

Aus dem Institut für Telematik  
der Universität zu Lübeck

Direktor:  
Prof. Dr. rer. nat. Stefan Fischer

# Optimierte Protokolle für Web Services mit begrenzten Datenraten

Inauguraldissertation  
zur  
Erlangung der Doktorwürde  
der Universität zu Lübeck  
– Aus der Technisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät –

Vorgelegt von  
Herrn Dipl.-Inf. Christian Werner  
aus Salzgitter

Lübeck, im Juni 2006

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Zeitliche Entwicklung von Middleware-Technologien . . . . .	2
1.2	Motivation . . . . .	6
1.3	Zielsetzung und Aufbau dieser Arbeit . . . . .	10
<b>2</b>	<b>Grundlagen von Web Services</b>	<b>13</b>
2.1	Web Service Technology Stack . . . . .	14
2.2	SOAP . . . . .	18
2.2.1	Nachrichtenformat . . . . .	19
2.2.2	Nachrichtentransport und Kommunikationsmuster . . . . .	21
2.2.3	RPC und SOAP Data Encoding . . . . .	24
2.3	WSDL . . . . .	29
2.3.1	Dokumentstruktur . . . . .	29
2.3.2	Beispiel . . . . .	31
2.4	UDDI . . . . .	34
2.4.1	Datentypen . . . . .	35
2.4.2	APIs . . . . .	37
2.4.3	Verbreitung von UDDI . . . . .	38
2.5	Rollenmodell . . . . .	39
<b>3</b>	<b>Grundlagen der Datenkompression</b>	<b>43</b>
3.1	Übertragung von Informationen . . . . .	44
3.2	Informationsgehalt und Redundanz . . . . .	45
3.3	Codes . . . . .	49
3.4	Effizienz von Codes . . . . .	50
3.5	Modellbildung und Codierung . . . . .	51
3.6	Huffman-Codierung . . . . .	53
3.7	Differenzcodierung . . . . .	61
<b>4</b>	<b>SOAP-Differenzcodierung</b>	<b>65</b>
4.1	Überblick und technologische Grundlagen . . . . .	66
4.1.1	Vorgaben der SOAP-Spezifikation . . . . .	66
4.1.2	HTTP-Content-Encoding . . . . .	67
4.2	Verwandte Arbeiten . . . . .	69
4.2.1	Generische Kompressoren . . . . .	69
4.2.2	Codierung von SAX-Events . . . . .	70

4.2.3	XMill	70
4.2.4	ESAX und Multiplexed Hierarchical Modeling	72
4.2.5	WBXML und Millau	74
4.3	Kompressionsergebnisse verwandter Ansätze	76
4.4	Architektur	78
4.5	Implementierung	83
4.6	Beispiel	84
4.7	Evaluation	86
4.8	Ergebnis	89
<b>5</b>	<b>SOAP-Kompression mittels Kellerautomaten</b>	<b>93</b>
5.1	Verwandte Arbeiten	95
5.1.1	ASN.1 Encoding und Fast Web Services	95
5.1.2	Fast Infoset	98
5.1.3	XGrind	100
5.1.4	BiM	102
5.1.5	Exalt	103
5.1.6	Xaust	105
5.1.7	Xebu	105
5.1.8	Weitere Arbeiten und Ergebnis der Patentrecherche	106
5.2	Kompressionsergebnisse verwandter Ansätze	108
5.2.1	Erzeugung der Testdatensätze	109
5.2.2	Erzeugung einer Grammatikbeschreibung für SOAP-Nachrichten	110
5.2.3	Durchführung der Messungen	111
5.2.4	Auswertung	113
5.3	Architektur	115
5.3.1	Automatenstrukturen als Modell der Informationsquelle	116
5.3.2	Konstruktion eines deterministischen Kellerautomaten	117
5.4	Implementierung	126
5.4.1	Verarbeitung von XML-Schema-Dokumenten	126
5.4.2	Behandlung von Attributen	126
5.4.3	Behandlung von Namespace-Informationen	127
5.4.4	Varianten bei der Codierung von Zeichendaten	127
5.5	Evaluation	128
5.6	Ergebnis	130
<b>6</b>	<b>Reduzierung des Overheads beim SOAP-Transport</b>	<b>133</b>
6.1	Überblick über existierende SOAP-Bindings	135
6.1.1	E-Mail	135
6.1.2	FTP	136
6.1.3	Microsoft Message Queuing (MSMQ)	137
6.1.4	TCP	138
6.1.5	UDP	139
6.1.6	Andere Ansätze	139

6.2	Untersuchungen zum Overhead . . . . .	140
6.2.1	Versuchsaufbau und -durchführung . . . . .	140
6.2.2	Auswertung . . . . .	141
6.3	PURE: ein minimales SOAP-Binding . . . . .	143
6.3.1	Aufbau des Headers . . . . .	144
6.3.2	Nachrichtenfragmentierung . . . . .	146
6.3.3	Negative Bestätigungsnachrichten und Duplikaterkennung . . . . .	147
6.3.4	Positive Bestätigungsnachrichten . . . . .	149
6.4	Implementierung und Evaluation . . . . .	150
6.5	Ergebnis . . . . .	152
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>155</b>
<b>Anhang</b>		<b>159</b>
<b>A</b>	<b>Grundlagen von XML</b>	<b>161</b>
A.1	Markup und Zeichendaten . . . . .	161
A.2	Wohlgeformtheit von Dokumenten . . . . .	162
A.3	Prolog und Zeichencodierung . . . . .	163
A.4	Darstellungsformen: Text und Baum . . . . .	163
A.5	Elemente . . . . .	164
A.6	Attribute . . . . .	164
A.7	Namespaces . . . . .	164
A.8	SAX und DOM . . . . .	166
<b>B</b>	<b>Grundlagen von XML Schema</b>	<b>167</b>
B.1	Lokale und globale Elementdeklarationen . . . . .	167
B.2	Typdefinitionen . . . . .	168
B.2.1	Einfache Datentypen . . . . .	169
B.2.2	Komplexe Datentypen . . . . .	170
B.3	Namespaces . . . . .	171
<b>C</b>	<b>Konstruktion eines deterministischen Kellerautomaten aus einer regulären Baumgrammatik</b>	<b>173</b>
C.1	Inhaltsmodelle für einfache Datentypen . . . . .	179
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>181</b>
	<b>Index</b>	<b>197</b>