* der Transaktionen bleiben erhalten (*Atomicity, Consistency, Isolation, Durability*)
 - Der Anwender erfährt aber leider nicht, ob die Durchführung der Transaktion funktioniert hat (da diese ja erst noch eingespielt werden muß); z.B. Problem bei der Flugreservierung

OBEX

Object Exchange Protocol

- Erster Einsatz zum *Beamen* von Daten in PalmOS
 - mittlerweile in diversen Betriebssystemen
- Idee
 - Versenden von diversen Objekten ohne Spezifikation des Datenformats im Protokoll
 - Beispiele sind Dateibäume, Kontostände, Visitenkarten, elektronisches Geld, Textnachrichten, Termine, ...
 - Datenströme (Audio- und Videoströme) sind unzureichend abgebildet
- OBEX umfasst drei Bereiche
 - Objektmodell, Sitzungsprotokoll, Anwendungsmodell

OBEX *Sitzungsprotokoll*



OBEX

Objecttypen, MIME-Kodierung

- Objektinhalt wird von der Objektspezifikation getrennt
 - Der Inhalt wird im Body im Binärformat übertragen
 - Erst durch Kenntnis des Typs kann ein Empfänger ein Objekt entsprechend verarbeiten
- Erkennen des Objektes durch
 - Extension im Namen (wird nicht angeraten)
 - `txt` → Texte, `gif` → GIF-Bilder, `vcf` → Adressen, `vcs` → Termine
 - MIME-Typ (*Multi Purpose Internet Mail Extension*)
 - Zentral verwaltete und registrierte Typen
 - Form Typ/Untertyp
 - z.B. `text/plain` → Texte, `image/gif` → GIF-Bilder, `text/x-vCard` → Adressen, `text/x-vCalendar` → Termine

OBEX

Anwendungsmodell

- Definiert ein Rahmenwerk für die Verwendung von OBEX-Diensten durch Anwendungen
 - OBEX-Clients initiieren OBEX-Verbindungen
 - OBEX-Server reagiert auf eingehende OBEX-Verbindungen
 - Default OBEX-Server existiert genau einmal, zentrale Anlaufstelle für OBEX-Anfragen
 - In der Inbox werden eingehende Objekte abgelegt, aber auch ausgehende Objekte
- Authentifizierung
 - OBEX bietet ein Protokoll sowohl zur Authentifizierung vom Client als auch vom Server
 - Authentifizierung einmal beim Verbindungsaufbau über Kennwort
 - Verbindungen werden aber nicht verschlüsselt

