

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| I. Grundlagen | 1 |
| 1. Einführung | 3 |
| 1.1. Motivation der Arbeit | 3 |
| 1.2. Wichtigste Ziele und Ergebnisse | 5 |
| 1.3. Nahestehende Arbeiten | 6 |
| 1.4. Wichtigste Notationselemente | 7 |
| 1.5. Aufbau dieser Arbeit | 7 |
| 2. Methodik der komponentenbasierten Softwareentwicklung | 11 |
| 2.1. Charakterisierung kompositionaler Softwaresysteme | 11 |
| 2.2. Anforderungen an eine Komposition | 13 |
| 2.2.1. Bestandteile einer Komposition | 13 |
| 2.2.2. Anforderungen an das Komponentenmodell | 13 |
| 2.2.3. Anforderungen an die Kompositionstechnik | 15 |
| 2.2.4. Anforderungen an die Kompositionssprache | 16 |
| 2.3. Vorteile kompositionaler Softwaresysteme | 16 |
| 2.4. Zusammenfassung | 19 |
| 3. Einführung in die Sprachentwicklung mit MontiCore | 21 |
| 3.1. DSLs und GPLs | 21 |
| 3.2. Bestandteile einer Sprache | 22 |
| 3.3. Sprachentwicklung mit MontiCore | 24 |
| 3.3.1. Das Eingabeformat | 25 |
| 3.3.2. Ableitung der abstrakten Syntax | 27 |
| 3.3.3. Parsertechnologie | 29 |
| 3.3.4. Das DSLTool-Framework | 30 |
| 3.4. Zusammenfassung | 31 |
| II. Kompositionale Sprachentwicklung | 33 |
| 4. Anwendungen und Techniken | 35 |
| 4.1. Einsatz multipler Sprachen | 35 |
| 4.1.1. OCL als DSL in der Modellierung | 36 |
| 4.1.2. SQL als DSL in der Programmierung | 36 |

| | | |
|--------|--|----|
| 4.1.3. | Kombination von Modellierung und Programmierung: Statecharts und Java | 37 |
| 4.1.4. | Weitere Beispiele | 37 |
| 4.2. | Kompositionalitätsmechanismen des MontiCore-Frameworks | 39 |
| 4.2.1. | Grammatikvererbung | 39 |
| 4.2.2. | Einbettung | 40 |
| 4.2.3. | Sprachaggregation | 41 |
| 4.3. | Anwendungsszenarien kompositionaler Sprachentwicklung | 42 |
| 4.3.1. | Sprachvereinigung | 42 |
| 4.3.2. | Nichtterminal-Erweiterung | 42 |
| 4.3.3. | Nichtterminal-Ersetzung | 42 |
| 4.3.4. | Einbettung einer einzelnen Sprache | 42 |
| 4.3.5. | Einbettung von Sprachalternativen | 43 |
| 4.3.6. | Entwicklung einer erweiterbaren Sprache | 43 |
| 4.4. | Korrelationen zwischen Kompositionsmechanismen und Anwendungsszenarien | 43 |
| 4.5. | Modell- und Sprachkomposition | 44 |
| 4.5.1. | Modellkomposition | 44 |
| 4.5.2. | Sprachkomposition als spezielle Form der Modellkomposition | 46 |
| 4.5.3. | Unterstützung der kompositionalen Modellierung | 46 |
| 4.6. | Aufbau kompositionaler, sprachverarbeitender Werkzeuge | 47 |
| 4.6.1. | Kombination von Sprachen | 48 |
| 4.6.2. | Umsetzung der Anforderungen an kompositionale Systeme | 50 |
| 4.7. | Techniken zur Entwicklung kompositionaler sprachverarbeitender Werkzeuge | 50 |
| 4.7.1. | Frameworks und Bibliotheken | 51 |
| 4.7.2. | Vererbung und Delegation | 51 |
| 4.7.3. | Fabriken | 53 |
| 4.7.4. | Adaptoren | 54 |
| 4.7.5. | Visitoren | 55 |
| 4.7.6. | Kompilierungsprozess und Projektorganisation | 55 |
| 4.8. | Zusammenfassung | 57 |

