

Diplomová práce

Interaktivní tvorba rozvrhu

Tomáš Müller

MFF UK

2001

Úvod: rozvrhování

- **Alokace aktivit (událostí)**
- **Zdroje**
- **Podmínky kladené na rozvrh**
- **Interaktivita**
 - kombinace automatizovaného rozvrhování s interakcemi uživatele
 - řešení je budováno krok za krokem


Cíle práce

- **Studium využití omezujících podmínek**
- **Obecný model**
 - popis rozvrhovacích problémů
 - motivace: školní rozvrh
- **Interaktivní algoritmus**
 - kombinace technik založených na lokálním prohledávání a na prohledávání s navracením (backtracking)
- **Implementace algoritmu**
 - použít moderní programovací jazyk JAVA
 - obecný rozvrhovač + GUI pro školní rozvrh

Motivace: školní rozvrh

- **Aktivity**
 - předměty (přednášky a cvičení)
- **Zdroje**
 - učebny
 - vyučující
 - třídy (skupiny žáků)
 - ostatní (speciální) zdroje
- **Závislosti**
 - závislosti mezi předměty

Model: rozvrhovací problém

- Časové sloty
 - Časové preference
 - silné (nutné) a slabé (preferenční) podmínky
 - Aktivity
 - jméno, délka, časové preference
 - množiny požadovaných zdrojů – skupin zdrojů
 - Zdroje
 - jméno, časové preference
 - Závislosti
 - binární, mezi dvěma aktivitami
 - před, těsně před, zároveň
- 
- ```
graph TD; A[skupin zdrojů] --> B[konjunktivní]; A --> C[disjunktivní];
```

# Řešení (částečné)

- Každá (naplánovaná) aktivita má rezervovány všechny požadované zdroje
  - všechny z konjunktivních skupin
  - po jednom z disjunktivních skupin
- Dvě (naplánované) aktivity nemohou zároveň používat jeden zdroj.
- Žádná ze silných podmínek není porušena.
- Všechny závislosti aktivitami jsou splněny

