

Dipl.-Ing. Georg Carle M. Sc., Berlin

Zuverlässige Gruppen- kommunikationsdienste in ATM-Netzen

Reihe **10**: Informatik/
Kommunikationstechnik · Nr. **515**

3 Stand der Forschung: Zuverlässige Gruppenkommunikation	43
3.1 Anforderungen an Gruppenkommunikationsprotokolle	43
3.1.1 Anforderungen an die Fehlerkontrolle	43
3.1.1.1 Eigenschaften des Basisdienstes	43
3.1.1.2 Analyse der Fehlertypen	44
3.1.2 Elementare Protokollfunktionen in verschiedenen Schichten	45
3.2 Klassifikation von Fehlerkontrollmechanismen	46
3.2.1 Protokollmechanismen zur Fehlerkontrolle	46
3.2.2 Quittierungsverfahren	46
3.2.3 Fehlerbehebungsverfahren	47
3.3 Klassifikation der untersuchten Protokolle	48
3.3.1 Protokolle der Adaptionsschicht	49
3.3.1.1 Übertragungswiederholung in der Adaptionsschicht	49
3.3.1.2 Vorwärtsfehlerkorrektur in der Adaptionsschicht	50
3.3.2 Protokolle der Sicherungsschicht	51
3.3.3 Protokolle der Transportschicht	51
3.3.3.1 Protokolle für zuverlässige Unicast-Kommunikation	52
3.3.3.2 Transportprotokolle für zuverlässige Multicast-Kommunikation	52
3.3.3.3 Transportprotokolle für zuverlässige und geordnete Gruppenkommunikation	55
3.3.3.4 Transportorientierte Protokolle mit Vorwärtsfehlerkorrektur	56
3.3.3.5 Hybride Transportprotokolle	57
3.3.3.6 Bewertung von FEC-Verfahren in der Transportschicht	57
3.3.4 Bewertung der untersuchten Transportprotokolle	58
4 Adaptionsschicht für zuverlässige Gruppenkommunikation	59
4.1 Voraussetzungen für den Entwurf	59
4.1.1 Erläuterung des Entwurfvorgangs	59
4.1.2 Ansätze für zuverlässige Gruppenkommunikation in ATM-Netzen	60
4.1.3 Entwurfsziele	61
4.2 Entwurfsergebnis	64
4.2.1 Adaptionsschichtprotokoll mit neuartigen Fehlerkontrollmechanismen	64
4.2.2 Gruppenkommunikationsserver (GKS)	66
4.2.3 Bewertung und Vergleich mit dem Stand der Wissenschaft	67
4.3 Die Adaptionsschicht RMC-AAL	68
4.3.1 Protokollarchitektur für zuverlässige Gruppenkommunikation	68
4.3.2 Gruppenkommunikationsdienst von RMC-AAL	69
4.3.2.1 Dienstmodell	69
4.3.2.2 Dienst der Benutzerebene	69
4.3.2.3 Dienst der Steuerebene zur Verbindungsverwaltung	70
4.3.2.4 Auswahl von Fehlerkontrollverfahren	71
4.3.3 Protokollmechanismen von RMC-AAL	71
4.3.3.1 Sicherstellung der Datenintegrität	71
4.3.3.2 Quittungsverfahren	72
4.3.3.3 Sequenznummernraum	72
4.3.3.4 Übertragungswiederholungen	72
4.3.3.5 Zellbasierte Vorwärtsfehlerkorrektur	73

