

Clock-Tree-Aware Resource Management

MA-Statusvortrag

04. August 2022

Eva Dengler

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg



Lehrstuhl für Verteilte Systeme
und Betriebssysteme



Friedrich-Alexander-Universität
Technische Fakultät

Kurzform meiner akademischen Laufbahn:

- ursprünglich aus der Mathematik
Mathewettbewerbe, QED-Verein, Probestudium, ...
- seit 10/2016: Informatik-Studium
Algorithmik, NWERC, HPC; Tutor für AuD, GRa und SP
- 2020: Bachelorarbeit in InvasIC C1
"Decoupling User and Kernel Space: A System Call Framework for OctoPOS"
- derzeit: Masterarbeit bei Peter (W.) und Simon
"Clock-Tree-Aware Resource-Consumption Models for Embedded SoC Platforms"

Student Cluster Competitions



Student Cluster Competitions

Gegeben:

- Set an ...
 - Benchmarks: Floating-Point Computing Power, Datendurchsatz, ...
 - Anwendungen: Deep Learning, Wettersimulation, Passwortknacken, ...
- maximale Leistungsaufnahme: 3kW

Ziel: erhalte "möglichst gute" Ergebnisse

Student Cluster Competitions

Gegeben:

- Set an ...
 - Benchmarks: Floating-Point Computing Power, Datendurchsatz, ...
 - Anwendungen: Deep Learning, Wettersimulation, Passwortknacken, ...
- maximale Leistungsaufnahme: 3kW

Ziel: erhalte "möglichst gute" Ergebnisse

- Bewerbungsrunde
- Finals auf der Supercomputing Conference:
 - 2 Tage Aufbau und Setup
 - 8h Benchmarkphase
 - 48h Non-Stop-Wettbewerb

SCC: Scheduling-Problematik in den Finals

HPC-Competitions:

HPC-Competitions:

- Laufzeit
- Energieverbrauch
- Ablaufplanung
- Stromverbrauchsregulation

HPC Competitions vs. Watwa

HPC-Competitions:

- Laufzeit
- Energieverbrauch
- Ablaufplanung
- Stromverbrauchsregulation

MA/Watwa-Antrag:

HPC Competitions vs. Watwa

HPC-Competitions:

- Laufzeit
- Energieverbrauch
- Ablaufplanung
- Stromverbrauchsregulation

MA/Watwa-Antrag:

- WCET

HPC Competitions vs. Watwa

HPC-Competitions:

- Laufzeit
- Energieverbrauch
- Ablaufplanung
- Stromverbrauchsregulation

MA/Watwa-Antrag:

- WCET
- WCEC

HPC Competitions vs. Watwa

HPC-Competitions:

- Laufzeit
- Energieverbrauch
- Ablaufplanung
- Stromverbrauchsregulation

MA/Watwa-Antrag:

- WCET
- WCEC
- Scheduling für EZS

HPC Competitions vs. Watwa

HPC-Competitions:

- Laufzeit
- Energieverbrauch
- Ablaufplanung
- Stromverbrauchsregulation

MA/Watwa-Antrag:

- WCET
- WCEC
- Scheduling für EZS
- Clock-Tree-Konfiguration

HPC Competitions vs. Watwa

HPC-Competitions:

- Laufzeit
- Energieverbrauch
- Ablaufplanung
- Stromverbrauchsregulation

MA/Watwa-Antrag:

- WCET
- WCEC
- Scheduling für EZS
- Clock-Tree-Konfiguration

+

systemweite Optimalitätsanalyse

+

automatische Maßschneiderung

HPC Competitions vs. Watwa

HPC-Competitions:

- Laufzeit
- Energieverbrauch
- Ablaufplanung
- Stromverbrauchsregulation

MA/Watwa-Antrag:

- WCET
- WCEC
- Scheduling für EZS
- Clock-Tree-Konfiguration

+

systemweite Optimalitätsanalyse

+

automatische Maßschneiderung

```
main:
```

```
    while (true):
```

```
        task1();
```

```
        task2();
```