**Navíc:**

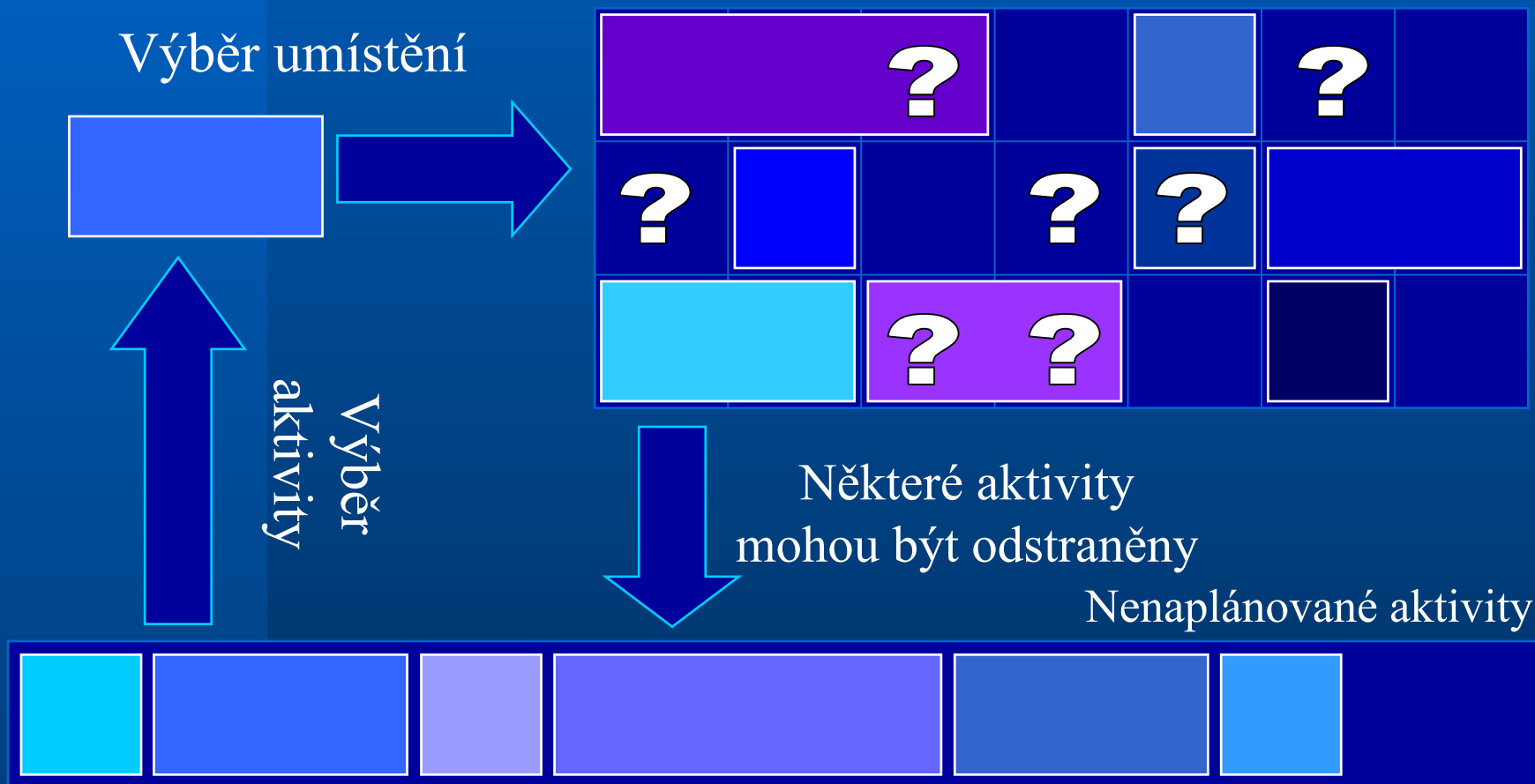
**Chceme minimalizovat počet porušených slabých podmínek.**

# Interaktivní řešič

---

- **Základní přístupy**
  - lokální prohledávání
  - prohledávání s navracením (backtracking)
- **Navržený (hybridní) algoritmus**
  - dopředné prohledávání
  - práce v iteracích
  - rozšiřování konzistentního částečného řešení
  - interaktivita

# Interaktivní řešič





# Výběr aktivity

- Princip *first-fail*
- Vážený součet
  - pro každou nenaplánovanou aktivitu
  - $val_{activity} = w_1 N_{\#Rm} + w_2 N_{\#Dep} + w_3 N_{\#Plc} + w_4 N_{\#PlcNc}$
  - aktivita s nejmenším ohodnocením vybrána
- Vylepšení
  - výběr z náhodně vybrané podmnožiny nenaplánovaných aktivit (20% aktivit)

# Výběr umístění

- Princip *succeed-first*

- Vážený součet

- pro každé možné umístění

- $val_{place} = w'_1 N_{\#CnfAct} + w'_2 N_{\#Rep} + w'_3 N_{\#ConfNoRsh} + w'_4 N_{\#Soft} + w'_5 N_{\#DiffPlace} + w'_6 N_{\#User}$

- umístění s nejmenším ohodnocením je vybráno

- Vylepšení

- náhodný výběr z nejlepších N umístění

**Poznámka:**

Naplánování aktivity může způsobit odberání jiných aktivit z rozvrhu.