SyncML

Einführung

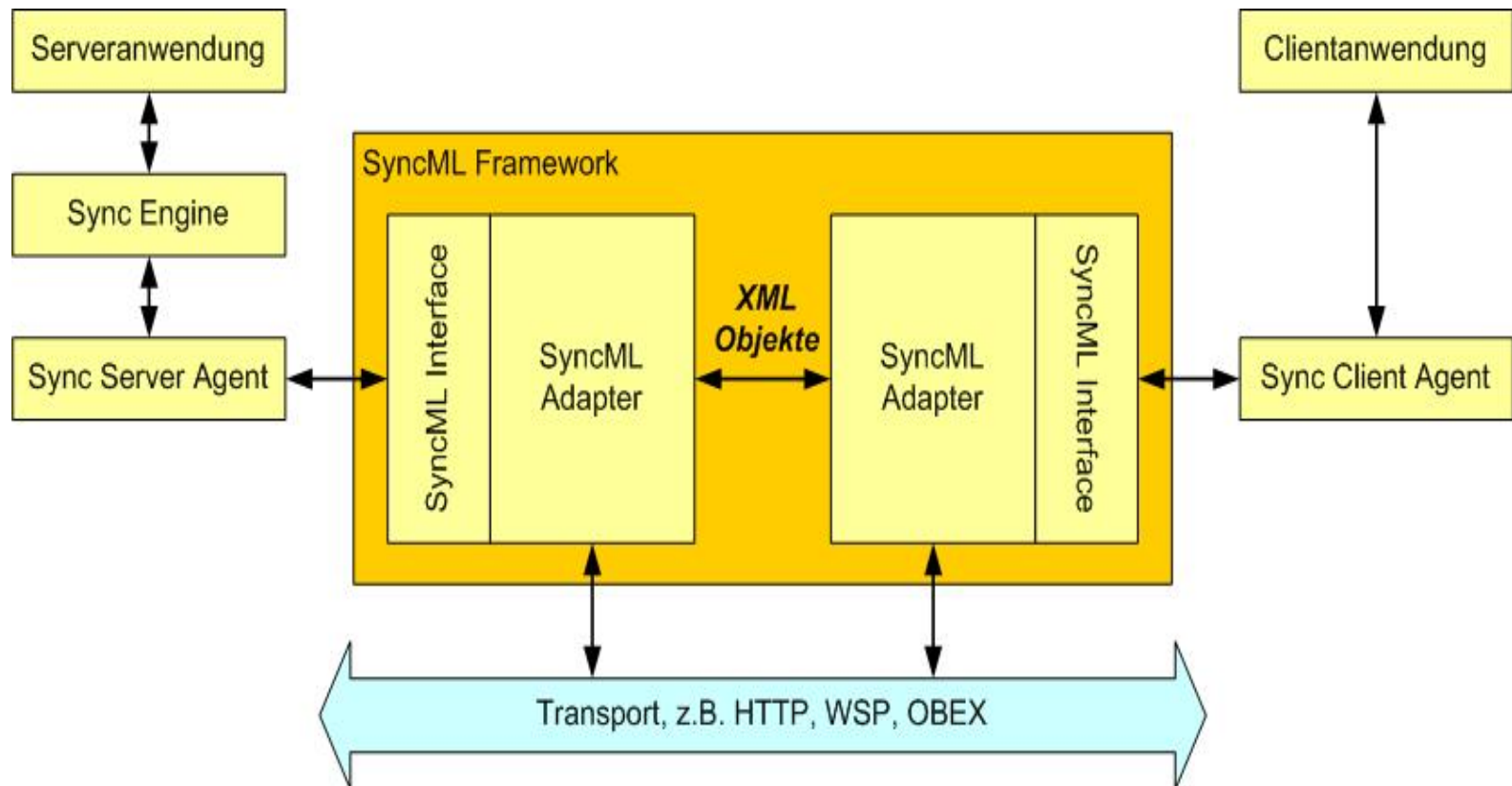
- Initiative von Ericsson, IBM, Lotus, Motorola, Nokia, Palm Inc., Psion, Starfish Software
 - Definition eines einheitlichen herstellerunabhängigen Protokolls zur Datenübertragung zwischen mobilen Geräten und einem stationären Netzwerk
 - Synchronisierung von Geschäftsdaten: Zentrale Datenbank <-> mobiles Gerät des Außendienstes
 - PDA Kalender und zentraler Firmenkalender
 - Mobile e-Mails über zentrale Mailbox
 - Mitnehmen von Dokumenten auf die Reise
- Ende 2000: Erste Spezifikation und Referenzimplementierung
 - Seit 2002 V1.1
 - Derzeit unterstützen Produkte von über 250 Herstellern SyncML

SyncML

Ziele

- Ein allgemeines Protokoll zur Synchronisierung mobiler Daten hätte Vorteile für
 - Endbenutzer, die mit einer Funktionalität und einem User Interface ihre mobilen Daten abgleichen können
 - Geräteentwickler, die das Protokoll in ihre Geräte einbauen und mit einer Entwicklung eine große Kundengruppe erschließen
 - Anwendungsentwickler, die keine eigenen Mechanismen integrieren müssen
- SyncML definiert hierfür zwei Protokolle
 - *SyncML Sync Protocol* für Synchronisierung
 - *SyncML Representation Protocol* für Datenkodierung

SyncML Architektur



SyncML

Kommunikation

- Der mobile Client kontaktiert stationären Server
 - Üblicherweise kontaktiert der Client den Server, übermittelt die modifizierten Daten und holt dann die Modifikationen beim Server ab
 - Der Server hat zusätzlich eine *Sync Engine* zur Analyse und Modifikation der Daten sowie zur Konflikterkennung
- Protokolle (bzw. Transportmechanismen)
 - HTTP, Hypertext Transfer Protocol
 - WSP, WAP Session Protocol
 - OBEX, Object Exchange Protocol
 - zusätzliche Trägermechanismen sind denkbar