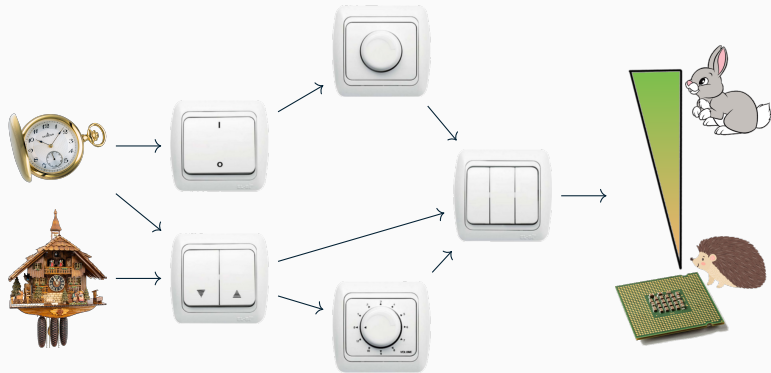
```
        task3();
```

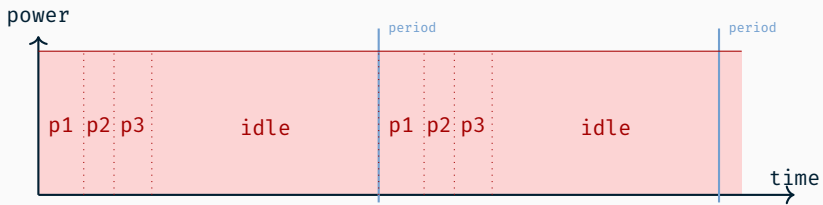
```
        sleep();
```

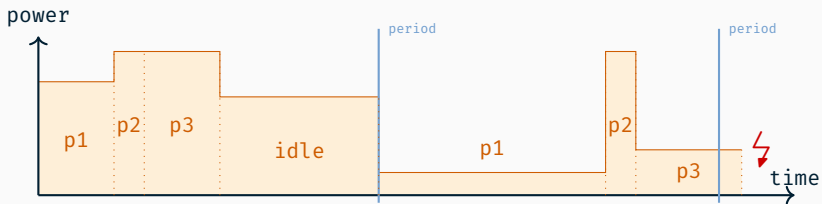
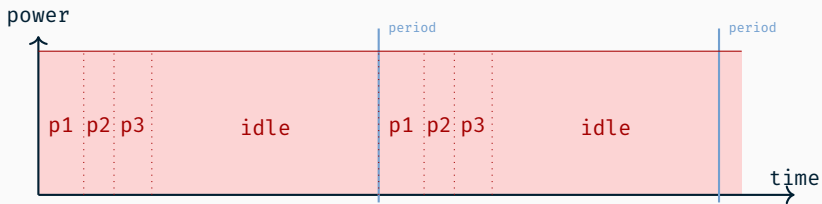


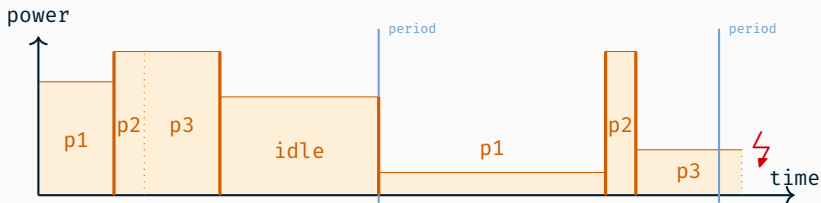
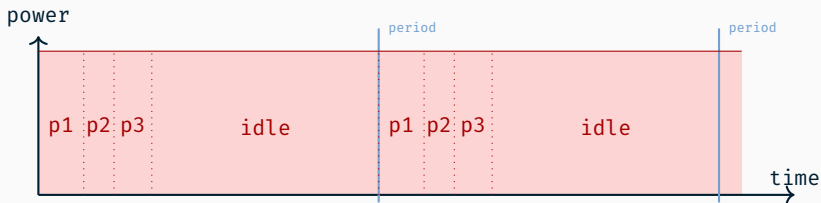


