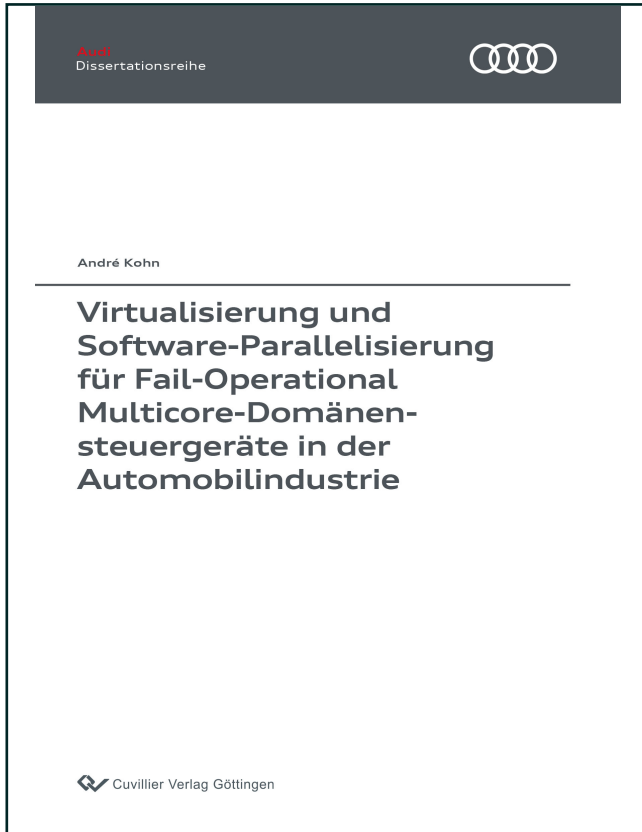




André Kohn (Autor)

Virtualisierung und Software-Parallelisierung für Fail-Operational Multicore-Domänensteuergeräte in der Automobilindustrie



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/7699>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>



Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|------------|
| Vorwort | i |
| Kurzfassung | iii |
| Abstract | v |
| 1 Elektronikentwicklung und Trends in der Automobilindustrie | 1 |
| 1.1 Anforderungen an zukünftige E/E-Fahrzeugarchitekturen | 1 |
| 1.2 Herausforderung Multicore-Technologie in Domänensteuergeräten | 6 |
| 1.3 Aufbau und Struktur der Arbeit | 13 |
| 1.4 Wissenschaftliche Beiträge der Arbeit | 13 |
| 2 Stand der Technik | 17 |
| 2.1 Redundanz und Zuverlässigkeit sicherheitsrelevanter Systemen . . | 17 |
| 2.1.1 Majoritätsredundanz | 20 |
| 2.1.2 Safety-Mechanismen gängiger Multicore-Architekturen . . | 23 |
| 2.1.3 Grundbegriffe technischer Zuverlässigkeit | 26 |
| 2.1.4 Funktionale Sicherheit in der Automobilindustrie | 27 |
| 2.2 Virtualisierungsmethoden im Überblick | 29 |
| 2.2.1 Grundbegriffe Virtualisierung | 29 |
| 2.2.2 Vollvirtualisierung | 33 |
| 2.2.3 Binärübersetzung | 33 |
| 2.2.4 Paravirtualisierung | 35 |
| 2.2.5 Microkernel | 36 |
| 2.2.6 Virtualisierungsunterstützung in Hardwarearchitekturen . | 37 |
| 2.2.7 Ansätze in der Automobilelektronik | 41 |
| 2.3 Parallelisierung von Software | 54 |
| 2.3.1 Funktionsmodellierung und Softwareentwicklung für Steu- ergeräte | 56 |
| 2.3.2 Software-Parallelisierung im Fahrzeug | 57 |
| 2.4 Multicore-Controller für sicherheitsrelevante Domänensteuergeräte | 59 |
| 2.4.1 Infineon AURIX TC27x | 60 |
| 2.4.2 NXP/Freescale MPC57xx Calypso | 63 |



| | | |
|----------|---|------------|
| 3 | Virtualisierung und Parallelisierung für Fail-Operational Multicore-DCUs | 65 |
| 3.1 | Architekturanforderungen für Multicore-DCUs | 65 |
| 3.2 | Das 2oo2DFS-System als Fail-Operational-Ansatz in der Fahrwerk- elektronik | 74 |
| 3.2.1 | Realisierung einer ECU-internen 2oo2DFS-Architektur für EPS-Steuergeräte | 75 |
| 3.2.2 | Systemzuverlässigkeit des ECU-internen 2oo2-Ansatzes . . | 76 |
| 3.3 | Hypervisor-basierte Virtualisierung in sicherheitsrelevanten Fahr- werksteuergeräten | 91 |
| 3.3.1 | Pre-Virtualisierung als Alternative zur Paravirtualisierung | 91 |
| 3.3.2 | I/O-Virtualisierung in Domänensteuergeräten | 100 |
| 3.4 | Software-Parallelisierung bei hochintegrierten Fahrwerksteuergerä- ten | 110 |
| 3.4.1 | Integration | 112 |
| 3.4.2 | Implementierung mit ereignisgesteuerten Tasks | 114 |
| 3.4.3 | Laufzeitmessung mit Stoppuhren | 115 |
| 4 | Experimentelle Validierung und Ergebnisse | 117 |
| 4.1 | Auswertung des Redundanzkonzepts für Fail-Operational | 117 |
| 4.2 | Ergebnisse der Pre-Virtualisierung | 121 |
| 4.3 | Auswertung der Hypervisor-basierten I/O Virtualisierung | 126 |
| 4.3.1 | Messergebnisse der Implementierung | 126 |
| 4.3.2 | Auswertung der Sendelatenzen des Timing-Modells | 130 |
| 4.3.3 | Vergleich der Messwerte mit der Timing-Analyse | 136 |
| 4.4 | Auswertung der Software-Migration und Parallelisierung | 138 |
| 5 | Zusammenfassung und Ausblick | 143 |
| 5.1 | Zusammenfassung Fail-Operational | 143 |
| 5.2 | Zusammenfassung Virtualisierungskonzepte | 144 |
| 5.3 | Zusammenfassung Software-Parallelisierung | 146 |
| 5.4 | Ausblick | 147 |
| A | Fragebogen und Ergebnisdiagramme | 151 |
| B | Berechnung und Validierung der Zustandswahrscheinlichkeiten | 171 |
| C | Messergebnisse | 181 |
| D | Ergebnisse der Timing-Analyse | 183 |
| E | Vergleichstabellen | 205 |
| | Abbildungsverzeichnis | 212 |



| | |
|----------------------------------|------------|
| Inhaltsverzeichnis | ix |
| Tabellenverzeichnis | 214 |
| Abkürzungsverzeichnis | 215 |
| Literaturverzeichnis | 219 |
| Eigene Veröffentlichungen | 227 |