SyncML

Synchronisierung

- Struktur der Daten ist kaum vorgegeben
 - Daten sind satzweise in Datenbanken abgelegt
 - Jeder Datensatz ist eindeutig identifizierbar
 - Client und Server dürfen eigene Identifikatoren verwenden; der Server übernimmt dann die Zuordnung
 - Änderungen an den Daten müssen geloggt werden
- Daten am Server haben dann einen GUID (*Global Unique Identifier*)
- Daten am Client haben dann einen LUID (*Local Unique Identifier*)

SyncML

Synchronisierungsarten

Art	Beschreibung
Zwei-Wege-Synchronisierung	Ableich durch Austausch der Änderungen
Langsame Synchronisierung	Daten werden übertragen und Feld für Feld abgeglichen
Einweg-Synchronisierung (C)	Client sendet die Änderungen an Server
Erneuerungs-synchronisierung (C)	Client sendet alle Daten an Server, rein überschreibend
Einweg-Synchronisierung (S)	Server sendet die Änderungen an Client
Erneuerungs-synchronisierung (S)	Server sendet alle Daten an Client, rein überschreibend
Serverinitiierte Synchronisierung	Server initiiert eine Synchronisierung beliebigen Typs

SyncML

XML-Nachrichten, Beispiel

```
<Sync>
  <Add>
    <Item>
      <Source><LocURI>2341</LocURI></Source><!-- LUID=2341 -->
      <Data>
        BEGIN:VCARD VERSION:2.1
        FN:Joesi Prokopez
        N:Prokopez;Joesi
        TEL;WORK;VOICE:+43-1-89912-1234
        EMAIL;INTERNET:jp@gmx.at
        END:VCARD
      </Data>
    </Item>
  <Add> <!-- weiteren Datensatz hinzufügen -->
  ...
</Add>
<Replace> <!-- Ersetzen eines Datensatzes -->
  ...
</Replace>
<Delete> <!-- Löschen eines Datensatzes -->
  ...
</Delete>
<Atomic> <!-- Alles in diesem Block als atomare Operation ausführen -->
  <Add> <!-- Hinzufügen eines Datensatzes -->
  ...
  </Add>
  <Replace> <!-- Ersetzen eines Datensatzes -->
  ...
  </Replace>
</Atomic>
</Sync>
```


SyncML

XML-Nachrichten

- Weitere Tags sind
 - **<Sequence>**: Die Änderungen müssen in der angegebenen Reihenfolge passieren
 - **<Get>**, **<Put>**: Anfordern bzw. Senden eines bestimmten Datensatzes
 - **<Search>**: Suchen eines Datensatzes
 - **<Map>**: Übertragen neuer Zuordnungen von GUID zu LUID
 - **<Status>**: Ergebnisstatus einer Operation
 - **<Result>**: Ergebnisdatensätze einer Get- oder Search-Anforderung

SyncML

Konflikte und Authentifizierung

- Entdeckung und Behandlung von Konflikten passiert in der Sync Engine
 - SyncML schreibt keine Vorgangsweise vor
- Client und Server können sich gegenseitig authentifizieren
 - Verfahren analog zu OBEX

Positionbestimmung

Anwendungen

- Navigation
- Informationen über die Umgebung
 - Supermarkt
 - Notrufe
 - Verknüpfung mit dem Internet
- Optimierung von Kommunikationsinfrastrukturen (Routing)
- Militärische Anwendungen
- Geo-Caching-Spiel

Positionsdaten

Anwendungen

- Geographische Position

- Längengrad, Breitengrad, Höhe

- Relative Position

- zu einem bekannten Punkt z.B. in einem Gebäude

- Orientierung, Raumrichtung, *Roll-Nick-Gier* Winkel

- Wichtig zur Orientierung im Raum (Navigation)
- Viele Positionsbestimmungsverfahren können diese Information nicht liefern

- Geschwindigkeit

- Läßt sich auch aus zwei Punkten mit Hilfe von Zeitmessung

berechnen:

$$v = \frac{\sqrt{(p1_x - p2_x)^2 + (p1_y - p2_y)^2 + (p1_z - p2_z)^2}}{\Delta t}$$