# Demonstrace

---

- **Program školního rozvrhu**
  - rozšíření obecného řešícího algoritmu
  - napsáno také v jazyce JAVA
  - GUI

Timetable

Resources Lectures **Timetable**

**Whole timetable** Timetable of individual resources Rules

Show a schedule for: **Classes**

| Re... | Mo 1              | Mo 2              | Mo 3               | Mo 4               | Mo 5              | Mo 6              | Mo 7             | Mo 8              | Mo 9               | Mo 10 | Tu 1               | Tu 2              | Tu 3              | Tu 4               | Tu 5              | Tu 6              | Tu 7               | Tu 8              |
|-------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|--------------------|-------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| T12   | a148<br>V1<br>U20 |                   | a194<br>V1<br>U8   | a72<br>V1<br>U13   |                   |                   |                  |                   |                    |       | a132<br>V2<br>U14  |                   | a59<br>V6<br>U11  |                    |                   |                   | a75<br>V12<br>U18  |                   |
| T13   |                   |                   | a231<br>V17<br>U4  | a223<br>V18<br>U6  | a68<br>V18<br>U18 |                   |                  |                   | a208<br>V18<br>U10 |       | a226<br>V14<br>U10 |                   |                   |                    |                   | a56<br>V15<br>U11 | a2<br>V8<br>U13    |                   |
| T14   | a6<br>V12<br>U2   |                   |                    |                    |                   | a63<br>V10<br>U14 |                  |                   |                    |       |                    |                   | a55<br>V19<br>U12 |                    |                   |                   |                    |                   |
| T15   | a64<br>V18<br>U3  | a49<br>V11<br>U14 |                    | a34<br>V9<br>U3    |                   |                   | a30<br>V5<br>U19 |                   |                    |       |                    |                   |                   |                    | a172<br>V2<br>U19 | a126<br>V13<br>U9 |                    | a57<br>V15<br>U12 |
| T16   | a183<br>V7<br>U7  |                   | a203<br>V15<br>U12 | a110<br>V13<br>U14 | a193<br>V1<br>U9  |                   | a83<br>V6<br>U13 | a15<br>V14<br>U13 |                    |       | a233<br>V3<br>U15  |                   | a88<br>V18<br>U9  |                    |                   |                   | a121<br>V11<br>U11 |                   |
| T17   |                   |                   |                    |                    |                   |                   |                  |                   |                    |       |                    |                   | a9<br>V8<br>U1    |                    |                   |                   |                    |                   |
| T18   |                   | a93<br>V20<br>U10 |                    |                    |                   |                   |                  |                   | a113<br>V14<br>U18 |       |                    | a153<br>V20<br>U1 | a150<br>V6<br>U14 | a100<br>V14<br>U15 |                   |                   |                    |                   |
| T19   |                   |                   |                    | a115<br>V5<br>U4   |                   |                   |                  |                   |                    |       | a119<br>V15<br>U8  |                   |                   |                    |                   | a98<br>V20<br>U19 | a166<br>V16<br>U2  |                   |
| T20   | a235              |                   |                    |                    |                   |                   |                  |                   |                    |       | a185               |                   | a210              |                    |                   |                   |                    | a144              |

Not scheduled lectures:

| Short... | Name | Length | Teacher | Classes | Rooms            | Other resources | Preferred                                 | Forbidden                                 |
|----------|------|--------|---------|---------|------------------|-----------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| a80      | a80  | 5      | V4      | T1      | {U9, U14}        |                 | Mo 3-4, Mo 8-10, Tu 4, Tu 8-10, We 1...   | Mo 1, Mo 5-7, Tu 2-3, Tu 5, Tu 7, We ...  |
| a104     | a104 | 4      | V6      | T1      | {U5, U3}         |                 | Mo 2, Mo 5-7, Mo 9, Tu 2, Tu 4, Tu 9-1... | Mo 1, Mo 3, Mo 8, Mo 10, Tu 3, Tu 5, T... |
| a187     | a187 | 5      | V15     | T1      | {U7, U10, U15... |                 | Mo 10, Tu 1, Tu 3, Tu 5, Tu 9-10, We ...  | Mo 4-5, Mo 8-9, Tu 2, Tu 4, Tu 6-8, W...  |

Add a new lecture Solve State:

