

# Systemy wbudowane

## Wykład 12: Przykłady kosyntezy systemów wbudowanych

## Cel syntezy systemowej

- **minimalizacja kosztu:** jaka jest najtańsza architektura spełniająca nałożone wymagania (minimalna szybkość, max. pobór mocy, itp.)?
- **maksymalizacja szybkości:** jaka jest najszybsza architektura spełniająca nałożone ograniczenia (max. koszt, max. pobór mocy, itp.)?

## Jak optymalizować?

| Jak zmniejszyć koszt systemu:  | Jak zwiększyć szybkość systemu:   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• implementacja programowa zadań</li></ul>               | <ul style="list-style-type: none"><li>• implementacja sprzętowa zadań</li></ul>                 |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• stosowanie tańszych elementów obliczeniowych</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• stosowanie szybszych elementów obliczeniowych</li></ul> |
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• zrównoleżenie wykonywania zadań</li></ul>               |

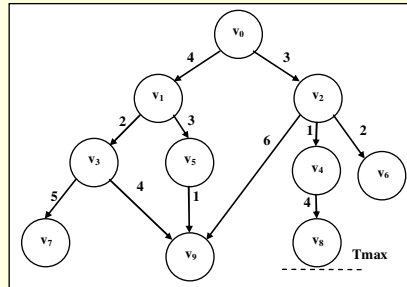
## Informacje potrzebne do syntezy:

- informacje o koszcie implementacji zadań
  - informacje o szybkości wykonywania zadań
  - informacje o kolejności wykonywania zadań
- } → *estymacja parametrów zadań*
- *specyfikacja wejściowa*

# Specyfikacja wejściowa

- graf zadań:
  - ograniczenia czasowe
  - warunkowy graf zadań
  - cykliczny (multi-rate)
  - z uwzględnieniem komunikacji

**Tmax=50**



1/2/2012

S.Deniziak:Systemy wbudowane

5

# Estymacja parametrów zadań

| PE             | RP <sub>1</sub> (RT <sub>1</sub> )           |                     | RP <sub>2</sub> (RT <sub>2</sub> )           |                     | HC <sub>1</sub> (RT <sub>3</sub> )            |  | HC <sub>1</sub> (RT <sub>2</sub> )            |  |
|----------------|--|---------------------|--|---------------------|---|--|---|--|
|                | UC <sub>1</sub> =100<br>PML <sub>1</sub> =30 |                     | UC <sub>2</sub> =200<br>PML <sub>2</sub> =50 |                     | UC <sub>3</sub> =500<br>IML <sub>3</sub> =500 |  | UC <sub>4</sub> =300<br>IML <sub>4</sub> =100 |  |
|                | T <sub>1</sub> (i)                           | TS <sub>1</sub> (i) | T <sub>2</sub> (i)                           | TS <sub>2</sub> (i) | T <sub>3</sub> (i)                            | C <sub>3</sub> (i)=<br>PS <sub>3</sub> (i) | T <sub>4</sub> (i)                            | C <sub>4</sub> (i)=<br>PS <sub>4</sub> (i) |
| v <sub>0</sub> | 30   | 3                   | 10   | 2                   | 3   | 50   | 4   | 10   |
| v <sub>1</sub> | 50   | 5                   | 20   | 4                   | 6   | 80   | 5   | 20   |
| v <sub>2</sub> | 20   | 3                   | 10   | 3                   | 3   | 60   | 5   | 20   |
| v <sub>3</sub> | 10   | 3                   | 8  | 1                   | 1   | 20   | 2   | 5  |
| v <sub>4</sub> | 30   | 3                   | 15   | 2                   | 4   | 70   | 10  | 30   |
| v <sub>5</sub> | 50   | 5                   | 30   | 3                   | 5   | 80   | 5   | 15   |
| v <sub>6</sub> | 40   | 3                   | 15   | 2                   | 10  | 70   | 12  | 15   |
| v <sub>7</sub> | 30   | 3                   | 15   | 2                   | 5   | 50   | 8   | 18   |
| v <sub>8</sub> | 20   | 3                   | 5  | 1                   | 2   | 30   | 4   | 10   |
| v <sub>9</sub> | 10   | 3                   | 5  | 1                   | 3   | 40   | 4   | 12   |

