

# Eine objektorientierte Systemkomponente zur Workflow-Modellierung und -Ausführung unter besonderer Berücksichtigung der Telekooperation

## Inhaltsverzeichnis

	<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>i</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>v</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>ix</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung und Überblick</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Problemstellung</b>	<b>5</b>
	2.1 Allgemeine Anforderungen an die Workflow-Modellierung und modellbasierte -Ausführung .....	5
	2.2 Spezielle (technische) Anforderungen an das Workflow Management für die Telekooperation.....	20
<b>3</b>	<b>Stand der Technik</b>	<b>29</b>
	3.1 Verfahren zur Prozeßmodellierung .....	29
	3.1.1 Klassifikation von Prozeßmodellierungsverfahren.....	30
	3.1.1.1 Aktivitätenbasierte Modellierung .....	30
	3.1.1.2 Beziehungsorientierte Modellierung .....	31
	3.1.1.3 Objektmigrationsmodelle .....	32
	3.1.1.4 Interaktionsorientierte Modellierung .....	32
	3.1.2 Betrachtung ausgewählter Verfahren.....	33
	3.1.2.1 Ereignisgesteuerte Prozeßkettenmodellierung.....	33
	3.1.2.2 Petri-Netze .....	36
	3.1.2.3 Modellierung der Abläufe des Fertigungsgeschehens.....	39
	3.2 Workflow Management Systeme.....	41
	3.2.1 Standardisierungsbestrebungen der WfMC .....	42
	3.2.2 Möglichkeiten der Integration von Workflow Management in das WWW.....	45
	3.2.2.1 Passive WWW-Schnittstellen.....	46
	3.2.2.2 Aktive WWW-Schnittstellen.....	48
	3.2.3 Ergebnisse einer Marktstudie.....	48
	3.2.4 Betrachtung ausgewählter Systeme .....	52
	3.2.4.1 WebDeploy:Workflow .....	53
	3.2.4.2 PROZESSWARE .....	55
	3.2.4.3 PAVONE Espresso.....	56
	3.2.4.4 SAP Business Workflow .....	58
	3.2.4.5 WorkParty (SNI).....	63

	3.2.4.6 Die Lean Integration Platform LIP .....	66
	3.2.4.7 Weitere Systeme .....	67
<b>4</b>	<b>Anforderungen an eine Methode zur Workflow-Modellierung und modellbasierten Ausführung</b>	<b>69</b>
	4.1 Anforderungen an die Workflowmodellierung .....	69
	4.2 Anforderungen an die modellbasierte Ausführung .....	71
<b>5</b>	<b>Entwicklung einer Methode zur Workflow-Modellierung und -Ausführung</b>	<b>73</b>
	5.1 Modellierung der Workflow-Struktur .....	77
	5.1.1 Grundbausteine eines Workflows .....	79
	5.1.1.1 Aktivitätsknoten.....	80
	5.1.1.1.1 Das Prinzip des Design by Contract.....	82
	5.1.1.1.2 Anwendung des Prinzips des Design by Contract .....	83
	5.1.1.2 Referenzknoten.....	83
	5.1.1.3 Zustandsknoten.....	85
	5.1.1.4 Verbindungskanten.....	87
	5.1.2 Aggregation der Grundbausteine zu Strukturkonstrukten .....	88
	5.1.2.1 Generischer Workflow.....	88
	5.1.2.1.1 Sequenz .....	90
	5.1.2.1.2 Verzweigung .....	91
	5.1.2.1.3 Schleife.....	91
	5.1.2.2 Ausführbarer Workflow.....	91
	5.1.3 Vorgehensweise bei der Modellierung .....	92
	5.2 Modellierung der Steuerungslogik .....	95
	5.2.1 Die integrierte Skriptsprache .....	95
	5.2.2 Modellierung bedingter Abläufe.....	98
	5.2.2.1 Verzweigungen.....	98
	5.2.2.2 Schleifen .....	101
	5.2.3 Modellierung komplexer Kontrollflußabhängigkeiten .....	103
	5.2.4 Deskriptive Kontrollkonstrukte .....	105
	5.2.4.1 Erweiterung des lokalen Kontexts eines ausführbaren Aktivitätsknotens .....	105
	5.2.4.2 Zeit- und Existenzbedingungen .....	110
	5.3 Modellierung von Aktivitäten .....	112
	5.3.1 Manuelle Aktivitäten .....	112
	5.3.2 Algorithmische Aktivitäten.....	113
	5.4 Modellierung zeitlicher Aspekte .....	114
	5.5 Architektur des Workflow Management Systems .....	119
	5.5.1 Überblick über die Architektur des Workflow Management Systems ..	119
	5.5.2 Architekturprinzipien des Workflow Management Systems.....	122
	5.5.2.1 Client-Server-Kommunikation auf der Basis von OO-RPC.....	122