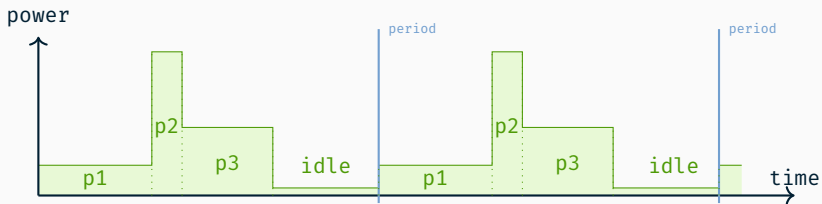
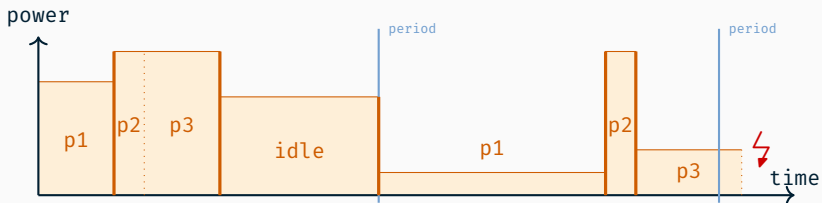
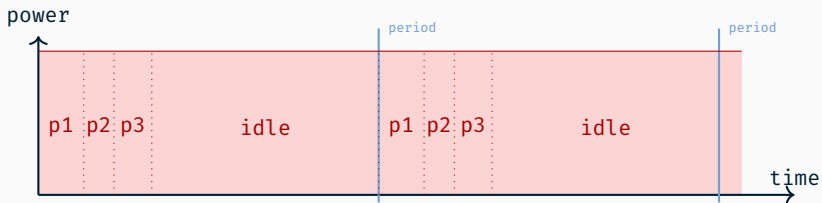
Rekonfiguration?

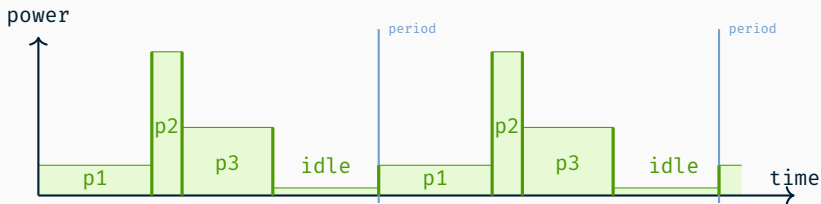
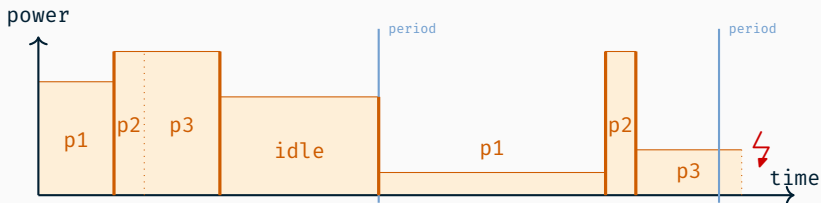
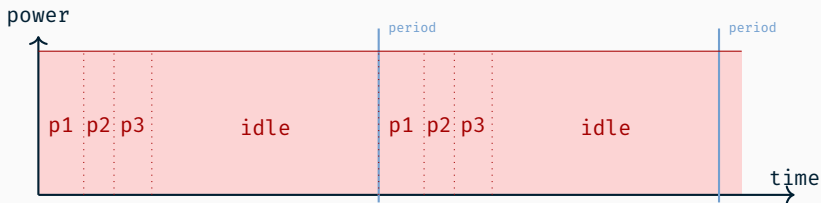












