

Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

Sebastian Iwanowski
FH Wedel

Kap. 7:
Ameisenalgorithmen

7.1: Grundprinzip: Dynamische Wegfindung von Ameisen und ihre Simulation

Die Natur als Vorbild

Ameisen als Verkehrsteilnehmer

Ameisen finden kürzeste Wege

- Koordination der Futtersuche
- Anpassung an Veränderungen der Umgebung

Wege in Verkehrsnetzen

- Kürzeste Route
- Schnellste Route
- Komfortabelste Route
- Dynamische Informationen nutzen



Die Natur als Vorbild

Grundprinzipien der Koordination

- Jede Ameise setzt auf ihrem Weg regelmäßig Pheromone.
- Bei Verzweigungen ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich eine Ameise für einen Weg entscheidet, proportional zur Pheromonkonzentration auf diesem Weg.
- Es wird unterschieden, ob die Ameise auf dem Weg zur Futterquelle oder auf dem Rückweg (mit Futter) zum Nest ist:
 - a) Jede Ameise läuft denselben Weg zurück, den sie gekommen ist (sobald sie Futter gefunden hat)
 - b) Für Hin- und Rückweg werden unterschiedliche Pheromone benutzt

Die Natur als Vorbild

Kommunikationsmöglichkeiten von Ameisen

Pheromone als Informationsträger

- Chemische Substanz, die jede Ameise wahrnimmt
- Permanente, konstante Ausschüttung
- Veränderung der lokalen Umgebung
- Grundlage für die eigene Wegentscheidung

Stigmergie als Kommunikationsprinzip

- Kommunikation grundsätzlich nur indirekt über Pheromone
- Pheromone nur lokal ablesbar
- Pheromone liefern nur lokale Information

Die Natur als Vorbild

Vorteile der probabilistischen Entscheidung: Beispiel

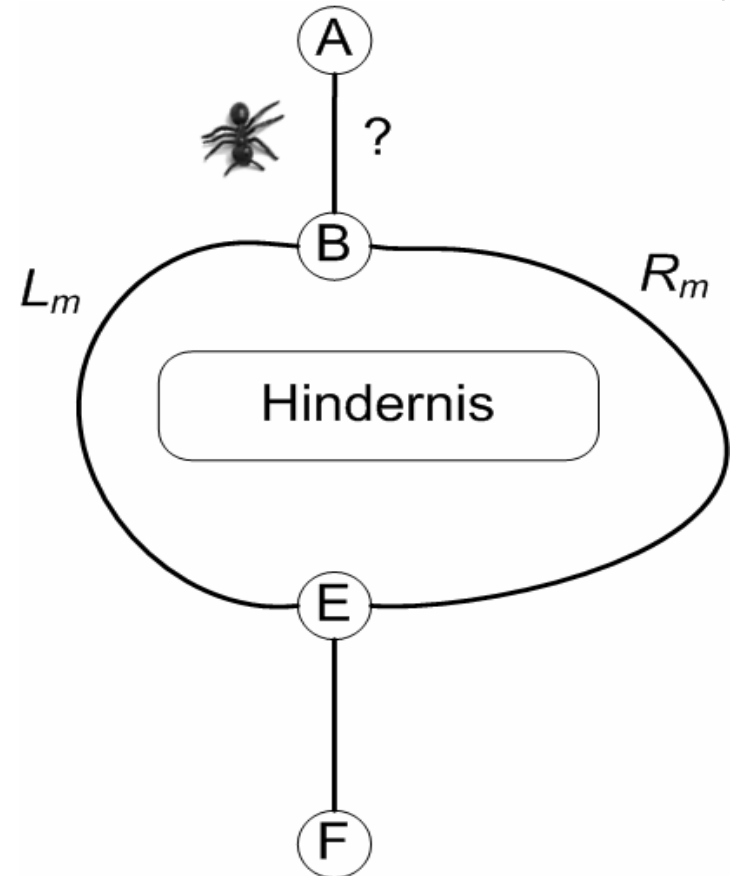
Einfaches Wegexperiment:

- Annahme: keine Verdunstung
- m ... Anzahl der Ameisen
- L_m ... Ameisen auf linken Weg
- R_m ... Ameisen auf rechten Weg