- Semantische Position

- z.B.: Zweiter Stock, mit Blick zum Drucker

Position im Raum Location Awareness

- *Position Awareness*
- *Situation Awareness*
- *Context Awareness*
 - Infrastrukturkontext (von Kommunikationsinfrastruktur)
 - Abhängig von Netzwerkbandbreite, -verzögerung, ...
 - Systemkontext
 - Systemeigenschaften wie Verteilung
 - Domänenkontext
 - Interaktion mit anderen Benutzern einer Domäne
 - Physikalischer Kontext
 - Größe und Beschaffenheit von Geräten, Sensoren
- Kontextbezogene Daten ändern sich meist, wenn sich die Position im Raum ändert -> *Context-Aware Computing*

Positionsbestimmung

Verfahren und Systeme

- *Tracking*
 - Objekt hat eine Marke (*Tag*), die vom System verfolgt wird
 - Ggf. müssen die Positionsdaten an das Objekt übermittelt werden
- *Positioning*
 - Objekt ermittelt die Position selbst anhand eines Systems von Sendern (*Baken* bzw. *Beacons*), die Funk-, Infrarot- oder Ultraschallsignale aussenden
 - Vorteil: Ermittelte Position wird im Gerät statt im Netz gespeichert

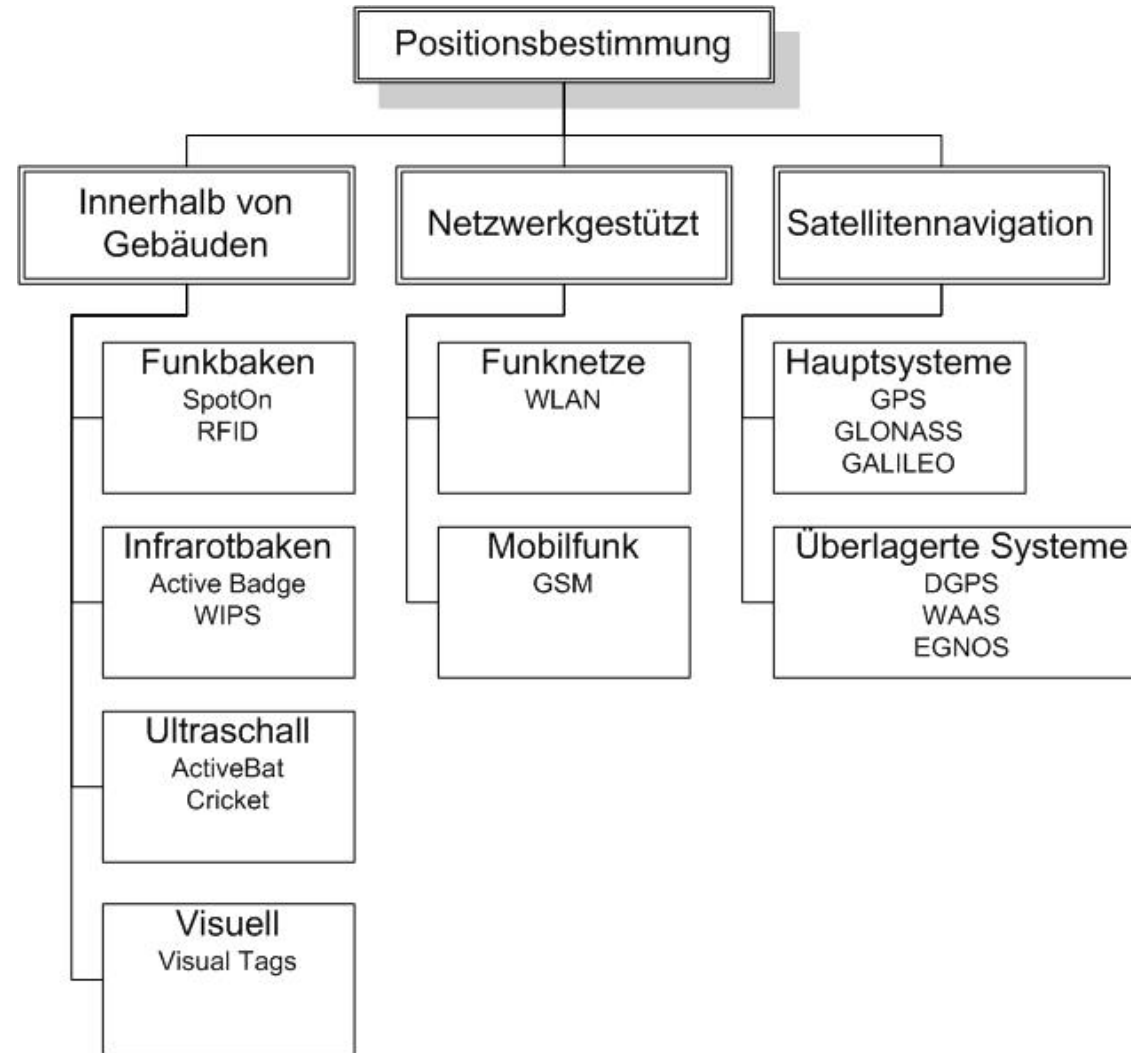
Positionsbestimmung

Basistechniken

- COO, *Cell of Origin*
 - In Positionierungssystem mit Zellenstruktur kann die Grobposition über die Zelleninfo ermittelt werden
- T(D)OA, *Time (Difference) of Arrival*
 - Zeitunterschied zwischen Senden und Empfangen eines Signals
 - elektromagnetische Strahlung $< c \sim 300.000 \text{ km/s}$
 - Schall $\sim 350 \text{ m/s}$
- AOA, *Angle of Arrival*
 - Antennen mit Richtcharakteristik können benutzt werden, um die Richtung der eintreffenden Signale präzise zu ermitteln
- Messung der Signalstärke
 - Aus der Signalstärke am Empfangsort kann die Position berechnet werden; viele Störmöglichkeiten bewirken hier eine hohe Ungenauigkeit

