ETH
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich
Departement Informatik

Open Class – Sieben Wunder der Informatik

Prof. Dr. Juraj Hromkovič

Zusammenfassung – Blatt 10

Zürich, 25. Januar 2006

Zusammenfassung

Eine Zusammenfassung zum Thema Simulated Annealing können Sie in dem Buch

> Juraj Hromkovič: *Theoretische Informatik.*
> Teubner-Verlag (Februar 2004), ISBN 3-519-10332-X,

auf den Seiten 267–272 finden. (Bitte beachten Sie auch die Seiten 262–268 zum Thema lokale Suche.)

Metropolis-Algorithmus

Eingabe: Ein Zustand s des Metalls mit der Energie $\mathrm{E}(s)$.

Phase 1: Bestimme die Anfangstemperatur T des heissen Bades.

Phase 2: Generiere einen Zustand q aus s durch eine zufällige kleine Änderung (z. B. eine Positionsänderung eines Elementarteilchens).

`if` $\mathrm{E}(q) \leq \mathrm{E}(s)$ `then` $s := q$ {akzeptiere q als neuen Zustand}

`else` akzeptiere q als neuen Zustand mit der Wahrscheinlichkeit $\mathrm{prob}(s \to q) = \mathrm{e}^{-\frac{\mathrm{E}(q)-\mathrm{E}(s)}{c_{\mathrm{B}} \cdot T}}$ {d. h. bleibe im Zustand s mit der Wahrscheinlichkeit $1 - \mathrm{prob}(s \to q)$}

Phase 3: Verkleinere T passend.

`if` T ist nicht sehr nahe bei 0 `then goto` Phase 2

`else` Gib den Zustand s aus.

Beziehung zwischen den Begriffen der Thermodynamik und den Begriffen der Informatik

Menge der Systemzustände	$\widehat{=}$	Menge der zulässigen Lösungen
Energie eines Zustandes	$\widehat{=}$	Kosten einer zulässigen Lösung
optimaler Zustand	$\widehat{=}$	optimale Lösung
Temperatur	$\widehat{=}$	Programmparameter

Simulated Annealing bezüglich einer Nachbarschaft

Sei $\mathcal{U}$ ein Minimierungsproblem, $\mathcal{M}(x)$ bezeichne die Menge der zulässigen Lösungen für eine Probleminstanz x von $\mathcal{U}$, $cost(\alpha)$ bezeichne die Kosten der Lösung $\alpha \in \mathcal{M}(x)$ und f sei eine Nachbarschaft für $\mathcal{M}(x)$. Dann kann man das Simulated-Annealing-Verfahren wie folgt beschreiben:

Eingabe: Eine Probleminstanz x von $\mathcal{U}$.

Phase 1: Berechne eine zulässige Lösung $\alpha \in \mathcal{M}(x)$.
Wähle eine Anfangstemperatur T.
Wähle eine Reduktionsfunktion g, abhängig von T und von der Anzahl I der Iterationen.

Phase 2:
```
I := 0
while T > 0 (oder T ist nicht zu nah an 0) do
    Wähle zufällig ein β aus f_x(α).
    if cost(β) ≤ cost(α) then α := β
    else
       Generiere zufällig eine Zahl r aus dem Intervall [0,1].
       if r < e^(-(cost(β) - cost(α))/T) then α := β
    I := I + 1
    T := g(T, I)
```

Ausgabe: Die berechnete Lösung α.