Phase 1 → Phase 2 → Phase 3 → Sleep

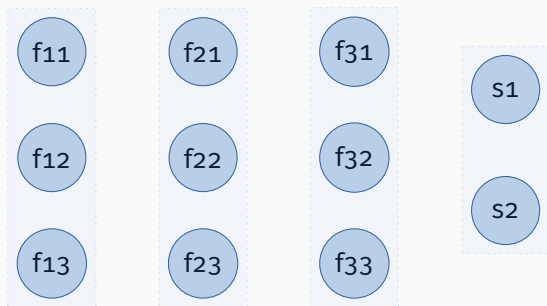
Abbilden der Konfigurationen

Phase 1 → Phase 2 → Phase 3 → Sleep



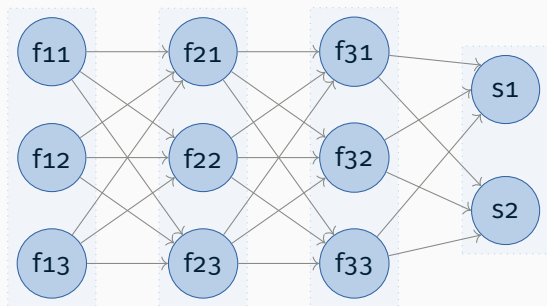
Abbilden der Konfigurationen

Phase 1 → Phase 2 → Phase 3 → Sleep

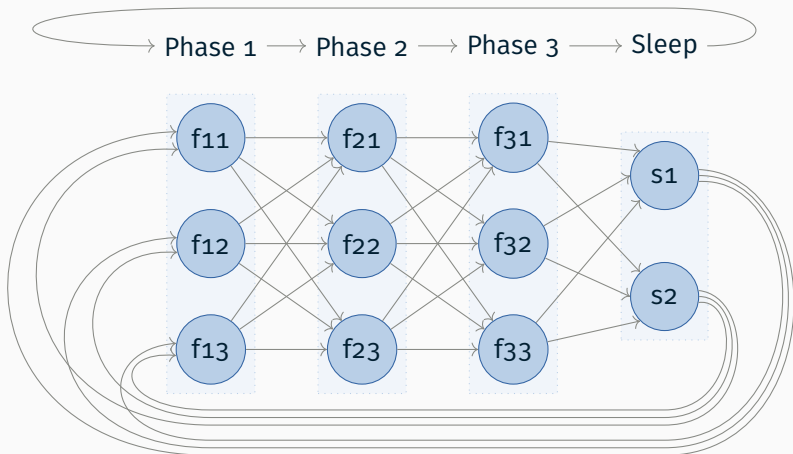


Abbilden der Konfigurationen

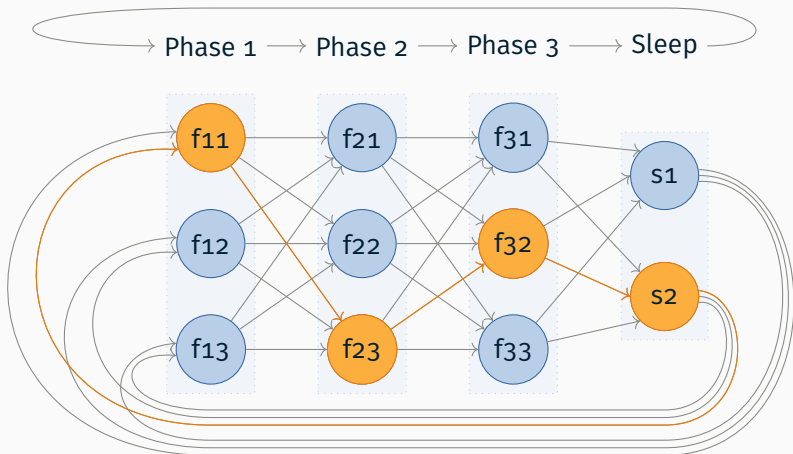
Phase 1 → Phase 2 → Phase 3 → Sleep



Abbilden der Konfigurationen



Abbilden der Konfigurationen



Minimierung des Energieverbrauchs

$$\min \sum_{i=0}^{x-1} \sum_{j=0}^{f_i-1} n_{i,j} t_{i,j} p_{i,j} + \sum_{j=0}^{f_s-1} n_{s,j} t_{s,j} p_{s,j} + \sum_{i=0}^{x-1} \sum_{j=0}^{f_i-1} \sum_{j'=0}^{f_{(i+1)}-1} n_{i,j \rightarrow (i+1),j'} p_{i,j \rightarrow (i+1),j'}$$

Minimierung des Energieverbrauchs

$$\min \sum_{i=0}^{x-1} \sum_{j=0}^{f_i-1} n_{i,j} t_{i,j} p_{i,j} + \sum_{j=0}^{f_s-1} n_{s,j} t_{s,j} p_{s,j} + \sum_{i=0}^{x-1} \sum_{j=0}^{f_i-1} \sum_{j'=0}^{f_{(i+1)}-1} n_{i,j \rightarrow (i+1),j'} p_{i,j \rightarrow (i+1),j'}$$

