

Drei Ansätze zur Verbesserung der Dienstgüte im GSM-System

Martin Junius, Stefan Böhmer, Peter Decker

Lehrstuhl Kommunikationsnetze

RWTH Aachen, 52056 Aachen

mj@dfv.rwth-aachen.de, sb@dfv.rwth-aachen.de, dec@dfv.rwth-aachen.de

Zusammenfassung

Die in diesem Beitrag vorgestellten Arbeiten zeigen aus drei verschiedenen Richtungen, wie moderne Verfahren im GSM angewendet werden koennen, um die bestehenden Dienste und das Gesamtsystem leistungsfähiger machen zu können.

1 Verbesserte Auswertung der GSM-Funkmeßdaten: Lokalisierung, Handover und Netzmanagement

1.1 Motivation

Das GSM-Mobilfunksystem stellt als Funktionalität für das Radio Resource Management Meßdaten über die Funksituation der Mobilstationen zur Verfügung. Derzeit werden diese Daten nur für Handover- und Power-Control-Entscheidungen genutzt.

Jede Mobilstation im GSM-System ist standardgemäß bereits eine Meßeinrichtung, die Daten über die eigene Empfangssituation liefert. Es bietet sich daher an, diese Daten nicht nur für Handover und Power Control, sondern auch für andere Zwecke in der Basisstation auszuwerten.

1.2 Intelligente Verfahren

Im Rahmen der hier vorgestellten Arbeit ist festgestellt worden, daß Verfahren aus dem „Neuro-Fuzzy“-Umfeld geeignet sind, die in GSM anfallenden Meßdaten zu verarbeiten:

- Mit Mustererkennung ist das Wiedererkennen von charakteristischen Mustern in den Funkmeßdaten und die Klassifizierung mit neuronalen Netzen und anderen Verfahren möglich.
- Fuzzy Logic eignet sich zur Anwendung für Handoverentscheidungen.

Darauf aufbauend bieten sich folgende Möglichkeiten an:

- Unterstützung von Handover-Entscheidungen durch Wiedererkennung von kritischen Empfangssituationen und wissensbasierte Handover-Entscheidungen
- Lokalisierung von Mobilstationen durch Erkennen von charakteristischen Pegelverläufen, Auswertung der Nachbarstationspegel und Entfernung BS-MS (Timing Advance), sowie Zuordnung zu entsprechenden zentral gespeicherten Daten
- Vermeidung von unnötigem Handover durch Kenntnis der Funksituation in der Zelle
- Auswertung der Funk- und Verkehrssituation in der Zelle für administrative Zwecke

Im einzelnen werden derzeit im Rahmen einer simulativen Bewertung folgende Anwendungen untersucht:

1.2.1 Fuzzy Logic zur Handover-Steuerung

In dem GSM-Standard [1] ist ein Vorschlag für einen Handover-Algorithmus in Form einer Empfehlung enthalten. Dieser Algorithmus und die von den verschiedenen Netzbetreibern implementierten Varianten zeichnen sich durch eine Vielzahl von Parametern aus, die das Handover-Verhalten beeinflussen und deren Wirksamkeit nur schwer zu überschauen ist.

Als Alternative bietet sich ein System an, das auf den bewährten Prinzipien des „Fuzzy Control“ [10] aufbaut. Basis ist die Umwandlung der Meßdaten in „Fuzzy Values“ mit entsprechenden IF-THEN-Regeln zur Handover-Entscheidung.

Eine Erweiterung nutzt Mustererkennungsverfahren, um den Pegelverlauf zu klassifizieren und damit zusätzlich zum absoluten Pegel noch Kriterien wie „Pegel abfallend“, „Pegeleinbruch“ etc. in die Entscheidungsfindung einfließen zu lassen.

1.2.2 Lokalisierung

Innerhalb einer Zelle ist die Position einer Mobilstation nur als Entfernung BS-MS bekannt, dies kann aus dem „Timing Advance“ der TDMA Frames ermittelt werden, allerdings nur mit einer sehr groben Auflösung von ≈ 1 km.

Zusätzlich kann über die Pegel der Nachbarstationen, die ebenfalls von den Mobilstationen gemessen werden, eine grobe Zuordnung zu einem Sektor der Zelle erfolgen.