Positionsbestimmung

Systemklassifizierung

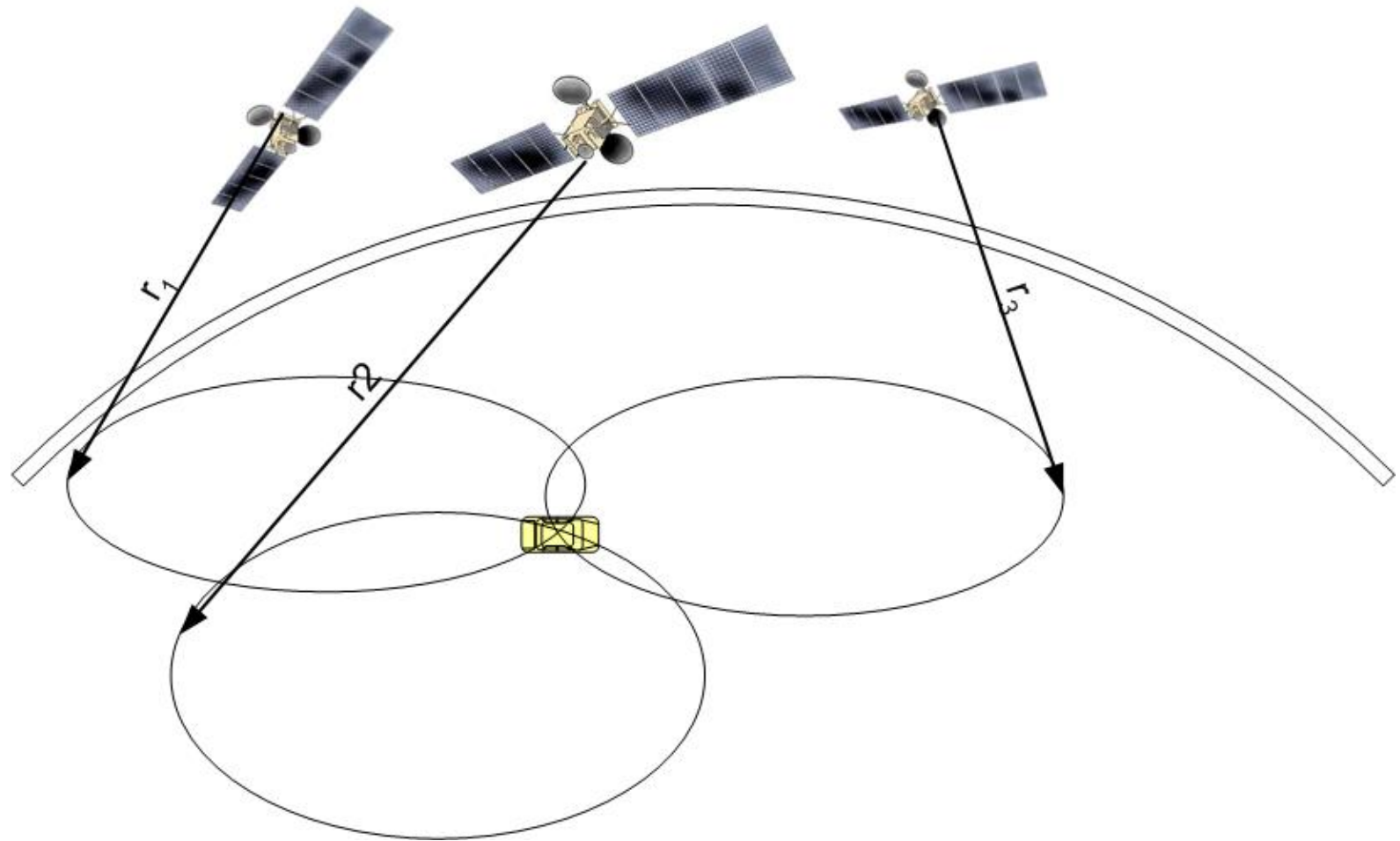


Satellitennavigation

Überblick

- **Vorteile**
 - Positionsbestimmung überall auf der Erde (und beschränkt darüber) möglich
 - Umweltbedingungen (z.B. Wetter) haben nur geringen Einfluß auf die Genauigkeit
 - Die Genauigkeit ist sehr hoch
- **Nachteile**
 - Erhebliche Kosten für Installation und Überwachung der Satelliten
 - Positionsbestimmung nur bei Empfang der Signale (nicht in Gebäuden bzw. Straßentunnels)

Satellitennavigation



Satellitennavigation

Funktionsweise

- Satelliten sind auf festen Bahnen um die Erde
 - Über Verzeichnisse kennen die Endgeräte die genauen Bahndaten der Satelliten und somit deren Position
- Entfernungsbestimmung
 - Durch Messen der Signallaufzeit vom Satelliten
 - Problem
 - Zeitabgleich ist nicht möglich (Zeitabgleichssignal bewegt sich auch *nur* mit Lichtgeschwindigkeit)
 - Satelliten haben hochgenaue, teure Atomuhren
 - Endgeräte können Signal annähern, indem sie einen vierten Satelliten zu Hilfe nehmen

Satellitennavigation

Positionsberechnung

- Durch die Ungenauigkeit entsteht ein nichtlineares Gleichungssystem mit 4 Unbekannten
 - Zur Lösung gibt es verschiedene Ansätze, u.a. auch iterative Näherungslösungen, bei denen über ein lineares Gleichungssystem angenähert wird
- Gestörte Signale können durch Verwendung von mehr als 4 Satelliten mathematisch gut kompensiert werden