$$P_L(m) = \frac{(L_m + k)^h}{(L_m + k)^h + (R_m + k)^h}$$

$$P_R(m) = 1 - P_L(m)$$

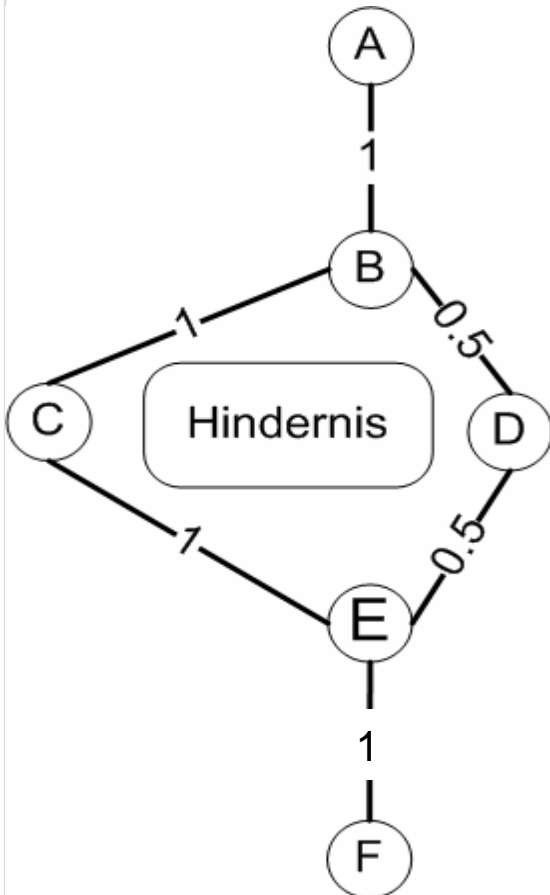
$$k = 20; h = 2$$



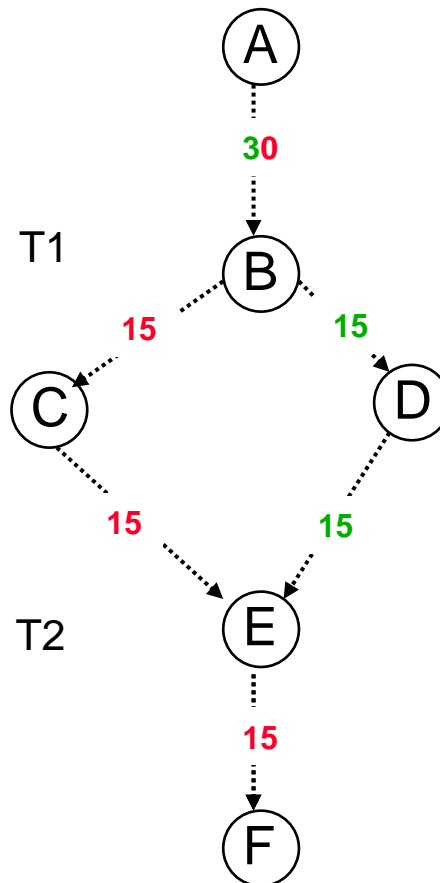
Die Natur als Vorbild

Vorteile der probabilistischen Entscheidung: Beispiel (Typ a)

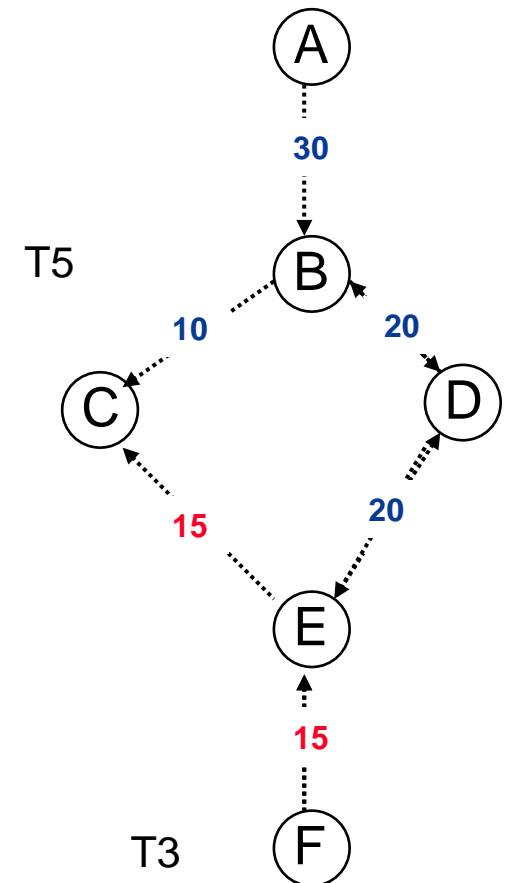
Entfernungen



T0: 30 **Pionierameisen**



T4: 30 **neue Ameisen**



Die Natur als Vorbild

Vorteile der probabilistischen Entscheidung: Zusammenfassung

Autokatalyse

- Positives Feedback durch Pheromone
- Je höher die Pheromonkonzentration ist, desto mehr Ameisen werden diesen Weg wählen.

Implizite Problemlösung

- Je kürzer ein Weg ist, desto mehr Ameisen durchlaufen diesen in gleicher Zeit, desto schneller steigt die Pheromonkonzentration

Kombination dieser beiden Eigenschaften

- Je kürzer ein Weg ist, desto mehr Ameisen werden diesen Weg gehen.

Die Natur als Vorbild

Vorteile der natürlichen Verdunstung

Problem: Stagnation

- Gute Lösungswege wirken anziehend
- Gefahr: schlechte Ameisen finden durchschnittliche Lösung
- Algorithmus konvergiert vorschnell
- Allmähliche Verschlechterung des Wegs wird nicht bemerkt

Lösung: Pheromonverdampfung

- Differenz der Pheromonkonzentration wird begrenzt
- Neue Informationen zählen mehr als alte
- Kompromiss zwischen Verstärkung und Erforschung

Künstliche Ameisenverfahren

Reale Ameisen und Künstliche Ameisen

Gemeinsamkeiten

- *Emergenz*: Superorganismus aus einfachen kooperierenden Individuen
- *Stigmergie*: Indirekte Kommunikation durch Umgebungsveränderung mittels Pheromonen
- Ausschließlich lokale begrenzte Wegentscheidungen
- Stochastische und „kurzsichtige“ Entscheidungsfaktoren
- Kontinuierliche Reaktion auf Wegeveränderungen

Unterschiede

- Diskrete Welt, diskrete Zustandsübergänge durch Zeittakte
- Zustandsvariable, Gedächtnis
- Pheromonausschüttung korreliert mit Lösungsgüte
- Oftmals verzögerte Pheromonausschüttung
- Problemspezifische Fähigkeiten