5. Kompositionale Entwicklung konkreter Syntax 59

| | | |
|--------|--|----|
| 5.1. | Kompositionalität im Erkennungsprozess | 59 |
| 5.1.1. | Generelle Arbeitsweise von Lexer und Parser | 59 |
| 5.1.2. | Verwendete Technologie | 61 |
| 5.1.3. | Entscheidungsfindung im Parse-Prozess bei Alternativen | 62 |
| 5.1.4. | Arbeitsweise von Lexer und Parser in ANTLR | 63 |
| 5.1.5. | Wechsel der Parser und Lexer bei Einbettung | 63 |
| 5.2. | Konfiguration und Auswahl der Lexer und Parser | 65 |
| 5.2.1. | Konfiguration der Sprachkombination bei Einbettung | 65 |
| 5.2.2. | Auswahl der Lexer und Parser bei Sprachaggregation | 66 |
| 5.2.3. | Auswahl der Lexer und Parser bei Mehrfachvererbung | 67 |
| 5.3. | Sprachvereinigung | 68 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 5.4. | Nichtterminal-Erweiterung | 70 |
| 5.4.1. | Umsetzung durch Mehrfachvererbung | 70 |
| 5.4.2. | Umsetzung durch Einbettung | 72 |
| 5.4.3. | Vergleich der Lösungen | 76 |
| 5.5. | Nichtterminal-Ersetzung | 77 |
| 5.5.1. | Umsetzung durch Mehrfachvererbung | 77 |
| 5.5.2. | Umsetzung durch Einbettung | 79 |
| 5.5.3. | Entscheidungsfindung durch den Parser | 79 |
| 5.5.4. | Vergleich der Lösungen | 81 |
| 5.6. | Einbettung einer einzelnen Sprache | 82 |
| 5.7. | Einbettung von Sprachalternativen | 84 |
| 5.7.1. | Alternative Umsetzung durch Einbettung einer Nichtterminal-Erweiterung | 87 |
| 5.7.2. | Vergleich der Lösungen | 88 |
| 5.8. | Entwicklung einer erweiterbaren Sprache | 88 |
| 5.9. | Verwandte Arbeiten | 92 |
| 5.10. | Zusammenfassung | 94 |
| 6. | Kompositionale Entwicklung abstrakter Syntax | 95 |
| 6.1. | Kompositionalitätsmechanismen und abstrakte Syntax | 95 |
| 6.2. | Visitoren | 98 |
| 6.2.1. | Kombination von Visitoren | 100 |
| 6.2.2. | Informationsaustausch bei Einbettung | 100 |
| 6.2.3. | Erweiterung bei Vererbung | 102 |
| 6.3. | Sprachvereinigung | 105 |
| 6.4. | Nichtterminal-Erweiterung | 106 |
| 6.4.1. | Umsetzung durch Mehrfachvererbung | 106 |
| 6.4.2. | Umsetzung durch Einbettung | 108 |
| 6.4.3. | Verwendung der Visitoren | 108 |
| 6.5. | Nichtterminal-Ersetzung | 109 |
| 6.6. | Einbettung einer einzelnen Sprache | 111 |
| 6.7. | Einbettung von Sprachalternativen | 113 |
| 6.8. | Entwicklung einer erweiterbaren Sprache | 113 |
| 6.9. | Verwandte Arbeiten | 114 |
| 6.10. | Zusammenfassung | 115 |
| 7. | Kompositionale Entwicklung von Symboltabellen | 117 |
| 7.1. | Einführung | 117 |
| 7.1.1. | Entries | 118 |
| 7.1.2. | Scopes und Namespaces | 118 |
| 7.1.3. | Arten von Symboltabellen | 120 |
| 7.2. | Theoretische Grundlagen | 122 |
| 7.2.1. | Attributierte Grammatiken | 126 |
| 7.2.2. | Assoziierte Namespaces | 127 |
| 7.2.3. | Eintragungen in Symboltabellen | 128 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 7.2.4. | Namespace-Grammatiken | 128 |
| 7.2.5. | Auflösung und Hiding | 130 |
| 7.2.6. | Sprachkombinationen | 131 |
| 7.3. | Struktur und Arbeitsweise | 132 |
| 7.3.1. | Zeit- und Speichermanagement | 132 |
| 7.3.2. | Strukturen | 133 |
| 7.3.3. | Symboltabellenaufbau | 136 |
| 7.4. | Sprachkombinationen | 143 |
| 7.4.1. | Adaption der Symboltabelleneinträge | 143 |
| 7.4.2. | Einbringen der Adaptoren | 144 |
| 7.4.3. | Einbringen zusätzlicher Auflösungskomponenten | 145 |
| 7.5. | Umsetzung der Szenarien | 146 |
| 7.5.1. | Sprachvereinigung | 146 |
| 7.5.2. | Nichtterminal-Erweiterung | 147 |
| 7.5.3. | Nichtterminal-Ersetzung | 147 |
| 7.5.4. | Einbettung einer einzelnen Sprache und Einbettung von Sprachalternativen | 148 |
| 7.5.5. | Entwicklung einer erweiterbaren Sprache | 148 |
| 7.6. | Verwandte Arbeiten | 150 |
| 7.7. | Zusammenfassung | 151 |