5.5.2.2	Ereignisorientierung .....	125
5.5.2.3	Transaktionales Verhalten .....	126
5.5.2.4	Automatischer Abgleich mehrerer Clients .....	128
5.5.2.5	Interoperabilität zwischen mehreren WFMS .....	130
5.6	Unterstützung der Modellierungsphase .....	133
5.6.1	Modellierung der Workflows .....	133
5.6.1.1	Das graphische Layout der Workflows .....	134
5.6.1.2	Modellierung der Steuerungslogik bei Verzweigungen und Schleifen .....	137
5.6.1.3	Attributierung von Aktivitätsknoten .....	138
5.6.2	Modellierung der Zeitmodelle .....	139
5.7	Instanziierung und Ausführung von Workflows .....	139
5.7.1	Instanziierung von Workflows .....	140
5.7.2	Die zeitliche Grobplanung von Workflows .....	143
5.7.3	Abarbeitung von Workflows .....	147
5.7.3.1	Prinzip der Abarbeitung von Workflows .....	147
5.7.3.2	Ausführung manueller Aktivitäten .....	149
5.7.3.3	Ausführung algorithmischer Aktivitäten .....	151
5.7.3.4	Ausführung von Referenzknoten .....	154
5.7.3.4.1	Ausführung lokaler Subworkflows .....	155
5.7.3.4.2	Ausführung entfernter Subworkflows .....	155
5.7.3.5	Versionierung und Rückwärtsfehlerbehandlung .....	156
5.7.4	Ereignisorientierte Simulation .....	162
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>165</b>
<b>7</b>	<b>Literatur</b>	<b>169</b>
<b>8</b>	<b>Anhang</b>	<b>179</b>
8.1	Anwendung des Workflow Management Systems .....	179
8.1.1	Integration des Workflow Management Systems in KOMNET .....	179
8.1.2	Integration des Workflow Management Systems in COBIP .....	185
8.2	Spezielle Teilaspekte der Modellierungsmethode .....	188
8.2.1	Modellierung von Dokumenten .....	188
8.2.2	Modellierung von Akteuren und Zugriffsrechten .....	191
8.2.2.1	Modellierung von Benutzern und Gruppen .....	191
8.2.2.2	Modellierung von Zugriffsrechten .....	192
8.3	Das Java-OO-RPC-Interface .....	195
8.3.1	Client-Server-Programmierung mit Java .....	195
8.3.2	Implementation des Interfaces .....	196

