



Cellular IP

Rainer Holzmann

Hauptseminar · Dienste & Infrastrukturen mobiler Systeme
Prof. Dr. C. Linnhoff-Popien, Dr. A. Küpper

1. Cellular IP Szenario

- Motivation
- Grundlagen
- Anforderungen

2. Netzwerktopologie

- Komponenten
- Datenpfad
- Verteiltes Location Management

3. Location Management

- Zustandsmodell
- Paging Areas
- Routing und Paging Mappings
- Paging
- Routing

4. Handoff

- Hard Handoff
- Semi-soft Handoff

5. Sicherheit

- Authentifizierung durch Session Key

6. Cellular IP im Vergleich mit GSM/GPRS

- Netzwerkarchitektur
- Protokollvergleich auf Ebene der Mikromobilität

7. Zusammenfassung

Cellular IP

1. Cellular IP Szenario



1. Cellular IP Szenario

- Motivation
- Grundlagen
- Anforderungen

1.1 Motivation

Anwendungsbeispiel

Ausgangspunkt

- Drahtloser Zugang zu Diensten des Internet wird immer häufiger genutzt.
- Kunden möchten mit ihren Endgeräten drahtlos auf IP-basierte Dienste zugreifen, auch wenn sie sich bewegen.



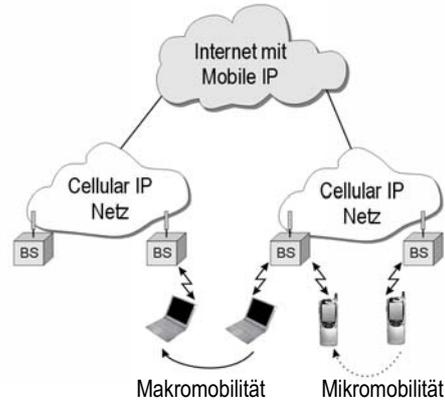
Mobile IP Schwächen

- Unterstützt kein Paging.
 - Hohe Latenzzeit bei Handoffs.
 - Paketverlust hoch bei Handoff.
 - Realisiert keine schnellen Handoffs.
- Unterstützt nur Makromobilität!



1.1 Motivation

Mikromobilität



Makromobilität: Wechsel des Cellular IP Netzes.

Mikromobilität: Wechsel einer Funkzelle innerhalb eines Cellular IP Netzes.

1.2 Grundlagen

Übersicht

- Schneller Zugriff auf IP-basierte Dienste erfordert kleine Zellen und steigende Anzahl an Base Stations.
- Forderung auf Unterstützung von häufigen, schnellen Handoffs und Minimum an Paketverlust.
- Lokale Bewegungen des Mobile Host innerhalb des Cellular IP Netzes sind transparent zu allen anderen Netzen.
- Cellular IP führt Zustände für Mobile Hosts ein.
- Paging ermöglicht passiv verbundene Mobile Hosts.
- Hohe Anzahl an Teilnehmern wird akzeptiert.
- Qualität ist vergleichbar zu drahtgebundenen LANs.
- Geringer Signalisierungsoverhead innerhalb des Netzes.
- Geringer Akku-Verbrauch des Mobile Host.

1.3 Anforderungen

Übersicht

- Unterstützung von Mikromobilität.
- Fähigkeit zum Paging und damit Unterstützung von passiv verbundenen Hosts.
- Verteiltes Location Management ohne zentrale Steuerung.
- Innerhalb des Cellular IP Netzes ersetzt Cellular IP Routing gewöhnliches IP Routing.
- Minimaler Konfigurationsaufwand des Netzes.
- Einfache und effiziente Algorithmen für
 - Paging
 - Routing
 - Handoff
- Kostengünstige Implementierungen.
- Wenig Anpassung der bestehenden Hardware.
- Kein neues IP Paketformat und kein IP Tunneling innerhalb des Cellular IP Netzes.