8. Kompositionale Entwicklung von Kontextbedingungen 153

| | | |
|--------|--|-----|
| 8.1. | Prüfung von Kontextbedingungen | 153 |
| 8.2. | Anforderungen an Kontextbedingungsprüfungen | 154 |
| 8.3. | Architektur | 158 |
| 8.4. | Einsatz des MontiCore-Attributgrammatiksystems | 161 |
| 8.4.1. | Das MontiCore-Attributgrammatik-System | 162 |
| 8.4.2. | Informationsaustausch | 164 |
| 8.4.3. | Zugriff auf zentrale Strukturen | 167 |
| 8.5. | Umsetzung der Szenarien | 167 |
| 8.5.1. | Sprachvereinigung | 167 |
| 8.5.2. | Nichtterminal-Erweiterung | 168 |
| 8.5.3. | Nichtterminal-Ersetzung | 169 |
| 8.5.4. | Einbettung einer einzelnen Sprache und Einbettung von Sprachalternativen | 170 |
| 8.5.5. | Entwicklung einer erweiterbaren Sprache | 170 |
| 8.6. | Verwandte Arbeiten | 171 |
| 8.7. | Zusammenfassung | 172 |

III. Weiterführende Konzepte und Anwendungen 175

9. Kompositionale Entwicklung von Werkzeugen 177

| | | |
|--------|---|-----|
| 9.1. | Eclipse und sprachspezifische Plugins | 177 |
| 9.1.1. | Aufbau einer Workbench | 178 |
| 9.1.2. | Innere Architektur | 179 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 9.1.3. | Bereitgestellte Funktionalitäten | 179 |
| 9.2. | Erstellung von Werkzeugen | 181 |
| 9.2.1. | Entwicklung eines sprachspezifischen Werkzeugs | 182 |
| 9.2.2. | Struktur eines Plugins | 184 |
| 9.2.3. | Umsetzung der Sprachaggregation und Einordnung in die Sprachhierarchie | 186 |
| 9.3. | Umsetzung der Szenarien | 188 |
| 9.3.1. | Sprachvereinigung | 188 |
| 9.3.2. | Nichtterminal-Erweiterung und Nichtterminal-Ersetzung | 189 |
| 9.3.3. | Einbettung einer einzelnen Sprache und Einbettung von Sprachalternativen | 189 |
| 9.3.4. | Entwicklung einer erweiterbaren Sprache | 190 |
| 9.4. | Verwandte Arbeiten | 191 |
| 9.5. | Zusammenfassung | 192 |
| 10. | Fallstudie | 193 |
| 10.1. | Beteiligte Sprachen | 193 |
| 10.1.1. | Statecharts | 193 |
| 10.1.2. | OCL | 194 |
| 10.1.3. | Java | 195 |
| 10.2. | Sprachkombinationen | 195 |
| 10.2.1. | SC/JO | 195 |
| 10.2.2. | Java/O | 198 |
| 10.3. | Realisierung | 200 |
| 10.3.1. | Komponentenanordnung | 200 |
| 10.3.2. | Verbund der Grammatiken | 201 |
| 10.3.3. | Symboltabellen, Kontextbedingungen und Editoren | 202 |
| 10.4. | Wichtigste Ergebnisse und Bewertung | 205 |
| 10.5. | Zusammenfassung | 207 |
| IV. | Epilog | 209 |
| 11. | Zusammenfassung und Ausblick | 211 |
| 11.1. | Zusammenfassung | 211 |
| 11.2. | Ausblick | 213 |
| | Literaturverzeichnis | 215 |
| V. | Anhänge | 225 |
| A. | Glossar | 227 |
| B. | Zeichenerklärungen | 235 |
| C. | Abkürzungsverzeichnis | 237 |