Die Funkmeßwertverläufe entlang einer Fahrtstrecke können als für diese Strecke charakteristische Muster angesehen werden [6]. Mit Hilfe geeigneter Mustererkennungsverfahren und entsprechender Klassifizierung können Pegelverläufe und somit Strecken voneinander unterschieden werden.

Durch Kombination dieser Auswertungen können Mobilstationen mit gewisser Wahrscheinlichkeit innerhalb der Zelle lokalisiert werden. Dies kann zur Unterstützung des Handover und für administrative Zwecke genutzt werden.

2 Formale Spezifikation, Simulation und Leistungsbewertung des GSM-Signalisierungsprotokolls LAPD_m

2.1 Motivation

Mit dem paneuropäischen, digitalen Mobilfunknetz (GSM) wurde der Gedanke diensteintegrierender, digitaler Netze (ISDN) auf den Bereich der Mobilfunknetze ausgedehnt. Die Dienstintegration, die Möglichkeit des Dienstwechsels bei bestehenden Verbindungen, die Verfügbarkeit zusätzlicher Dienste (supplementary services) usw. stellen hohe Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Signalisierungsprotokolle. Besonders im Bereich der Luftschnittstelle U_m zwischen Mobilstation (MS) und Funkfeststation (BSS) wird die Komplexität durch zusätzliche Aufgaben wie Handover, Verwaltung von Funkkanälen etc. weiter erhöht. Die Leistungsfähigkeit des gesamten Netzes wird entscheidend durch die Performance der Signalisierungsprotokolle, insbesondere bei stark gestörten Funkkanälen, beeinflusst.

2.2 Simulationsumgebung und Ergebnisse

Zur Spezifikation von Kommunikationsprotokollen wurden von den internationalen Standardisierungsgremien (ISO, ITU) formale Beschreibungssprachen (LOTOS, ESTELLE, SDL) normiert. Die Codierung des hier betrachteten Protokolls erfolgte in der Sprache SDL (System and Description Language, ITU (CCITT) Rec. Z.100). Mit Hilfe neu entwickelter Werkzeuge wurde die Möglichkeit geschaffen, formal spezifizierte Protokolle mittels stochastischer Simulation zu bewerten. Abbildung 1 zeigt die benötigten Zeiten für verschiedene Phasen der Verbindungseinrichtung in Abhängigkeit von verschiedenen CIR- (Carrier to Interferer Ratio) Werten. Die genannten Dienstprimitive werden vom (dem) rufenden bzw. vom (dem) gerufenen Teilnehmer zu folgenden Zeiten ausgelöst (angezeigt):

- MS_ConnectReq: Initiierung einer Verbindungseinrichtung durch einen rufenden Teilnehmer,
- MNCC_ALERTReq: Erzeugung eines Ruftons beim gerufenen Teilnehmer,

