

MI-SPOL-10

Princip simulovaného ochlazování, význam parametrů a způsoby jejich řízení.

Analogie

- stav systému = řešení
- změna stavu = přechod k sousednímu řešení
- energie systému = optimalizační kritérium
- krystalický stav = heuristické řešení
- kinetická energie molekul = ochota přechodu do horšího stavu
- teplota = řídící parametr

Princip

Při výběru následujícího stavu:

- Zvol náhodně souseda
- Pokud je lepší, přijmi ho
- Pokud ne, přijmi jej s pravděpodobností závislou na zhoršení a parametru (teplotě)

```
T = počáteční teplota
best = null
while not frozen(T,...):
    while not equilibrium(...):
        state = try(state)
        if state.better(best):
            best = state
    T = cool(T, ...)
```

Průběh teploty (**rozvrh ochlazování**) určen funkcemi `frozen`, `equilibrium` a `cool`.

```

def try(state):
    q = Q.random_choose()
    new = q(state)
    if new.better(state):
        return new
    d = new.cost() - state.cost() # minimalizační problém
    if random(0,1) < exp(-d/T):
        return new
    return current

```

Zhoršení:

Pravděpodobnost, že nový bude přijat, je $10^{-d/T}$

- $d \rightarrow 0 \Rightarrow p_{new} \rightarrow 1$ (nepatrné zhoršení přijato častěji)
- $d \rightarrow \infty \Rightarrow p_{new} \rightarrow 0$ (velké zhoršení přijato zřídka)
- $T \rightarrow 0 \Rightarrow p_{new} \rightarrow 0$ (při nízké teplotě zhoršení přijímána zřídka)
- $T \rightarrow \infty \Rightarrow p_{new} \rightarrow 1$ (při vysoké teplotě přijata i velká zhoršení)

Počáteční stav: řešení z jiné heuristiky, náhodné řešení

Vysoké teploty: velká pravděpodobnost přijetí horšího řešení, převaha diverzifikace

Nízké teploty: konvergence k minimu, intenzifikace

Rozvrh ochlazování

Funkce cool : změna teploty, např. $T = a \cdot T$, kde $a \in (0, 1)$

Funkce equilibrium : povný počet kroků, N přijatých stavů, ...

Počáteční teplota:

Známa hloubka lokálních minim \Rightarrow nastavení teploty tak, aby pravděpodobnost úniku z minima byla např. 50 %.

Zpětnovazební řízení: zvyšování teploty, sledování četnosti přijatých změn

Funkce frozen : četnost změn (jakýchkoliv/k lepšímu) klesla pod danou mez, pevná mez teploty

Omezující podmínky

- **Relaxace:**

- Konfigurace, která není řešením, má mnohem horší *cost* než libovolné řešení
 - konvergence vždy k řešení
- Konfigurace, která není řešením, může mít stejný *cost* jako nějaké řešení
 - lepší vlastnosti stavového prostoru, možná konvergence k ne-řešení

- **Zahození kandidátní konfigurace**

- **Oprava kandidátní konfigurace**