- Allgemein: Je mehr Satellitensignale desto genauer ist die berechnete Position

Satellitennavigation

GPS

- 1970 wurde der Name NAVSTAR GPS geboren
- 1984 wurden erste Satelliten in Betrieb genommen
- 8.12.1993 erste Betriebsbereitschaft mit 21 Satelliten und 3 Reservesatelliten
- 1995 volle Betriebsbereitschaft mit 24 Satelliten auf 6 Bahnen im Erdumlauf
 - Höhe ca. 20.200 km, Umlaufzeit 12 Stunden
 - Von jedem Punkt der Erde sind mindestens 5, maximal 11 Satelliten über dem Horizont sichtbar
 - Ein Satellit lebt ca. 7,5 Jahre; deshalb sind 4 Reservesatelliten im All

Satellitennavigation

GPS Dienste

- Nicht gesperrte Dienste sind kostenlos
- *PPS, Precise Positioning Service*
 - Genauigkeit 22m horizontal, 27,7m vertikal
 - Verschlüsselt und nur für US-Militär und NATO
- *SPS, Standard Positioning Service*
 - Bis 30.4.2000 Genauigkeit 100 m horizontal, 156 m vertikal, da die Signale künstlich verfälscht wurden, um dem Feind keine hochpräzisen Informationen zu bieten
 - Am 1.5.2000 wurde das Störsystem *Selective Availability* abgeschaltet → Genauigkeit 25m horizontal, 27,7m vertikal

Satellitenavigation

GPS Satellitensignale

- Die Signale werden von allen Satelliten mit 20W auf derselben Frequenz ausgesendet
 - Gegen Störung wird CDMA mit *Pseudo Random Noise* verwendet
- Dem Signal werden zusätzliche Daten aufgeprägt
 - Datenrate: 50 Bit/s
 - Position des Satelliten
 - Uhrzeit
 - Bahndaten anderer Satelliten (sog. *Almanach*)

