

Inhaltsverzeichnis

I	Grundlagen	1
1	Einführung	3
1.1	Ziele dieser Arbeit	5
1.2	Wichtigste Ergebnisse der Arbeit	7
1.3	Aufbau der Arbeit	8
1.4	Verwandte Publikationen	11
2	Grundlagen der modellgetriebenen Softwareentwicklung	13
2.1	Die Language Workbench MontiCore	16
2.1.1	MontiCore-Grammatiken	17
2.1.2	Generierung der abstrakten Syntax	19
2.1.3	Codegenerierung mit MontiCore	20
2.1.4	Modulare Sprachdefinition und Sprachintegration mit MontiCore	22
2.2	Die Modellierungssprachen CD4Analysis und CD4Code	23
2.3	Die Modellierungssprache MontiArc	25
2.4	Grundlagen der Modelltransformation	26
2.5	Domänenspezifische Transformationssprachen in MontiCore	29
3	Rahmen und Anforderungen	31
3.1	Szenarien und Rollen	31
3.1.1	Rollen	31
3.1.2	Szenario 1: Neuentwicklung einer Transformationssprache	33
3.1.3	Szenario 2: Entwicklung von Transformationen	34
3.1.4	Szenario 3: Verwendung von Transformationen	36
3.2	Analyse von Transformationen	36
3.2.1	Analyse des Data Explorer Generator	38
3.2.2	Analyse des MontiCore-Generator	39
3.2.3	Analyse des MontiArc-Generator	40
3.2.4	Fazit der Analyse	41
3.3	Anforderungen an MontiTrans	42
3.3.1	Anforderungen an den DSTL-Generator	42
3.3.2	Anforderungen Transformationssprachen	46
3.3.3	Anforderungen Transformationen	48

4 Struktur und Operatoren der domänenspezifischen Transformationssprachen mit MontiTrans

51

4.1	Featureübersicht	53
4.2	Durchgängiges Beispiel	54
4.3	Pattern in konkreter Syntax	54
4.4	Schemavariablen	57
4.4.1	Schemavariablen für Namen	58
4.4.2	Abstraktion von Modellelementen durch Schemavariablen	60
4.4.3	Binden von (Teil-)Pattern an Schemavariablen	60
4.5	Modifikation	61
4.5.1	Ersetzen von Modellelementen	62
4.5.2	Hinzufügen von Modellelementen	63
4.5.3	Entfernen von Modellelementen	63
4.5.4	Verschieben von Modellelementen	64
4.5.5	Modifikation mittels Replacement Operator	65
4.6	Negative Elemente: Negative Application Condition	66
4.7	Collection Operator: Mengen von Elementen	68
4.8	Optional Operator: Pattern mit Optionalen Elementen	71
4.9	Folding Operator: Nichtisomorphes Matching	75
4.10	Zuweisung von Schemavariablen	77
4.11	Application Constraint	79
4.12	Direkte Manipulation und abschließende Aktionen	80
4.13	Built-Ins	83
4.13.1	Stringmanipulation	83
4.13.2	Listenbehandlung	84
4.13.3	Reporting and Logging	85
4.13.4	Templateerweiterung und Hook Points	86
4.14	Kontextbedingungen	86
4.14.1	Wohlgeformtheit bezüglich Schemavariablen	87
4.14.2	Wohlgeformtheit bezüglich der Kombination von Operatoren	92
4.14.3	Konventionen	96
4.14.4	Application Constraint, Zuweisungen und Direkte Manipulation	97
4.15	Diskussion und verwandte Arbeiten	97

5 Domänenspezifische Transformationssprachen für Klassendiagramme und MontiArc-Modelle

101

5.1	CDTrans: Eine DSTL für Klassendiagramme	102
5.1.1	CD4Code und CDTrans	103
5.1.2	CD4Code-spezifische Erweiterungen	111
5.2	MATrans: Eine DSTL für MontiArc-Modelle	115
5.2.1	MontiArc und MATrans	115
5.2.2	MontiArc-spezifische Elemente	124