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Klassifikation von Informationsprozessen (nach: [Geo95]) .....	6
Abb. 2	Kopplung strukturierter und unstrukturierter Prozesse.....	8
Abb. 3	Semantische Lücke zwischen Geschäftsprozeßmodellen und Workflow-Modellen.....	10
Abb. 4	Graphische Repräsentation gängiger Kontrollflußkonstrukte.....	15
Abb. 5	Problematik beim Einsatz von Schleifen.....	15
Abb. 6	Intra- und Inter-Workflow-Dependenzen.....	17
Abb. 7	Spannungsfeld zwischen transaktionalem Workflow Management und ACID-Eigenschaften .....	18
Abb. 8	Ausprägungen verteilten Workflow Managements (nach: [RieNa98]) .....	25
Abb. 9	Architektur nachrichtenbasierter Workflow-Interoperabilität.....	26
Abb. 10	Darstellung von Abläufen als Flußdiagramm bzw. Nassi-Shneidermann-Diagramm.....	30
Abb. 11	Interaktionsdiagramm für einen Ausschnitt aus einem Geschäftsprozeß .....	33
Abb. 12	Inkonsistenz in einer ereignisgesteuerten Prozeßkette (nach: [ZuRu96, S. 10]).....	35
Abb. 13	Referenzmodell der WfMC—Komponenten und Schnittstellen.....	44
Abb. 14	Stufen der Interoperabilität gemäß Workflow Management Coalition.....	45
Abb. 15	WWW-Schnittstellen eines Workflow Management Systems.....	46
Abb. 16	Cluster-Bildung im Modellierungsektor von Espresso .....	57
Abb. 17	Simulation und Ausnahmebehandlung in Espresso .....	57
Abb. 18	SAP Business Workflow mit Blockorientierung.....	61
Abb. 19	Aufgabenklassifizierung bei SAP .....	61
Abb. 20	Beispiel-Workflow in WorkParty .....	65
Abb. 21	Beziehung zwischen Dokumenten und Workflows .....	74
Abb. 22	Erhöhte semantische Korrektheit bei der Verwendung von Metamodellen auf höheren semantischen Ebenen .....	79
Abb. 23	Grundbausteine eines Workflows .....	80
Abb. 24	Aktivitätsknoten .....	81
Abb. 25	Virtuelle Aktivitätsknoten mit mehreren Ein- bzw. Ausgängen .....	81
Abb. 26	Referenzierungen eines Subworkflows .....	84
Abb. 27	Zustandsknoten.....	86
Abb. 28	Virtuelle Zustandsknoten mit aktiven Ein- und Ausgangsbereichen .....	87
Abb. 29	Workflow-Typen und ihre graphischen Repräsentationen.....	90
Abb. 30	Erstellung eines Workflow-Modells durch sukzessive hierarchische Verfeinerung .....	93

---

Abb. 31	Modifikation eines Workflows auf einer bestimmten Aggregationsstufe durch Einbettungsoperationen.....	94
Abb. 32	Bearbeitung einer Verzweigung im Lockingmodus (I).....	99
Abb. 33	Bearbeitung einer Verzweigung im Lockingmodus (II) .....	100
Abb. 34	Bearbeitung einer Verzweigung im parallelen Modus.....	100
Abb. 35	Integration zweier Workflows in einen Superworkflow zur Realisierung instanzübergreifender Abhängigkeitskanten .....	106
Abb. 36	Bearbeitung einer Aktivitätenmenge ohne Reihenfolgebeschränkungen .....	108
Abb. 37	Bearbeitung einer Menge von Aktivitäten mit Nebenbedingungen für die Ausführungsreihenfolge.....	109
Abb. 38	Grundkonstrukt für die Modellierung von Zeit- und Existenzbedingungen.....	110
Abb. 39	Online-Änderung der Attribute des nächsten Aktivitätsknotens.....	114
Abb. 40	Ontologie der Zeit (nach: [JasZu95]) .....	114
Abb. 41	Informationsmodell eines Kalenders.....	118
Abb. 42	Überblick über die Architektur des Gesamtsystems .....	120
Abb. 43	Technische Realisierung des Workflow Management Systems.....	122
Abb. 44	Prinzip des Dispatching von Clientanfragen .....	124
Abb. 45	Auszuführende Aktionen bei Start und Ende einer Aktivität.....	127
Abb. 46	Abgleich von Client-Sichten durch ein Model-Controller-View-Konzept .....	129
Abb. 47	Einstufiges Notify-Listener-Konzept in Java .....	129
Abb. 48	Netzwerkweite, zweistufige Model-Controller-View-Realisierung.....	130
Abb. 49	Ebenen der parallelen Bearbeitung.....	131
Abb. 50	Prinzip der Weiterleitung von Client-Anfragen an entfernte Objekte über Proxy-Objekte .....	132
Abb. 51	Der Workflow-Modellierungseditor.....	134
Abb. 52	Graphische Anordnung der Workflow-Strukturen.....	136
Abb. 53	Modellierung der Logik bei Verzweigungen .....	138
Abb. 54	Modellierung der Steuerungslogik bei Schleifen .....	138
Abb. 55	Modellierung der drei Typen von Aktivitätsknoten .....	139
Abb. 56	Kalendereditor für Modelle und Instanzen.....	140
Abb. 57	Nachfolgerermittlung in der hierarchischen Workflow-Struktur .....	141
Abb. 58	Individuelle Anpassung des Abstraktionsniveaus eines generischen Workflows bei der Instanzierung .....	143
Abb. 59	Zustandsübergangsdiagramm eines Workflows.....	147
Abb. 60	Ereignisorientierte Abarbeitung eines Workflows .....	148
Abb. 61	Zustandsübergangsdiagramm einer Aktivität.....	149
Abb. 62	To-Do-Liste eines Akteurs .....	150

