

Analyse und Optimierung von fehlertoleranten Eingebetteten Systemen mit gehärteten Prozessoren

Viacheslav Izosimov, Ilia Polian, Paul Pop, Petru Eles, Zebo Peng
 Universität Linköping (S), Universität Freiburg, TU Lungby (DK)

Integration von Software- und Hardware-Fehlertoleranz

- Multiprozessorsysteme, Kommunikation über einen Bus
- Prozessoren in unterschiedlichen Härtingsgraden verfügbar
- Fehlerbehandlung in Software: Prozessneuausführungen
- Minimiere Kosten unter Echtzeit- und Zuverlässigkeitsvorgaben

Systemmodell

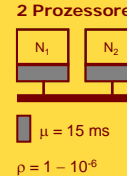
- Anwendung: gerichteter, azyklischer Graph
- Ecken: Prozesse, Kanten: Abhängigkeiten
- Abgebildet auf ein Multiprozessorsystem
- Fehlerbehandlung durch Prozess-Neuausführung
- Beispiel: 4 Prozesse, 2 Prozessoren;
 WCET, Fehlerrate, Kosten für 3 Härtingsgrade

Anwendung:
4 Prozesse



N_1	$h = 1$		$h = 2$		$h = 3$	
	t	p	t	p	t	p
P_1	60	$1.2 \cdot 10^{-3}$	75	$1.2 \cdot 10^{-5}$	90	$1.2 \cdot 10^{-10}$
P_2	75	$1.3 \cdot 10^{-3}$	90	$1.3 \cdot 10^{-5}$	105	$1.3 \cdot 10^{-10}$
P_3	60	$1.4 \cdot 10^{-3}$	75	$1.4 \cdot 10^{-5}$	90	$1.4 \cdot 10^{-10}$
P_4	75	$1.6 \cdot 10^{-3}$	90	$1.6 \cdot 10^{-5}$	105	$1.6 \cdot 10^{-10}$
Kosten	16		32		64	

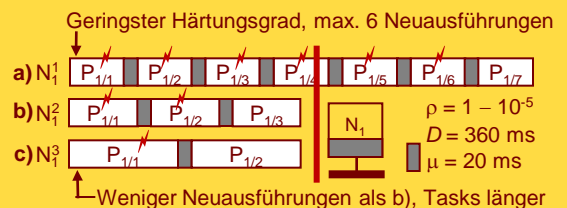
Architektur:
2 Prozessoren



N_2	$h = 1$		$h = 2$		$h = 3$	
	t	p	t	p	t	p
P_1	50	$1 \cdot 10^{-3}$	60	$1 \cdot 10^{-5}$	75	$1 \cdot 10^{-10}$
P_2	65	$1.2 \cdot 10^{-3}$	75	$1.2 \cdot 10^{-5}$	90	$1.2 \cdot 10^{-10}$
P_3	50	$1.2 \cdot 10^{-3}$	60	$1.2 \cdot 10^{-5}$	75	$1.2 \cdot 10^{-10}$
P_4	65	$1.3 \cdot 10^{-3}$	75	$1.3 \cdot 10^{-5}$	90	$1.3 \cdot 10^{-10}$
Kosten	20		40		80	

Software- vs. Hardware-Fehlertoleranz

- Zuverlässigkeitsvorgabe p (Wahrscheinlichkeit eines unbehandelten Fehlers)
- Systemausfallwahrscheinlichkeits-Analyse: Berechnet notwendige Anzahl von Neuausführungen, um p zu erreichen



Entwurfs- und Optimierungsstrategie

- Ermittelt Architektur, Härtingsgrade der Knoten, Allokation von Prozessen, maximal erforderliche Anzahl von Neuausführungen pro Knoten, quasistatischen Ablaufplan
- Iteratives, heuristisches Vorgehen
- 55% Verbesserung (Anteil von zulässigen Anwendungen), synthetische Benchmarks
- 66% Kostenreduktion auf einem Vehicle Cruise Controller