4.3.4 Datenformate	74
4.3.4.1 Felder im RMC-Rahmenkopf	74
4.3.4.2 Datenformat für rahmenbasiertes ARQ	75
4.3.4.3 Datenformat für zellbasierte Fehlerkontrolle	75
4.3.4.4 Datenformat für Fragmentrahmen	77
4.3.4.5 Datenformat für Quittungen	78
4.3.4.6 Identifikation der Zelltypen und Rahmentypen	79
4.3.4.7 Konfigurationsparameter	80
4.4 Modifikationen von RMC-AAL	81
4.5 Zusammenfassung	82
5 Leistungsbewertung von RMC-AAL	83
5.1 Bewertungsgrundlagen und Ziele	83
5.1.1 Leistungskenngrößen des Gruppenkommunikationsdienstes	83
5.1.2 Randbedingungen des Kommunikationsszenarios	84
5.1.3 Einfluß der Protokollparameter	84
5.2 Simulation	84
5.2.1 Simulationswerkzeug BONEs/Designer	85
5.2.2 Simulation von ATM-Verbindungen	88
5.2.3 Simulation der Fehlerkontrollverfahren von RMC-AAL	89
5.3 Analytische Leistungsbewertung	92
5.3.1 Modellierung des Kommunikationsszenarios	92
5.3.1.2 Leistungsanalyse von rahmenbasiertem ARQ	93
5.3.1.3 Analyse von ARQ-Verfahren für Empfänger mit begrenztem Empfangspuffer	95
5.3.1.4 Leistungsfähigkeit in Abhängigkeit der Empfangspuffergröße	96
5.3.1.5 Leistungsfähigkeit von rahmenbasiertem ARQ mit FEC	97
5.3.1.6 Effizienzequilibrium von ARQ-Verfahren mit und ohne FEC	97
5.3.1.7 Einfluß des Protokoll-Overhead	99
5.3.2 Fehlerkontrolle mit Gruppenkommunikationsserver	102
5.4 Zusammenfassung	104
6 Implementierung	105
6.1 Bewertung der Implementierungsmethoden	105
6.1.1 Implementierungskonzepte für Adaptionsschichtprotokolle	105
6.1.2 Implementierungskonzepte für RMC-AAL	106
6.2 Modulare Architektur	107
6.2.1 Funktionale Architektur zur Implementierung von RMC-AAL	107
6.2.2 Funktionale Architektur für Gruppenkommunikationsserver	109
6.3 Formale Spezifikation von RMC-AAL	110
6.3.1 Formale Methoden zur Spezifikation und Implementierung	110
6.3.2 Spezifikationssprache SDL	111
6.3.3 Erstellung der SDL-Spezifikation von RMC-AAL	112
6.3.4 Entwicklungsumgebung GEODE	114
6.3.5 Systemintegration von RMC-AAL-Prototypen	115
6.3.6 Testumgebung für die RMC-AAL-Prototypen	116
6.3.6.1 Fehlergenerierung in der Testumgebung	116
6.3.6.2 Konfiguration der RMC-AAL-Prototypen	117
6.3.7 Konfiguration von Testszenarien	118

6.4 Multiprozessorarchitektur für RMC-AAL	119
6.4.1 Generische ATM-Protokollverarbeitungseinheit GAPPU	120
6.4.1.1 GAPPU-Architektur mit RISC-Prozessoren	120
6.4.1.2 GAPPU mit speziellen Protokollprozessoren	121
6.4.1.3 Synthese von GAPPU	121
6.4.1.4 Syntheseergebnisse der DLX-Schnittstelle	123
6.4.1.5 Weitere GAPPU-Schnittstellen	123
6.4.1.6 Flächenbedarf der GAPPU-Implementierung	124
6.4.1.7 Abbildung der Protokollfunktionalität auf GAPPU	124
6.4.2 Leistungsbewertung einer RMC-AAL-Implementierung für die GAPPU-Architektur	125
6.5 Objektorientierte Implementierung von RMC-AAL	125
6.5.1 Laufzeitunterstützungen	126
6.5.2 Eigenschaften des Laufzeitsystems Channels	126
6.5.3 Integration von RMC-AAL in Channels	127
6.5.4 Test- und Simulationsumgebung	128
6.5.5 Leistungsuntersuchung der objektorientierten Software-Implementierung	129
6.6 Zusammenfassung	130
7 Zusammenfassung und Ausblick	132
7.1 Ergebnisse der Arbeit	132
7.2 Vergleich mit bisherigen Ansätzen	133
7.3 Weiterführende Arbeiten	135
Anhang A: Mathematische Gleichungen	137
Anhang A1: Reihensummen	137
Anhang A2: Anzahl Übertragungsversuche bei ARQ-Verfahren	138
Anhang A3: Kubische Gleichungen	141
Anhang B: SDL-Spezifikation	143
Anhang B1: SDL/GR-Blöcke von Sender, Server und Empfänger	143
Anhang B2: Message Sequence Charts	146
Anhang B3: Die RMC-AAL-MIB	148
Anhang C: SDL-basierte Implementierung	150
Anhang C1: Generierung einer Implementierung aus der SDL-Spezifikation	150
Anhang C2: Betrieb von Sender, Server und Empfänger	151
Glossar und Abkürzungen	153
Glossar	153
Abkürzungen	156
Formelzeichen	159
Stichwortverzeichnis	160
Literaturverzeichnis	162