

Jörg Schäuffele | Thomas Zurawka

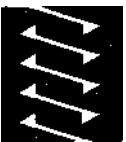
Automotive Software Engineering

Grundlagen, Prozesse, Methoden
und Werkzeuge effizient einsetzen

4., überarbeitete und erweiterte Auflage

Mit 276 Abbildungen

PRAXIS | ATZ/MTZ-Fachbuch



VIEWEG+
TEUBNER

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung und Überblick	1
1.1 Das System Fahrer-Fahrzeug-Umwelt.....	2
1.1.1 Aufbau und Wirkungsweise elektronischer Systeme.....	2
1.1.2 Elektronische Systeme des Fahrzeugs und der Umwelt.....	5
1.2 Überblick über die elektronischen Systeme des Fahrzeugs.....	6
1.2.1 Elektronische Systeme des Antriebsstrangs.....	8
1.2.2 Elektronische Systeme des Fahrwerks.....	9
1.2.3 Elektronische Systeme der Karosserie.....	11
1.2.4 Multi-Media-Systeme.....	13
1.2.5 Verteilte und vernetzte elektronische Systeme.....	14
1.2.6 Zusammenfassung und Ausblick.....	15
1.3 Überblick über die logische Systemarchitektur.....	16
1.3.1 Funktions-und Steuergerätenetzwerk des Fahrzeugs.....	16
1.3.2 Logische Systemarchitektur für Steuerungs-/Regelungs- und Überwachungssysteme.....	17
1.4 Prozesse in der Fahrzeugentwicklung.....	18
1.4.1 Überblick über die Fahrzeugentwicklung.....	18
1.4.2 Überblick über die Entwicklung von elektronischen Systemen.....	19
1.4.3 Kernprozess zur Entwicklung von elektronischen Systemen und Software.....	22
1.4.4 Unterstützungsprozesse zur Entwicklung von elektronischen Systemen und Software.....	24
1.4.5 Produktion und Service von elektronischen Systemen und Software.....	27
1.5 Methoden und Werkzeuge für die Entwicklung von Software für elektronische Systeme.....	27
1.5.1 Modellbasierte Entwicklung.....	28
1.5.2 Integrierte Qualitätssicherung.....	28
1.5.3 Reduzierung des Entwicklungsrisikos.....	31
1.5.4 Standardisierung und Automatisierung.....	32
1.5.5 Entwicklungsschritte im Fahrzeug.....	35
2 Grundlagen	37
2.1 Steuerungs- und regelungstechnische Systeme.....	37
2.1.1 Modellbildung.....	37
2.1.2 Blockschaltbilder.....	38
2.2 Diskrete Systeme.....	42
2.2.1 Zeitdiskrete Systeme und Signale.....	43
2.2.2 Wertdiskrete Systeme und Signale.....	44
2.2.3 Zeit-und wertdiskrete Systeme und Signale.....	45
2.2.4 Zustandsautomaten.....	45
2.3 Eingebettete Systeme.....	47
2.3.1 Aufbau von MikroControllern.....	48