Cellular IP

2. Netzwerktopologie

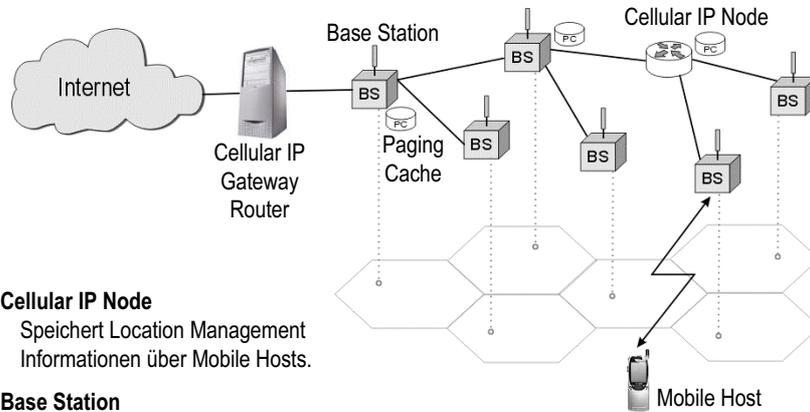


2. Netzwerktopologie

- Komponenten
- Datenpfad
- Verteiltes Location Management

2.1 Komponenten

Cellular IP Node, Base Station, Gateway, Mobile Host



Cellular IP Node
 Speichert Location Management Informationen über Mobile Hosts.

Base Station
 Ein spezieller Cellular IP Node: zusätzlich ein drahtloses Interface.

Gateway
 Verbindung zum Internet, Intranet, anderen IP-basierten Netzen.

Mobile Host
 Mobiles Endgerät, das Cellular IP implementiert hat.

2.2 Datenpfad

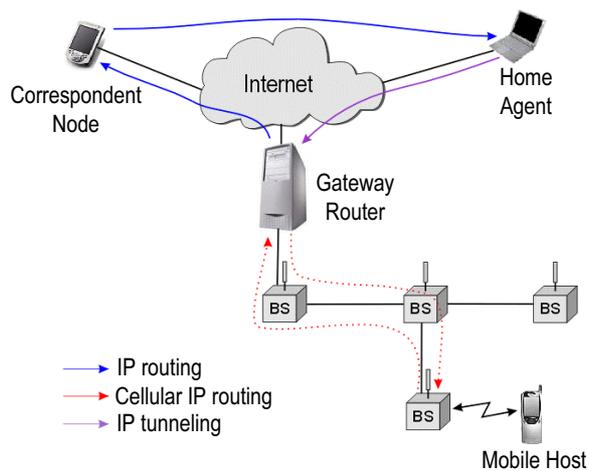
Übertragungsarten im Cellular IP Szenario

- **Reguläres IP Routing**
 zwischen Correspondent Node und Gateway Router
 sowie

- zwischen Correspondent Node und Home Agent.

- **Cellular IP Routing**
 zwischen Gateway Router und Mobile Host innerhalb des Cellular IP Netzes.

- **IP Tunneling**
 zwischen Home Agent und Gateway Router.



2.3 Verteiltes Location Management

Dezentrale Speicherung der Daten in den Knoten

- GSM/GPRS verwendet getrennte logische Channels zur Übertragung von Steuernachrichten.
- Cellular IP hat keine Channel-Struktur.
- Steuernachrichten sind gewöhnliche IP-Pakete.
- Keine zentrale Einheit kennt zu jedem Zeitpunkt den exakten Aufenthaltsort jedes Mobile Hosts.
- Cellular IP Nodes speichern Einträge die den nächsten Nachbarn kennzeichnen, um den Mobile Host zu erreichen.

Cellular IP

3. Location Management

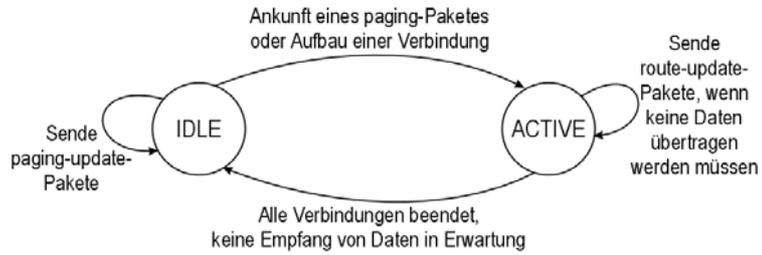


3. Location Management

- Zustandsmodell
- Paging Areas
- Routing und Paging Mappings
- Paging
- Routing

3.1 Zustandsmodell

Active und Idle Mobile Hosts



Idle Mobile Hosts

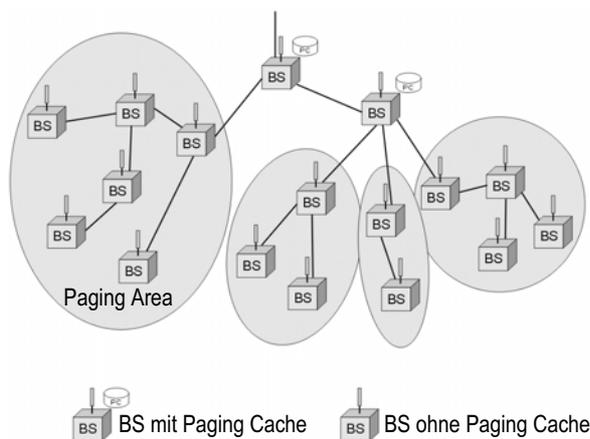
Seit längerer Zeit keine Daten mehr empfangen, oder übertragen.