Abb. 63	Ausführung einer algorithmischen Aktivität als Subprozeß auf einem weiteren Rechner .....	152
Abb. 64	Zugriff auf Serverfunktionalitäten über die offene Server-Schnittstelle .....	152
Abb. 65	Generierung des Interfaces aus einer abstrakten Beschreibung .....	153
Abb. 66	Lokale und entfernte (Sub-)Workflow-Referenzen .....	154
Abb. 67	Zusammenhang zwischen Dokumentversionen und Aktivitätenkette .....	158
Abb. 68	Beispiel einer Propagation von Fehlern in der Dokumenthistorie .....	161
Abb. 69	Ereignisorientierte Simulation eines Workflows .....	163
Abb. 70	Architektur der KOMNET-Plattform (nach: [WeDaKo98]).....	180
Abb. 71	Kopplung von Workflow System und Dokumenten Management innerhalb KOMNET (nach: [Pfaff98]).....	181
Abb. 72	Zusammenspiel der Workflow- und Dr.DOC-Komponenten .....	181
Abb. 73	Zuordnung eines Repository-Workflows zu einem Dr.DOC-Archiv .....	182
Abb. 74	Anzeige der To-Do-Liste für den Akteur mit Namen „DrDOC“ .....	183
Abb. 75	Anzeige der Historiendaten für einen beendeten Workflow .....	184
Abb. 76	Gesamtschaubild der COBIP-Architektur.....	185
Abb. 77	Mögliche Integration des Aufrufs einer Videokonferenz aus der Workflow-Bearbeitung heraus.....	186
Abb. 78	Das Informationsmodell eines Dokumenttyps bzw. einer Dokumentinstanz .	190
Abb. 79	Informationsmodell zur Akteur-Modellierung .....	191
Abb. 80	Zyklen in einer Gruppenshierarchie.....	192
Abb. 81	Informationsmodell der Nutzerrechte .....	193
Abb. 82	Vererbung von Zugriffsrechten .....	193
Abb. 83	Vererbungshierarchie der Java-Schnittstellenklassen .....	199

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Klassifikation von CSCW-Systemen nach Ort und Zeit (nach: [Joha88]).....	7
Tab. 2	Anforderungen an die Workflow-Modellierung und an die modellbasierte Ausführung durch ein Workflow Management System .....	19
Tab. 3	Technische Anforderungen an die Workflow-Modellierung und modellbasierte Ausführung aus Sicht der Telekooperation .....	27
Tab. 4	In Vorgangskettenmodellen verwendete graphische Symbole .....	34
Tab. 5	Typen von Petri-Netzen (nach: [Mer94]).....	37
Tab. 6	Symbole eines Ablaufnetzes (nach [Hart95]) .....	40
Tab. 7	HTML-basierte Workflow-Integration am Beispiel des Systems Metro der Firma Action Technology .....	47
Tab. 8	(Teil-)Ergebnisse einer aktuellen Marktstudie ([COBIP99]) .....	50
Tab. 9	Objektorientierung bei SAP .....	59
Tab. 10	Zuordnung strukturverändernder Methoden zu den Objektklassen des Metamodells.....	95
Tab. 11	Einsatzgebiete der Skriptsprache.....	97
Tab. 12	Übersicht über die Bearbeitungsmodi einer Verzweigung.....	101
Tab. 13	Umsetzung von Schleifenkonstrukten.....	102
Tab. 14	Modellierung von Schleifenkonstrukten mit vorzeitiger Beendigung .....	103
Tab. 15	Komplexe Kontrollflußkonstrukte und ihre Modellierung .....	103
Tab. 16	Zeit- und Existenzbedingungen (nach: [Jab95b]) .....	110
Tab. 17	Ereignisklassifikation .....	125
Tab. 18	Rekursive Ermittlung der Höhen und Breiten generischer Workflows .....	136
Tab. 19	Möglichkeiten, Java-Clients an einen C++-Server anzubinden.....	195
Tab. 20	Generische Kodierung von Basisdatentypen.....	196