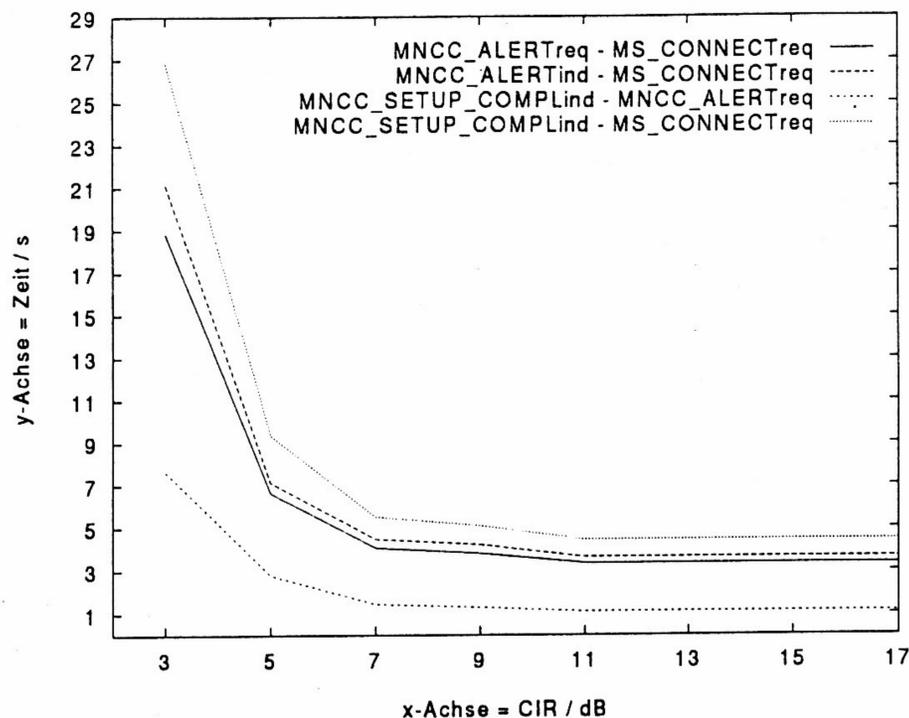


Abbildung 1: benötigte Zeiten für verschiedene Verbindungseinrichtungsphasen in Abhängigkeit des CIR-Verhältnisses

- MNCC_ALERTInd: Erzeugung eines Ruftons beim rufenden Teilnehmer,
- MNCC_SETUP_COMPLInd: Verbindungseinrichtung erfolgreich abgeschlossen.

Bei den betrachteten Zeiten wurde die Vermittlungszeit innerhalb des Netzes sowie die Reaktionszeit des gerufenen Teilnehmers zu Null gesetzt. Deutlich zu erkennen ist, daß bei sinkenden CIR-Werten die benötigten Zeiträume für die Signalisierungsphasen überproportional ansteigen. Dies gilt ebenso für das (hier nicht aufgelistete) Verhältnis von erfolgreich/nicht erfolgreich eingerichteten Verbindungen. Durch geeignete Wahl der LAPD_m Fenstergröße in Verbindung mit anderen Protokollparametern (Timer etc.) kann eine deutliche Verbesserung der Performance erzielt werden.

3 Adaptive Typ-II hybride ARQ-Protokolle zur Datenübertragung im GSM

Bei Datenübertragung im digitalen zellularen Mobilfunknetz nach GSM werden zur Sicherung der Übertragungsqualität hybride ARQ/FEC-Verfahren (Typ-I) eingesetzt[9].

Dabei werden Datenpakete, bei denen das Fehlerkorrekturverfahren nicht zur vollständigen Beseitigung der Fehler ausreicht, immer verworfen und neu vom Sender angefordert. Dies ist vor allem in schlechten Empfangslagen keine optimale Strategie, da die FEC bei Erschöpfung der Korrekturfähigkeit zu einer hohen Paketfehlerrate führt. Bei guten Empfangslagen wird durch die FEC unnötige Redundanz übertragen, wodurch der Durchsatz stark eingeschränkt wird. Dies ist vor allem beim Übertragen großer Datenmengen wie bei der FAX-Übertragung Verbesserungswürdig[3, 4].

Bei hybriden ARQ/FEC-Verfahren (Typ-II) werden die verschiedenen empfangenen Versionen eines Paketes gemeinsam decodiert. Bei verzögerungstoleranten Diensten kann notwendige Redundanz auch nur auf Anforderung gesendet werden.

In den letzten Jahren sind verschiedene Ansätze für Typ-II Verfahren entwickelt worden. Es werden im wesentlichen zwei Arten von fehlerkorrigierenden Codes benutzt: invertierbare verkürzte Blockcodes und punktierte Faltungscodes.

Es wurde ein neues Typ-II ARQ-Verfahren mit punktierten Faltungscodes auf Basis des in GSM standardisierten Radio Link Protokolls (RLP) entwickelt[2]. Dabei wurde die Basiscodierung adaptiv zur Empfangsqualität gewählt.