- eine Konfiguration pro Phase

$$\forall i \in \{0, \dots, x\} : \sum_{j=0}^{f_i-1} n_{i,j} = 1$$

Minimierung des Energieverbrauchs

$$\min \sum_{i=0}^{x-1} \sum_{j=0}^{f_i-1} n_{i,j} t_{i,j} p_{i,j} + \sum_{j=0}^{f_s-1} n_{s,j} t_{s,j} p_{s,j} + \sum_{i=0}^{x-1} \sum_{j=0}^{f_i-1} \sum_{j'=0}^{f_{(i+1)}-1} n_{i,j \rightarrow (i+1),j'} p_{i,j \rightarrow (i+1),j'}$$

- eine Konfiguration pro Phase

$$\forall i \in \{0, \dots, x\} : \sum_{j=0}^{f_i-1} n_{i,j} = 1$$

- #eingehende aktive Kanten = #ausgehende aktive Kanten

$$\forall i \in \{0, \dots, x\} : \forall j \in \{0, \dots, f_i-1\} : n_{i,j} = \sum_{j'=0}^{f_{(i-1)}-1} n_{(i-1),j' \rightarrow i,j} \wedge n_{i,j} = \sum_{j'=0}^{f_{(i+1)}-1} n_{i,j \rightarrow (i+1),j'}$$

Minimierung des Energieverbrauchs

$$\min \sum_{i=0}^{x-1} \sum_{j=0}^{f_i-1} n_{i,j} t_{i,j} p_{i,j} + \sum_{j=0}^{f_s-1} n_{s,j} t_{s,j} p_{s,j} + \sum_{i=0}^{x-1} \sum_{j=0}^{f_i-1} \sum_{j'=0}^{f_{(i+1)}-1} n_{i,j \rightarrow (i+1),j'} p_{i,j \rightarrow (i+1),j'}$$

- eine Konfiguration pro Phase

$$\forall i \in \{0, \dots, x\} : \sum_{j=0}^{f_i-1} n_{i,j} = 1$$

- #eingehende aktive Kanten = #ausgehende aktive Kanten

$$\forall i \in \{0, \dots, x\} : \forall j \in \{0, \dots, f_i-1\} : n_{i,j} = \sum_{j'=0}^{f_{(i-1)}-1} n_{(i-1),j' \rightarrow i,j} \wedge n_{i,j} = \sum_{j'=0}^{f_{(i+1)}-1} n_{i,j \rightarrow (i+1),j'}$$

- alle Zeiten aufsummiert ergeben Hyperperiode

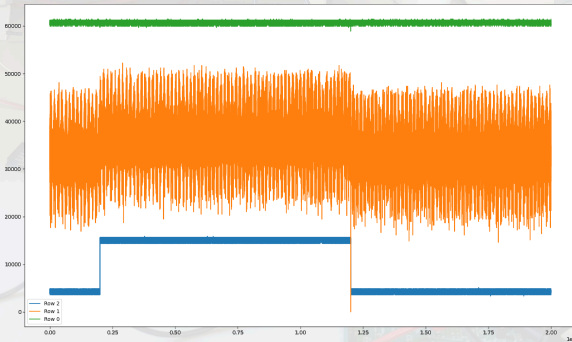
$$\sum_{i=0}^{x-1} \sum_{j=0}^{f_i-1} n_{i,j} t_{i,j} + \sum_{j=0}^{f_s-1} n_{s,j} t_{s,j} + \sum_{i=0}^x \sum_{j=0}^{f_i-1} \sum_{j'=1}^{f_{(i+1)}-1} n_{i,j \rightarrow (i+1),j'} t_{i,j \rightarrow (i+1),j'} = H$$

Evaluation auf ESP32C3

- ✓ WCET mittels Platin bestimmen
- ✓ Clock-Tree-Konfigurationen umschalten
- ✓ Mathematische Formulierung mit Zufallszahlen lösbar
- konkrete Werte für mathematische Formulierung
- Evaluation von Referenz mit optimierter Anwendung

Evaluation auf ESP32C3

- ✓ WCET mittels Platin bestimmen
- ✓ Clock-Tree-Konfigurationen umschalten
- ✓ Mathematische Formulierung mit Zufallszahlen lösbar
- konkrete Werte für mathematische Formulierung
- Evaluation von Referenz mit optimierter Anwendung



Danke fürs Zuhören!

Fragen?