Timetable

Resources Lectures Timetable

Whole timetable Timetable of individual resources Rules

Show a schedule for: **Classes**

| Re... | Mo 1              | Mo 2              | Mo 3               | Mo 4               | Mo 5              |
|-------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| T12   | a148<br>V1<br>U20 |                   | a194<br>V1<br>U8   | a72<br>V1<br>U13   |                   |
| T13   |                   |                   | a231<br>V17<br>U4  | a223<br>V18<br>U6  | a68<br>V18<br>U18 |
| T14   | a6<br>V12<br>U2   |                   |                    |                    |                   |
| T15   | a64<br>V18<br>U3  | a49<br>V11<br>U14 |                    | a34<br>V9<br>U3    |                   |
| T16   | a183<br>V7<br>U7  |                   | a203<br>V15<br>U12 | a110<br>V13<br>U14 | a193<br>V1<br>U9  |
| T17   |                   |                   |                    |                    |                   |
| T18   |                   | a93<br>V20<br>U10 |                    |                    |                   |
| T19   |                   |                   |                    | a115<br>V5<br>U4   |                   |

**Schedule the lecture to ...**

**Hour: Fr 4**  
Resources: T1, V6, U3

**Hour: Fr 4**  
Resources: T1, V6, U5  
Conflicts: a29

**Hour: Fr 5**  
Resources: T1, V6, U3  
Conflicts: a197

**Hour: We 7**  
Resources: T1, V6, U3  
Conflicts: a35

**Hour: We 6**  
Resources: T1, V6, U3  
Conflicts: a35

**Hour: Fr 5**  
Resources: T1, V6, U5

| Tu 3              | Tu 4               | Tu 5              | Tu 6              | Tu 7               | Tu 8              |
|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
|                   | a59<br>V6<br>U11   |                   |                   | a75<br>V12<br>U18  |                   |
|                   |                    |                   | a56<br>V15<br>U11 | a2<br>V8<br>U13    |                   |
| a55<br>V19<br>U12 |                    |                   |                   |                    |                   |
|                   |                    | a172<br>V2<br>U19 | a126<br>V13<br>U9 |                    | a57<br>V15<br>U12 |
| a88<br>V18<br>U9  |                    |                   |                   | a121<br>V11<br>U11 |                   |
| a9<br>V8<br>U1    |                    |                   |                   |                    |                   |
| a150<br>V6<br>U14 | a100<br>V14<br>U15 |                   |                   |                    |                   |
|                   |                    |                   | a98<br>V20<br>U19 | a166<br>V16<br>U2  |                   |

Not scheduled lectures:

| Short... | Name | Length | Teacher | Classes | Rooms             | Other resources | Preferred                                 | Forbidden                                 |
|----------|------|--------|---------|---------|-------------------|-----------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| a80      | a80  | 5      | V4      | T1      | {U9, U14}         |                 | Mo 3-4, Mo 8-10, Tu 4, Tu 8-10, We 1...   | Mo 1, Mo 5-7, Tu 2-3, Tu 5, Tu 7, We ...  |
| a104     | a104 | 4      | V6      | T1      | {U5, U3}          |                 | Mo 2, Mo 5-7, Mo 9, Tu 2, Tu 4, Tu 9-1... | Mo 1, Mo 3, Mo 8, Mo 10, Tu 3, Tu 5, T... |
| a187     | a187 | 5      | V15     | T1      | {U7, U10, U15...} |                 | Mo 10, Tu 1, Tu 3, Tu 5, Tu 9-10, We ...  | Mo 4-5, Mo 8-9, Tu 2, Tu 4, Tu 6-8, W...  |