Zur Leistungsbewertung und zum Vergleich zum vorhandenen RLP wurde ein objektorientiertes Simulationspaket entwickelt, welches die in GSM festgelegte Luftschnittstelle nachbildet[8]. Die Bewertung der

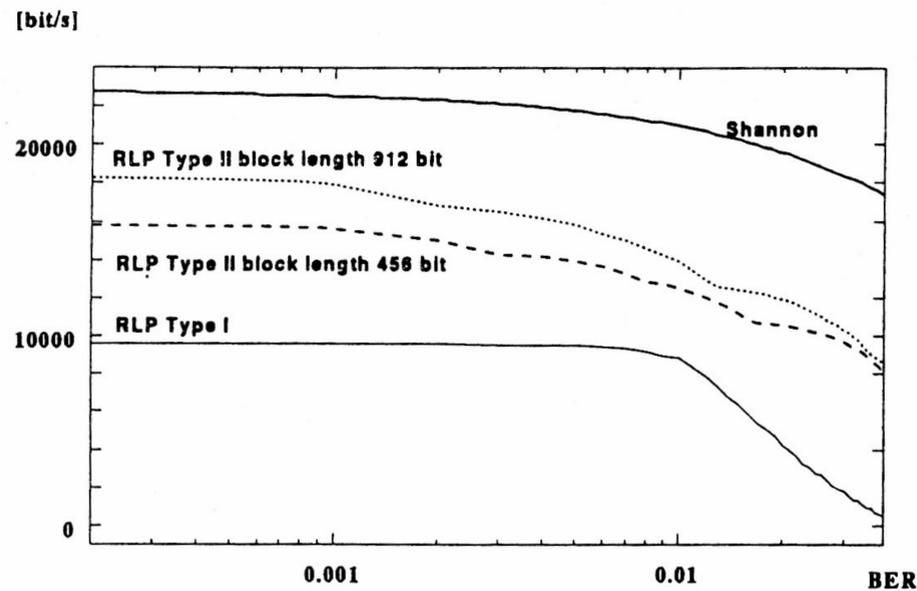


Abbildung 2: Durchsatz von RLP (Typ-I) and modifiziertem adaptiven RLP (Type-II)

Protokolle findet unter Berücksichtigung eines durch Mehrwegeausbreitung, Abschattung und Gleichkanalstörern gestörten Übertragungskanals statt.

Das gewählte Verfahren erlaubt beim Einsatz auf einem Vollraten-Kanal eine Datenübertragung mit 14.400 bit/Sekunde beim Einsatz auf einem Halbraten-Kanal läßt sich damit auch ein 9.600 bit/Sekunde Datendienst ermöglichen.

Literatur

- [1] CEPT. *GSM Recommendations 05.08*, March 1990. Radio Sub-System Link Control.
- [2] P. Decker. *An Adaptive Type-II hybrid ARQ/FEC Protocol suitable for GSM*. In *Workshop on Mobile Multimedia Communication (MoMuC-1)*, Tokyo, IEEE, December.
- [3] P. Decker, U. Pertz. *Simulative Leistungsbewertung der nichttransparenten FAX-Übertragung im GSM-System*. In *ITG 93*, Ulm, ITG, 1993.
- [4] P. Decker, B. Walke. *Performance Analysis of FAX Transmission on Non-Transparent GSM Data Service*. In *Mobile and Personal Communication*, Brighton, IEE, December.
- [5] H. Hüning, M. Junius. *A Node Splitting Neural Network with Integer Inputs and Application to a Pattern Recognition Problem in Mobile Radio Communications*. In *First European Congress on Fuzzy and Intelligent Technologies EUFIT '93*, Aachen, Germany, September 1993.
- [6] M. Junius. *Intelligentes Radio Resource Management — Mustererkennung mit GSM-Funkmeßdaten und Anwendung*. In *ITG-Fachbericht 124 Mobile Kommunikation*, pp. 487–501, Berlin, Offenbach, VDE-Verlag, September 1993.
- [7] M. Junius, D. Marger. *Simulation of GSM Handover and Power Control Based on Propagation Measurements in the German D1 Network*. In *Proceedings Fifth Nordic Seminar on Digital Mobile Radio Communications DMR V*, pp. 367–372, Helsinki, Finland, December 1992.
- [8] Dimitrios Margaritidis. *Untersuchung adaptiver Typ II HARQ-Protokolle zum Einsatz in digitalen Mobilfunknetzen*. Diplomarbeit, RWTH Aachen, Lehrstuhl Kommunikationsnetze, Kopernikusstr. 16, 52074 Aachen, August 1993.
- [9] B. Walke, P. Decker. *Mobile Datenkommunikation*. IT & TI, 1993.
- [10] H.-J. Zimmermann. *Fuzzy Set Theory — and Its Applications*. Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London, 1991. Second, Revised Edition.