2.3.2	Speichertechnologien.....	50
2.3.3	Programmierung von MikroControllern.....	53
2.4	Echtzeitsysteme.....	60
2.4.1	Festlegung von Tasks.....	60
2.4.2	Festlegung von Echtzeitanforderungen.....	62
2.4.3	Zustände von Tasks.....	64
2.4.4	Strategien für die Zuteilung des Prozessors.....	66
2.4.5	Aufbau von Echtzeitbetriebssystemen.....	71
2.4.6	Interaktion zwischen Tasks.....	71
2.5	Verteilte und vernetzte Systeme.....	77
2.5.1	Logische und technische Systemarchitektur.....	80
2.5.2	Festlegung der logischen Kommunikationsbeziehungen.....	81
2.5.3	Festlegung der technischen Netzwerktopologie.....	83
2.5.4	Festlegung von Nachrichten.....	84
2.5.5	Aufbau der Kommunikation und des Netzwerkmanagements.....	85
2.5.6	Strategien für die Zuteilung des Busses.....	89
2.6	Zuverlässigkeit, Sicherheit, Überwachung und Diagnose von Systemen.....	91
2.6.1	Grundbegriffe.....	92
2.6.2	Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit von Systemen.....	93
2.6.3	Sicherheit von Systemen.....	97
2.6.4	Überwachung und Diagnose von Systemen.....	100
2.6.5	Aufbau des Überwachungssystems elektronischer Steuergeräte.....	104
2.6.6	Aufbau des Diagnosesystems elektronischer Steuergeräte.....	107
2.7-	Steuergerätenetzwerke.....	112
3	Unterstützungsprozesse zur Entwicklung von elektronischen Systemen und Software.....	115
3.1	Grundbegriffe der Systemtheorie.....	115
3.2	Vorgehensmodelle und Standards.....	118
3.3	Konfigurationsmanagement.....	120
3.3.1	Produkt und Lebenszyklus.....	120
3.3.2	Varianten und Skalierbarkeit.....	121
3.3.3	Versionen und Konfigurationen.....	122
3.4	Projektmanagement.....	125
3.4.1	Projektplanung.....	125
3.4.2	Projektverfolgung und Risikomanagement.....	130
3.5	Lieferantenmanagement.....	131
3.5.1	System- und Komponentenverantwortung.....	131
3.5.2	Schnittstellen für die Spezifikation und Integration.....	132
3.5.3	Festlegung des firmenübergreifenden Entwicklungsprozesses.....	132
3.6	Anforderungsmanagement.....	134
3.6.1	Erfassen der Benutzeranforderungen.....	134
3.6.2	Verfolgen von Anforderungen.....	138
3.7	Qualitätssicherung.....	138
3.7.1	Integrations- und Testschritte.....	139
3.7.2	Maßnahmen zur Qualitätssicherung von Software.....	140

Kernprozess zur Entwicklung von elektronischen Systemen und Software	141
4.1 Anforderungen und Randbedingungen.....	142
4.1.1 System- und Komponentenverantwortung.....	142
4.1.2 Abstimmung zwischen System- und Software-Entwicklung	143
4.1.3 Modellbasierte Software-Entwicklung.....	145
•4.2 Grundbegriffe.....	145
4.2.1 Prozesse.....	145
4.2.2 Methoden und Werkzeuge.....	146
4.3 Analyse der Benutzeranforderungen und Spezifikation der logischen Systemarchitektur.....	147
4.4 Analyse der logischen Systemarchitektur und Spezifikation der technischen Systemarchitektur.....	150
4.4.1 Analyse und Spezifikation steuerungs- und regelungstechnischer Systeme.....	154
4.4.2 Analyse und Spezifikation von Echtzeitsystemen.....	155
4.4.3 Analyse und Spezifikation verteilter und vernetzter Systeme.....	156
4.4.4 Analyse und Spezifikation zuverlässiger und sicherer Systeme	157
4.5 Analyse der Software-Anforderungen und Spezifikation der Software-Architektur.....	158
4.5.1 Spezifikation der Software-Komponenten und ihrer Schnittstellen	158
4.5.2 Spezifikation der Software-Schichten.....	160
4.5.3 Spezifikation der Betriebszustände.....	162
4.6 Spezifikation der Software-Komponenten.....	163
4.6.1 Spezifikation des Datenmodells.....	165
4.6.2 Spezifikation des Verhaltensmodells.....	165
4.6.3 Spezifikation des Echtzeitmodells.....	167
4.7 Design und Implementierung der Software-Komponenten.....	169
4.7.1 Berücksichtigung der geforderten nichtfunktionalen Produkteigenschaften.....	170
4.7.2 Design und Implementierung des Datenmodells.....	172
4.7.3 Design und Implementierung des Verhaltensmodells.....	173
4.7.4 Design und Implementierung des Echtzeitmodells.....	174
4.8 Test der Software-Komponenten.....	174
4.9 Integration der Software-Komponenten.....	175
4.9.1 Erzeugung des Programm- und Datenstands.....	176
4.9.2 Erzeugung der Beschreibungsdateien.....	177
4.9.3 Erzeugung der Dokumentation.....	178
4.10 Integrationstest der Software.....	179
4.11 Integration der Systemkomponenten.....	180
4.11.1 Integration von Software und Hardware.....	180
4.11.2 Integration von Steuergeräten, Sollwertgebern, Sensoren und Aktuatoren.....	181
4.12 Integrationstest des Systems.....	183
4.13 Kalibrierung.....	186
4.14 System- und Akzeptanztest.....	187