1/2/2012

S.Deniziak:Systemy wbudowane

6

## Estymacja parametrów transmisji

| CL <sub>j</sub> | CC <sub>i</sub> |                 |                 |                 | B <sub>j</sub> |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
|                 | RT <sub>1</sub> | RT <sub>2</sub> | RT <sub>3</sub> | RT <sub>4</sub> |                |
| CL <sub>1</sub> | 2               | 0               | 10              | 5               | 8              |
| CL <sub>2</sub> | -               | 0               | 15              | 8               | 16             |

1/2/2012

S.Deniziak:Systemy wbudowane

7

## Jaka metoda syntezy systemowej?

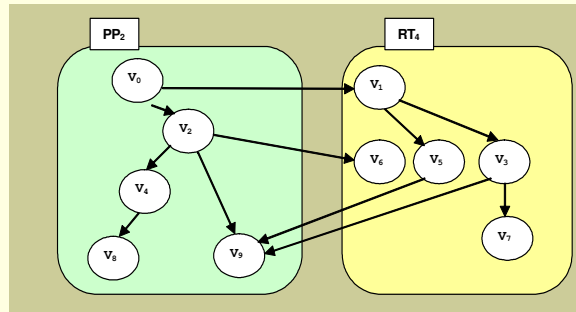
- Metody dokładne:
  - ILP, metody grafowe, wyczerpujące wyszukiwanie
- Metody konstrukcyjne
- Metody rafinacyjne:
  - Rafinacja deterministyczna
  - Rafinacja probabilistyczna
- Metody wyspecjalizowane:
  - Systemy dynamicznie rekonfigurowalne, systemy o obniżonym poborze mocy, itp.

1/2/2012

S.Deniziak:Systemy wbudowane

8

## Rozwiązanie optymalne: alokacja zasobów i przyporządkowanie zadań



Koszt: 209

Koszt: 373

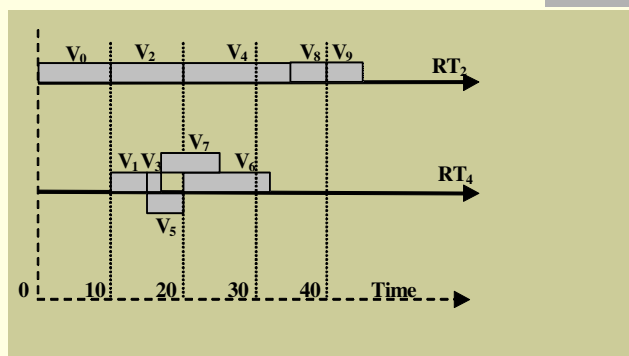
**Razem: 582**

1/2/2012

S.Deniziak: Systemy wbudowane

9

## Rozwiązanie optymalne: uszeregowanie zadań



**T=45**

1/2/2012

S.Deniziak: Systemy wbudowane

10

# Metody konstrukcyjne

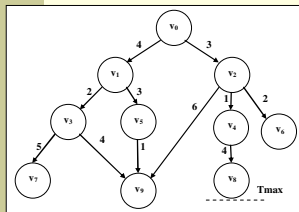
- Stopniowe konstruowanie rozwiązania
- Decyzje projektowe wg najmniejszego wzrostu kosztu

1/2/2012

S.Denziak:Systemy wbudowane

11

## Przykład 1 (1)



$T_{max} = 120$   
(dla całego grafu)