Active Mobile Hosts

Mobile Host überträgt gerade Daten, oder empfängt Daten.

3.2 Paging-Areas

Strukturbeispiel eines Cellular IP Netzes



3.3 Paging und Routing Mappings

Aufgaben und Funktionsweise

Paging Mappings

- Knoten mit integriertem Paging Cache speichert für das empfangene Paket folgendes Mapping:

```
P_Mapping {  
    IP des MH ,  
    IP von Nachbarknoten, von dem  
    das Paket empfangen wurde  
}
```

- Erzeugt durch paging-update Pakete.
- Paging-Timeout: ca. 3 min.
- Paging-Update-Time: ca. 1 min.

Routing Mappings

- Jeder betroffene Knoten speichert für das empfangene Paket ein Routing Mapping:

```
R_Mapping {  
    IP des MH ,  
    IP von Nachbarknoten, von dem  
    das Paket empfangen wurde  
}
```

- Erzeugt durch route-update Pakete.
- Route-Timeout: ca. 3 sec.
- Route-update Pakete aktualisieren auch Paging Mappings.
- Exakte Weginformation für den Downlink, sowie für den Uplink von Daten innerhalb des Cellular IP Netzes.

3.3 Paging

Aufspüren eines Mobile Hosts

Im Normalfall werden an einen MH adressierte Pakete anhand der Einträge im Routing Cache zum MH geroutet.

Paging

- Tritt auf, wenn für ein an den MH adressiertes Paket **keine gültigen Routing Mappings** in den Knoten gefunden werden können.
- Existieren keine Routing Mappings, so wird der Paging Cache nach gültigen Mappings für das Paket durchsucht. Existieren keine gültigen Mappings, wird das Paket verworfen.
- Wenn ein Knoten keine gültigen Routing Mappings und keinen integrierten Paging Cache hat, so wird das Paket an alle Nachbarknoten weitergeleitet.

3.3 Routing

Exakte Lokalisierung des Mobile Hosts

Sämtliche Pakete die vom MH aus losgeschickt werden, gelangen unabhängig von der Ziel-IP-Adresse zunächst zum Gateway.

Routing

- Informationen über die Auswahl des nächst sinnvollen Nachbars beim Erstellen einer Route werden durch ein periodisch im Cellular IP Netz geflutetes Paket („Beacon“) gewonnen.
- Die Kette der gespeicherten Mappings, bezogen auf einen bestimmten MH, bildet einen Pfad für alle Up- und Downlink Pakete.
- Reguläre Datenpakete, die vom MH aus versendet werden führen zum Zurücksetzen des Route-Timeout. Damit bleiben für active MHs die Routing Mappings gültig.

Cellular IP

4. Handoff



4. Handoff

- Hard Handoff
- Semi-soft Handoff

4.1 Hard Handoff

Funktionsweise

Handoff wird in Cellular IP grundsätzlich vom MH ausgelöst aufgrund gemessener Signalstärken der umgebenden Base Stations.

Hard Handoff

- Hard Handoff wird durchgeführt, in dem der MH zu einer neuen BS wechselt **und dann** ein route-update Paket losschickt.
- Nach Abschicken des route-update Paketes wird neue Route angelegt.
- Simple Prinzip.
- Vermeidet Signalisierungsoverhead nahezu vollständig.
- Verursacht Paketverluste. Worst Case: Crossover Base Station entspricht Gateway.