5	Methoden und Werkzeuge in der Entwicklung	189
5.1	Offboard-Schnittstelle zwischen Steuergerät und Werkzeug	190
5.2	Analyse der logischen Systemarchitektur und Spezifikation der technischen Systemarchitektur	192
5.2.1	Analyse und Spezifikation steuerungs- und regelungstechnischer Systeme	192
5.2.2	Analyse und Spezifikation von Echtzeitsystemen	196
5.2.3	Analyse und Spezifikation verteilter und vernetzter Systeme	202
5.2.4	Analyse und Spezifikation zuverlässiger und sicherer Systeme	207
5.3	Spezifikation von Software-Funktionen und Validierung der Spezifikation	214
5.3.1	Spezifikation der Software-Architektur und der Software-Komponenten	216
5.3.2	Spezifikation des Datenmodells	220
5.3.3	Spezifikation des Verhaltensmodells mit Blockdiagrammen	220
5.3.4	Spezifikation des Verhaltensmodells mit Entscheidungstabellen	223
5.3.5	Spezifikation des Verhaltensmodells mit Zustandsautomaten	226
5.3.6	Spezifikation des Verhaltensmodells mit Programmiersprachen	231
5.3.7	Spezifikation des Echtzeitmodells	231
5.3.8	Validierung der Spezifikation durch Simulation und Rapid-Prototyping	231
5.4	Design und Implementierung von Software-Funktionen	243
5.4.1	Berücksichtigung der geforderten nichtfunktionalen Produkteigenschaften	243
5.4.2	Design und Implementierung von Algorithmen in Festpunkt- und Gleitpunktarithmetik	251
5.4.3	Design und Implementierung der Software-Architektur	266
5.4.4	Design und Implementierung des Datenmodells	270
5.4.5	Design und Implementierung des Verhaltensmodells	273
5.5	Integration und Test von Software-Funktionen	276
5.5.1	Software-in-the-Loop-Simulationen	277
5.5.2	Laborfahrzeuge und Prüfstände	279
5.5.3	Experimental-, Prototypen- und Serienfahrzeuge	285
5.5.4	Design und Automatisierung von Experimenten	286
5.6	Kalibrierung von Software-Funktionen	287
5.6.1	Arbeitsweisen bei der Offline- und Online-Kalibrierung	288
5.6.2	Software-Update durch Flash-Programmierung	290
5.6.3	Synchrones Messen von Signalen des Mikrocontrollers und der Instrumentierung	291
5.6.4	Auslesen und Auswerten von Onboard-Diagnosedaten	291
5.6.5	Offline-Verstellen von Parametern	292
5.6.6	Online-Verstellen von Parametern	293
5.6.7	Klassifizierung der Offboard-Schnittstellen für das Online-Verstellen	294
5.6.8	Management des CAL-RAM	299
5.6.9	Management der Parameter und Datenstände	302
5.6.10	Design und Automatisierung von Experimenten	303

6 Methoden und Werkzeuge in Produktion und Service	305
6.1 Offboard-Diagnose.....	306
6.2 Parametrierung von Software-Funktionen.....	307
6.3 Software-Update durch Flash-Programmierung.....	308
6.3.1 Löschen und Programmieren von Flash-Speichern.....	309
6.3.2 Flash-Programmierung über die Offboard-Diagnoseschnittstelle.....	309
6.3.3 Sicherheitsanforderungen.....	310
6.3.4 Verfügbarkeitsanforderungen.....	312
6.3.5 Auslagerung und Flash-Programmierung des Boot-Blocks.....	313
6.4 Inbetriebnahme und Prüfung elektronischer Systeme.....	315
7 Zusammenfassung und Ausblick	317
Literaturverzeichnis	319
Abkürzungsverzeichnis	325
Sachwortverzeichnis	327