1.  $v_0 \rightarrow v_1$  (RT1)  $T=30$ ,  $C=103$  (w najlepszym przypadku alokacji pozostałych zadań  $T_b=43$ ),

| PE    | RP <sub>1</sub> (RT <sub>1</sub> )           |           | RP <sub>2</sub> (RT <sub>2</sub> )           |           | HC <sub>1</sub> (RT <sub>3</sub> )            |          | HC <sub>1</sub> (RT <sub>4</sub> )            |          |
|-------|--|-----------|--|-----------|---|----------|---|----------|
|       | UC <sub>1</sub> =100<br>PML <sub>1</sub> =30 |           | UC <sub>2</sub> =200<br>PML <sub>2</sub> =50 |           | UC <sub>3</sub> =500<br>IML <sub>3</sub> =500 |          | UC <sub>4</sub> =300<br>IML <sub>4</sub> =100 |          |
| $v_i$ | $T_1(i)$                                     | $TS_1(i)$ | $T_2(i)$                                     | $TS_2(i)$ | $T_3(i)$                                      | $C_3(i)$ | $T_4(i)$                                      | $C_4(i)$ |
| $v_0$ | 30   | 3         | 10   | 2         | 3   | 50       | 4   | 10       |
| $v_1$ | 50   | 5         | 20   | 4         | 6   | 80       | 5   | 20       |
| $v_2$ | 20   | 3         | 10   | 3         | 3   | 60       | 5   | 20       |
| $v_3$ | 10   | 3         | 8  | 1         | 1   | 20       | 2   | 5        |
| $v_4$ | 30   | 3         | 15   | 2         | 4   | 70       | 10  | 30       |
| $v_5$ | 50   | 5         | 30   | 3         | 5   | 80       | 5   | 15       |
| $v_6$ | 40   | 3         | 15   | 2         | 10  | 70       | 12  | 15       |
| $v_7$ | 30   | 3         | 15   | 2         | 5   | 50       | 8   | 18       |
| $v_8$ | 20   | 3         | 5  | 1         | 2   | 30       | 4   | 10       |
| $v_9$ | 10   | 3         | 5  | 1         | 3   | 40       | 4   | 12       |

1/2/2012

S.Denziak:Systemy wbudowane

12

## Przykład 1 (2)

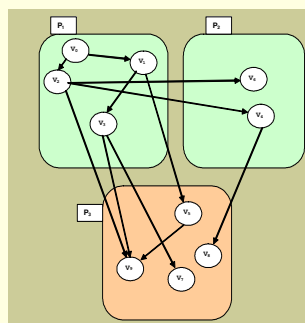
2.  $V1 \rightarrow P1$   $T=80$ ,  $C=108$ , ( $Tb=93$ )
3.  $V2 \rightarrow P1$   $C=111$ ,  
Szeregowanie (szukanie ścieżek krytycznych):  $V1 \rightarrow V7=6$ ,  $V1 \rightarrow V9=8$ ,  $V2 \rightarrow V9=3$ ,  
 $V2 \rightarrow V8=6$ ,  $V2 \rightarrow V6=10 \Rightarrow V0(0)$ ,  $V2(30)$ ,  $V1(50)$   $T=100$ , ( $Tb=108$ )
4.  $V3 \rightarrow P1$   $T=110$ ,  $C=114$ , ( $Tb=115$ )
5.  $V4 \rightarrow P1$   $T=140!$   
 $V4 \rightarrow P2(RT1)$   $T=110$ ,  $C=217$ , ( $Tb=115$ )
6.  $V5 \rightarrow P1$   $T=160!$   
 $V5 \rightarrow P2$   $T=150!$   
Próba przeszerogowania:  $P1: V0(0)$ ,  $V1(30)$ ,  $V2(80)$ ,  $V3(100) \rightarrow 110$   
 $P2: V5(80)$ ,  $V4(130) \rightarrow 160!$   
 $V5 \rightarrow P3(RT1)$   $T=130!$  (przy najlepszym uszeregowaniu)  
 $V5 \rightarrow P3(RT2)$   $T=130!$  (przy najlepszym uszeregowaniu)  
 $V5 \rightarrow P3(RT4)$   $T=110$ ,  $C=532$  ( $Tb=115$ )
7.  $V6 \rightarrow P1$   $T=150!$   
 $V6 \rightarrow P2$  (uszeregowanie  $P2: V4(50)$ ,  $V6(80) \rightarrow 120$ )  $T=120$ ,  $C=535$
8.  $V7 \rightarrow P1$   $T=140!$   
 $V7 \rightarrow P2$   $T=150!$   
 $V7 \rightarrow P3$   $T=120$ ,  $C=553$
9.  $V8 \rightarrow P3$   $T=120$ ,  $C=563$
10.  $V9 \rightarrow P3$   $T=118$ ,  $C=575$