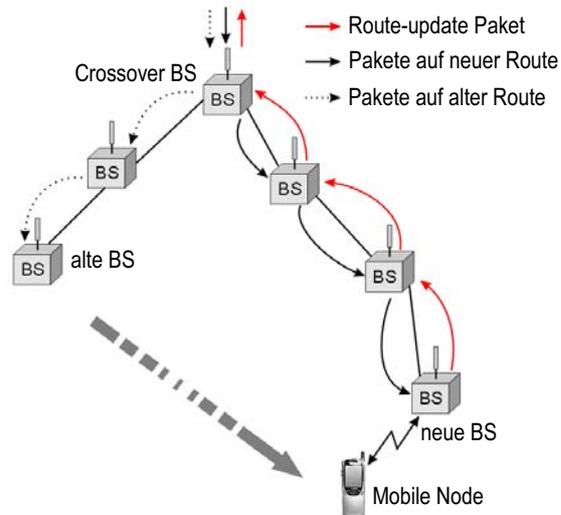
Cellular IP • 19/27

4.2 Semi-soft Handoff

Funktionsweise

Semi-soft Handoff

- Der MH löst den Handoff durch Abschicken eines route-update Paketes aus, bleibt dabei aber mit der alten BS verbunden.
- Sobald route-update Paket die Crossover BS erreicht hat, wird dort, neben dem vorhanden Mapping, ein neues angelegt.
- Nach einem kurzen Delay, wechselt der MH tatsächlich zur neuen BS.
- Während Handoff werden Pakete sowohl zur alten als auch zur neuen BS geschickt.



Cellular IP • 20/27

Cellular IP

5. Sicherheit



5. Sicherheit

- Authentifizierung durch Session Key

Cellular IP • 21/27

5 Sicherheit

Authentifizierung durch Session Key

Mobile MHs müssen häufig Aufenthaltsinformationen über die Luftschnittstelle versenden. Die dafür verwendeten Steuernachrichten können zum Sicherheitsrisiko werden, wenn keine Schutzmaßnahmen getroffen wurden.

Maßnahmen

- Nur authentifizierte Steuernachrichten dürfen Mappings in den Caches erzeugen, ändern.
- Authentifizierung erfolgt über Session Key, ein MD5-Hash über folgende Bestandteile:
 - * IP-Adresse des MH
 - * Zufallszahl
 - * Cellular IP Netz-Schlüssel
- Alle Cellular IP Knoten kennen den Netz-Schlüssel. Zur Authentifizierung von Steuernachrichten berechnen die Knoten den Session Key und vergleichen ihn mit dem empfangenen.

Cellular IP • 22/27

Cellular IP

6. Cellular IP im Vergleich mit GSM/GPRS



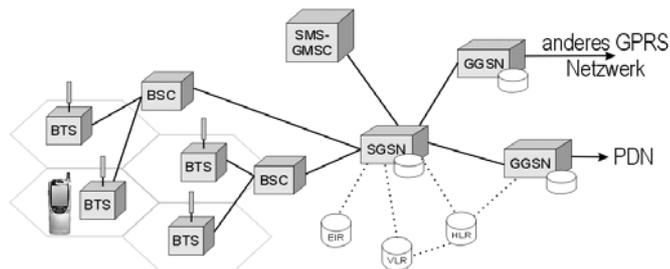
6. Cellular IP im Vergleich mit GSM/GPRS

- Netzwerkkonstruktion
- Protokollvergleich auf Ebene der Mikromobilität

Cellular IP • 23/27

6.1 Netzwerkkonstruktion

GSM/GPRS Systemarchitektur



SGSN: Serving GPRS Support Node
GGSN: Gateway GPRS Support Node
PDN: Packet Data Network
— User data and signaling data
..... Signaling data

Cellular IP • 24/27

6.2 Protokollvergleich

GSM/GPRS vs. Cellular IP

GSM/GPRS

- SGSN als Hauptzugang zum Radio Access Network.
- GGSN als Interface zu externen Netzen.
- Mittels BSCs werden die Daten zu den jeweiligen BS verteilt. Von dort aus weitergeleitet zum MH.
- GPRS Tunneling Protocol (GTP) zwischen GGSN und SGSN.
- Zustandskonzept.
- Getrennte Kanäle zum Übertragen von Paketen, kein IP.

Cellular IP

- Gateway als Interface zu externen Netzen.
- Mittels Cellular IP Knoten werden die Daten zu den jeweiligen BS verteilt. Von dort aus weitergeleitet zum MH.
- Zustandskonzept.
- Kein Tunneling innerhalb des Cellular IP Netzes. Keine Kanäle, IP.

Cellular IP • 25/27

Cellular IP

7. Zusammenfassung



7. Zusammenfassung

Cellular IP • 26/27

Cellular IP

7. Zusammenfassung

- Cellular IP ermöglicht Mikromobilität für Endgeräte in hoch-mobilen Umgebungen.
- Algorithmen sind einfach, effizient und skalieren sehr gut.
- Struktur des Netzes und Timeouts beliebig anpassbar an jeweilige Bedürfnisse.
- Zusammen mit Mobile IP ergibt sich eine flächendeckende wide-Area Mobilität.

- Noch kein RFC.
- Gegenstand laufender Forschungen bzgl. QoS-Erweiterung, Stabilität.

- Source Code erhältlich auf <http://comet.columbia.edu/cellularip>