5.3	MACDTrans: Eine DSTL für Klassendiagramme und MontiArc-Modelle . . .	125
5.3.1	Von MontiArc zu Klassendiagrammen	126
5.3.2	Von Klassendiagrammen zu MontiArc	127
5.3.3	Koevolution von MontiArc-Modellen und Klassendiagrammen . . .	128
5.3.4	Realisierung von MACDTrans	129
5.4	Aufbau von CD-, MA-, MACDTrans und der Basissprachen	130
5.5	Diskussion und verwandte Arbeiten	132
6	Ableitung und Generierung domänenspezifischer Transformationssprachen	135
6.1	Struktur von DSTLs für modular definierte Modellierungssprachen	136
6.2	Ableitungsregeln	137
6.2.1	Regel 1: Grammatikgrundgerüst	138
6.2.2	Regel 2: Interface-Nichtterminale und Externe Nichtterminale . . .	139
6.2.3	Regel 3: Pattern und Schemavariablen	140
6.2.4	Regel 4: Replacement Operator	143
6.2.5	Regel 5: Negative Elemente	145
6.2.6	Regel 6: Collection Operator	146
6.2.7	Regel 7: Optional Operator	147
6.2.8	Regel 8: Startsymbol der DSTLs	148
6.3	Basissprache TFCommons	149
6.4	Generierung einer neuen DSTL mit MontiTrans	149
6.5	Diskussion und verwandte Arbeiten	155
III	Domänenspezifische Transformationen	159
7	Wiederverwendbare Transformationen	161
7.1	Transformationsbibliothek für Klassendiagramme	162
7.1.1	Pull Up Attributes	163
7.1.2	Push Down Attribute	164
7.1.3	Pull Up Method	166
7.1.4	Push Down Method	167
7.1.5	Extract Super Class	169
7.1.6	Collapse Hierarchy	171
7.1.7	Extract Intermediate Class	172
7.1.8	Extract Class	173
7.1.9	Inline Class	175
7.1.10	Replace Delegation By Inheritance	176
7.1.11	Replace Inheritance By Delegation	177
7.1.12	Encapsulate Attribute	178
7.1.13	Replace Attribute by Association	179
7.1.14	Basistransformationen	180
7.2	Transformationsbibliothek für MontiArc	181
7.2.1	Normalisierungen zur Codegenerierung	181

7.2.2	Wrapper für Porttypen	189
7.2.3	Vereinfachung von MontiArc-Modellen	190
7.2.4	Eliminierung generischer Komponenten	191
7.3	Diskussion und verwandte Arbeiten	193
8	Generierung der Transformationen	195
8.1	Aufbau des Generators und Ablauf der Generierung	197
8.2	Transformationsregeln in ODRules-Notation	199
8.3	Pattern Matching	204
8.3.1	Suchplangesteuertes Pattern Matching	205
8.3.2	Modularisierung und Überprüfung des Application Constraints . .	208
8.3.3	Pattern Matching für den Optional und den Collection Operator .	212
8.4	Diskussion und verwandte Arbeiten	215
9	MontiTrans-basierte Methodiken	219
9.1	Entwicklung einer neuen DSTL	220
9.1.1	Methodik	220
9.1.2	Konfiguration und Ausführung des DSTL-Generators	222
9.2	Methodik zur Erweiterung der generierten DSTLs	226
9.3	Entwicklung von Transformationsregeln	228
9.3.1	Methodik	228
9.3.2	Konfiguration und Ausführung des Java-Generators	231
9.4	Methodik zur Verwendung und Entwicklung komplexer Transformationen in Java	235
9.4.1	Anwendung und Kombination von Transformationsregeln	236
9.4.2	Verwendung von Parametern	237
9.4.3	Verwendung des Templateerweiterungsmechanismus	238
9.5	Zusammenfassung	239
IV	Epilog	241
10	Zusammenfassung und Ausblick	243
	Literaturverzeichnis	249
V	Anhänge	273
A	Markierungen in Abbildungen und Listings	275
B	Abkürzungen	277
C	Modelle und Grammatiken	279
C.1	Grammatik der DSLs CD4Analysis und CD4Code	279

C.2	Grammatik der DSTL CDTrans	281
C.3	Grammatik der DSTL MATrans	295
C.4	Abgeleitete Automats DSTL	305
C.5	DSTL-Generierung mit MontiTrans	307
C.6	Generierung von Java-Implementierungen für Transformationsregeln . . .	308
D	Curriculum Vitae	309
	Abbildungsverzeichnis	311
	Listings	315
	Tabellenverzeichnis	319