1/2/2012

S.Deniziak:Systemy wbudowane

13

## Przykład 1: architektura docelowa



Koszt(P1): 114    Koszt(P2): 106    Koszt(P3): 355

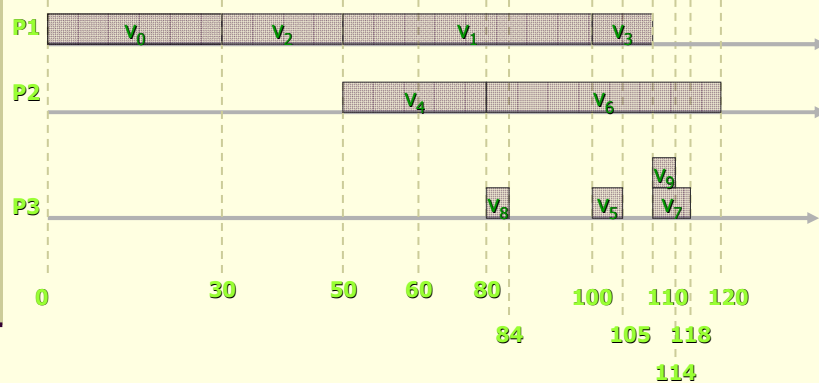
**Razem: 575**

1/2/2012

S.Deniziak:Systemy wbudowane

14

## Przykład 1: uszeregowanie zadań



1/2/2012

S.Deniziak:Systemy wbudowane

15

## Cechy metod konstrukcyjnych

- Duża szybkość
- Mała efektywność
- Tendencja do alokacji zasobów o skrajnych parametrach
  - Miara określająca wpływ decyzji projektowej na następne kroki syntezy
  - Możliwości cofania wcześniejszych decyzji (ograniczone)

1/2/2012

S.Deniziak:Systemy wbudowane

16



## Metody rafinacyjne

- Stopniowe ulepszanie rozwiązania
- Rozwiązanie początkowe:
  - Najszybsza architektura
  - Architektura najtańsza
  - Inne
- Rafinacja:
  - Alokacja/usuwanie zasobów
  - Przenoszenie zadań

1/2/2012

S.Deniziak:Systemy wbudowane

17

## Przykład 2

- Rozwiązanie początkowe: najtańsze
  - wszystkie zadania w P1(RT1) koszt C:134  
T=290
- Rafinacja: przyspieszanie systemu:
  - v0→v7=120, v0→v9 =140, v0→v8 =100, v0→v6=90
  - v1 → P2(RT4) C→449 T→240  
v0→v7=75, v0→v9 =95, v0→v8 =100, v0→v6=90
  - v2 → P2 C→466 T→225  
Ale: v5 → P2 C→459 T→190
  - ...

1/2/2012

S.Deniziak:Systemy wbudowane

18

## Przykład 3

- Rozwiązanie początkowe: najszybsze
  - wszystkie zadania w RT3 koszt C:1050 T=17
- Rafinacja: obniżanie kosztu systemu
  - v1 → P1(RT1) C→1075 T→61
  - v5 → P1 C→1000 T→106
  - ...

## Cechy metod rafinacyjnych

- Długi czas obliczeń
- Możliwość cofnięcia błędnych decyzji projektowych
- Stosowanie bardziej wyszukanych miar zysku z rafinacji (np.  $\Delta T/\Delta C$ ) daje dobrą efektywność
- Problem z zapętlaniem!!

## Metody probabilistyczne

---

- algorytmy genetyczne, ewolucyjne
- simulated annealing

## Metody wyspecjalizowane

---

- systemy SOC, SOPC
- systemy dynamicznie rekonfigurowalne
- systemy multimedialne
- systemy z modułami DVS

**Koniec**