Satellitennavigation

GPS Segmente

- **Benutzersegment**
 - GPS Empfänger, mitunter mit Darstellung von geografischen Karten
 - Manchmal Darstellung der Geschwindigkeit
 - Entweder Berechnung mit zwei Punkten und Zeit
 - Oder Ausnutzung des Dopplereffekts (bewegte Objekte erfahren eine Frequenzverschiebung auf dem empfangenen Signal)
 - Äußerst exakte Uhrzeit
- **Raumsegment**
 - hier sind die Satelliten (jeder ca. „1,5-2t“)
- **Kontrollsegment**
 - Bodenstationen beobachten die Satelliten und berechnen Korrekturdaten

Satellitennavigation

GPS Störquellen

- Uhrenfehler
 - trotz hochgenauer Uhren ca. 1,5m Abweichung
- Schwankungen in der Umlaufbahn
 - bis 2,5 m Abweichung
- Störungen der Atmosphäre
 - bis 0,5m Abweichung
- Störungen der Ionosphäre
 - bis 5m Abweichung
- Multipath-Fehler
 - durch reflektierte Signale in der Umgebung des Empfängers, bis ca. 0,6m Abweichung

Satellitenavigation

DGPS, Differential GPS

- Erzielt eine höhere Genauigkeit (1-3m)
 - zusätzliche *Basisstationen* und *Korrektursender* werden auf der Erdoberfläche eingerichtet
- Fehler werden weitgehend kompensiert
 - Die Basisstation liegt auf einem sehr genau vermessenen Punkt und kann die Satellitenpositionen und deren Signale genau messen
 - In der Umgebung der Basisstation tritt der Fehler in derselben Größenordnung auf
 - Die Entfernung zwischen Benutzer und Basisstation darf nicht zu groß sein
 - Die Korrekturdaten müssen zeitnah übertragen werden

Satellitennavigation

WAAS

- Sehr ähnlich zu DGPS
- Die berechneten Korrekturdaten werden nicht mit terrestrischen Sendern, sondern auch über Satellit übertragen
 - Derzeit durch geostationären Inmarsat-3 in USA
 - USA betreibt für diesen Zweck 30 Monitorstationen am Boden

Satellitenavigation

GLONASS und Galileo

- GLONASS ist das russische Gegenstück zu GPS
 - 1996 Aufnahme des Betriebs
 - Funktion sehr ähnlich zu GPS
 - Von den ursprünglich 24 Satelliten sind nur noch 10 aktiv, weshalb keine globale Abdeckung mehr möglich ist
- EGNOS ist eine WAAS-ähnliche Erweiterung zu GPS und GLONASS in Europa
 - Volle Funktionalität ab 2004
 - Genauigkeit ca. 5m
- Ein zweiter Schritt ist GALILEO, Einführung 2008 mit drei Diensten
 - Kostenloser Dienst für jedermann
 - Verschlüsselter Dienst für Mitgliedsstaaten
 - Verschlüsselter Dienst für zahlende Benutzer

Positionsbestimmung *in Gebäuden*

- GPS ist in Gebäuden kaum verfügbar
- Für verschiedene Einsatzszenarios gibt es angepaßte Verfahren
- Grundsätzlich gibt es drei technisch unterschiedliche Verfahren
 - Infrarotbaken
 - Funkbaken
 - Ultraschallverfahren
- Netzwerkgestützte Positionsbestimmung
 - Herkömmlich zugängliche Infrastruktur kann zur Positionsbestimmung genutzt werden
 - GSM mit 4 Basisstationen: Genauigkeit 50-150m
 - WLAN: Genauigkeit ca. 3-4m

Geografische Adressierung

- Geografische Adressierung
 - „Ich möchte an alle Rechner im Umkreis von 3 km eine Warnmail senden“
 - IPv6 hat genügend Adressraum (128Bit), um die geographische Position zu kodieren
 - Mit 80 Bit kann jeder Kubikzentimeter der Erde (bis 10 km unter und 100 km über der Erde) kodieren
- Geo-Routing
 - Die geografische Position der Router wird verwendet, um tatsächlich kürzeste (naheste) Wege zu finden und zu benutzen