Variables Nanodatenmanagement für eingebettete Systeme

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktoringenieur (Dr.-Ing.)

angenommen durch die Fakultät für Informatik

der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

von: Diplom-Wirtschaftsinformatiker Thomas Leich

geboren am 23.09.1976 in Zerbst

Gutachter:

Prof. Dr. Gunter Saake

Prof. Dr. Kai-Uwe Sattler

Prof. Dr. Klaus Turowski

Ort und Datum des Promotionskolloquiums: Magdeburg, den 30.11.2012

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung i

Danksagung iii

Liste der Veröffentlichungen v

Abbildungsverzeichnis xv

Tabellenverzeichnis xix

Abkürzungsverzeichnis xxi

1 Einleitung 1

1.1 Zielsetzung der Arbeit 3

1.2 Wissenschaftlicher Beitrag der Arbeit 3

1.3 Kapitelüberblick 5

2 Datenmanagement in eingebetteten Systemen 7

2.1 Eingebettete Systeme 8

2.2 Eingebettete Systeme im Automobilbau 10

2.2.1 Datenaufkommen des Antriebsstrangs 12

2.2.2 Daten des Multimedia- und Navigationssystems 15

2.2.3 Datenmanagement am Beispiel eines Radladers 17

2.3 Drahtlose Sensornetzwerke 22

2.4 Konfigurierbares Datenmanagement - *State of the Art* 26

2.4.1 Klassifikation erweiterbarer DBMS 27

2.4.2 Diskussion 32

2.5 Datenmanagement für eingebettete Systeme 32
2.5.1 Berkeley DB 36
2.5.2 COMET DBMS 38
2.5.3 Diskussion 41
2.6 Forschungsziele der Arbeit 41
2.7 Zusammenfassung 43

3 Grundlagen: Software-Engineering 45

3.1 Grundbegriffe 45
3.1.1 (De-)Komposition, Trennung von Belangen, Modularisierung 46
3.1.2 Querschneidende Belange 48
3.1.3 Programmfamilien, Variabilität und Produktlinien 49
3.2 Domänen-Engineering 51
3.2.1 Domänenanalyse 54
3.2.2 Domänenentwurf und -implementierung 56
3.3 Präprozessoren 57
3.4 Objektorientierte Programmierung 60
3.5 Aspektorientierte Programmierung 62
3.6 Merkmalsorientierte Softwareentwicklung 64
3.6.1 GenVoca 65
3.6.2 Kollaborationenentwürfe 67
3.6.3 Mixin Layer 68
3.6.4 AHEAD 70
3.7 Zusammenfassung 72

4 Explorative Studie: FAMEDBMS-Speichermanager 73

4.1 Untersuchungsgegenstand 74
4.2 Fallstudienszenario Sensornetzwerke 75
4.3 Umsetzung des Speichermanagers 77
4.3.1 Ergebnis der Domänenanalyse 78
4.3.2 Entwurf, Implementierung und Konfiguration 80
4.4 Evaluierung und Ergebnisdiskussion 82
4.4.1 Granularität 83
4.4.2 Overhead 83

4.4.3 Querschneidende Belange 84
4.4.4 Wiederverwendbarkeit 87
4.4.5 Umsetzung von ungeplanten Änderungen 87
4.4.6 Automatisierbarkeit der Konfiguration 87
4.4.7 Praktikabilität 88
4.5 Definition weiterer Untersuchungsgegenstände 89
4.6 Zusammenfassung 91

5 FeatureC++: Merkmalsorientierte Programmierung in C++ 93
5.1 Anforderungen an die Entwicklung von FeatureC++ 94
5.2 Merkmalsorientierte Programmierung mit C++ 95
5.2.1 Mixin Layer 96
5.2.2 Statische *Template*-Metaprogrammierung in C++ 99
5.2.3 P++ 101
5.2.4 Entwurfsmuster 101
5.2.5 AspectC++ 102
5.2.6 Diskussion 104
5.3 FeatureC++ 105
5.4 Erweiterungen der Merkmalsorientierten Programmierung 108
5.5 Umsetzung von FeatureC++ 111
5.6 Problem: Optionale Merkmalsinteraktion 113
5.6.1 Beispiel 113
5.6.2 Lösungsansatz: Optionales Weben 115
5.6.3 Diskussion 118
5.7 Verwandte Arbeiten 118
5.8 Zusammenfassung 119

6 FeatureIDE: Werkzeugunterstützung 121
6.1 Analyse der Werkzeugunterstützung 122
6.1.1 Probleme des Entwicklungsprozesses 122
6.1.2 Problem der Merkmalsanalyse 123
6.1.3 Probleme bei der Merkmalsorientierten Programmierung 123
6.1.4 Probleme im Konfigurationsprozess 125
6.2 Umsetzung in FeatureIDE 125

6.2.1 Umsetzung der Entwicklungsprozessunterstützung 125
6.2.2 Unterstützung der Merkmalsanalyse 126
6.2.3 Unterstützung der Programmierung 127
6.2.4 Unterstützung des Konfigurationsprozesses 129
6.3 Verwandte Arbeiten 130
6.4 Zusammenfassung 131

7 Studien: Datenmanagement für eingebettete Systeme 133

7.1 1. Fallstudie: FAMEDBMS 135
7.1.1 Zielsetzung der Fallstudie 136
7.1.2 Umsetzung FAMEDBMS 138
7.1.3 Transaktionsverwaltung 140
7.1.4 Anfrageverarbeitung und -optimierung 144
7.1.5 Diskussion der Ergebnisse 147
7.2 2. Fallstudie: ROBBYDBMS 149
7.2.1 Zielsetzung der Fallstudie 149
7.2.2 Szenario der Fallstudie 150
7.2.3 Umsetzung von ROBBYDBMS 152
7.2.4 Evaluierung von ROBBYDBMS 156
7.2.5 Diskussion der Ergebnisse 160
7.3 3. Fallstudie: Berkeley DB 161
7.3.1 Zielsetzung der Fallstudie 162
7.3.2 Refaktorisierung von Berkeley DB 163
7.3.3 Evaluierung 166
7.3.4 Diskussion der Ergebnisse 172
7.4 Fazit der Fallstudien 174
7.5 Zusammenfassung 177

8 Zusammenfassung und Ausblick 179

8.1 Zusammenfassung der Arbeit 179
8.2 Wissenschaftlicher Beitrag der Arbeit 181
8.3 Ausblick auf Folgearbeiten 183

Literaturverzeichnis 187