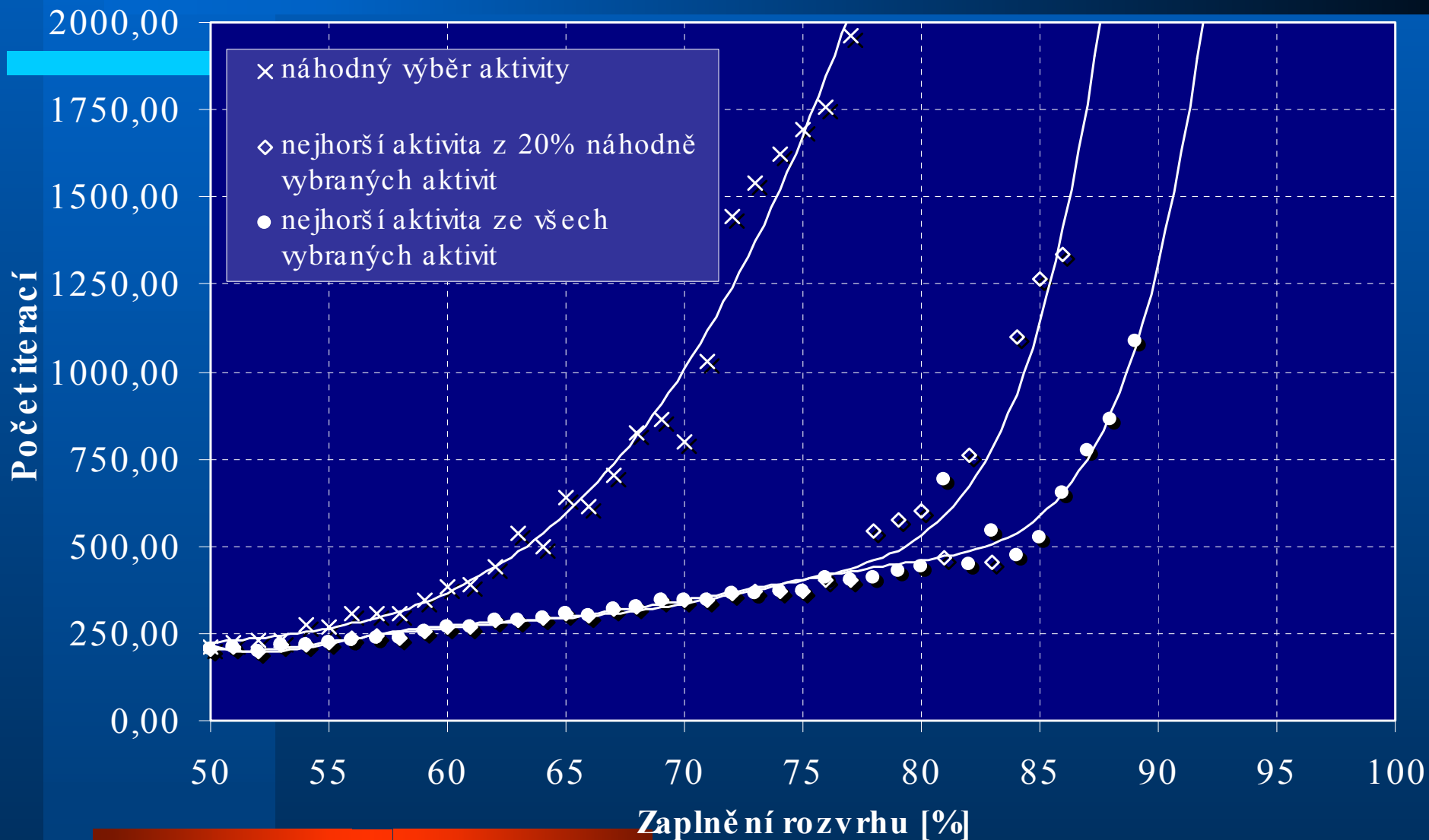
Add a new lecture Solve State:

# Závěr

---

- **Zhodnocení**
  - interaktivita
  - použitelnost na rozsáhlé reálné problémy
  - rozšířitelnost modelu a algoritmu

# Porovnání počtu iterací pro tři základní kritéria výběru aktivity



# Doba potřebná k naplánování rozvrhu v závislosti na počtu předmětů

