

5. Übung Kognitive Systeme

1) Luftlinie als Heuristik

- gibt geschätzte Kosten an
- ist zulässig
- ist konsistent (monoton)

2) A* Algorithmus

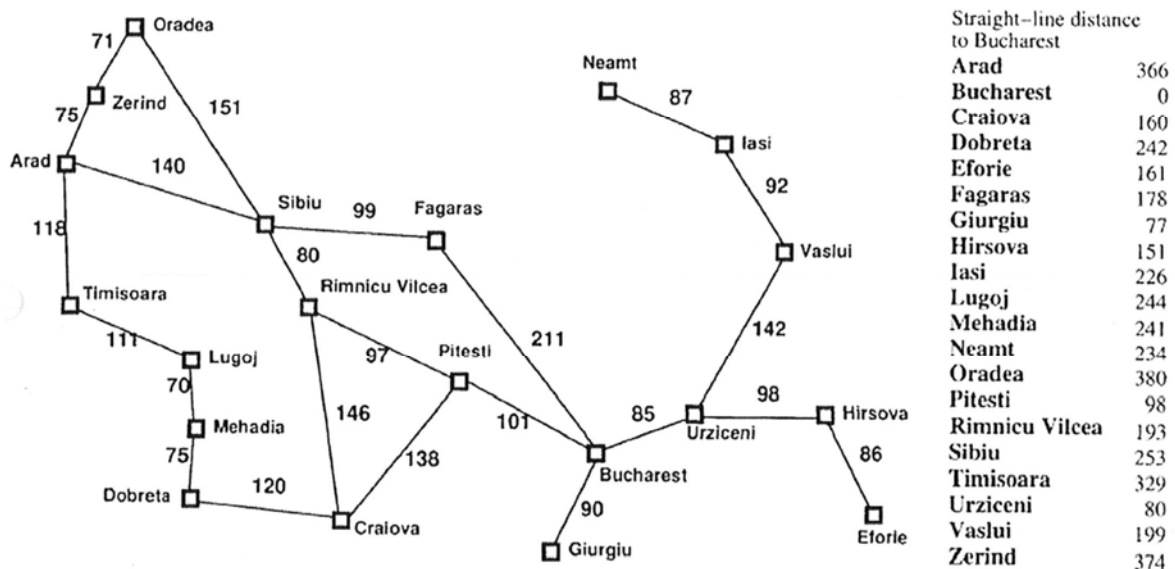
Sie haben eine Straßenkarte von Rumänien mit den Schritt-kosten in Kilometern. Die Heuristische Funktion ist $f(n) = \text{Kosten des Netzknoten} + \text{Kosten des Nachfolgers} + \text{Angenommene Kosten}$

Bestimmen Sie den optimalen Pfad von:

- Arad nach Bucharest
- Lugoj nach Bucharest

Jeweils mit dem A* Algorithmus

Romania with step costs in km



3) Transformieren und/oder vereinfachen der gegebenen Ausdrücke

- $\neg x \vee \neg y$
- $\exists YK(Y) \vee \exists YL(Y)$
- $\neg(\forall XR(X) \wedge B(X))$
- $\forall XG(X) \vee (\neg(a \wedge \neg a))$
- $(\neg \forall XS(X)) \vee [(\forall YS(Y)) \wedge T(Y)]$

4) Beweisen Sie die folgenden Aussagen

$$(a) \forall X(p(X) \leftarrow t(X)) \wedge \forall X(p(X) \leftarrow s(X)) \equiv \forall X(p(X) \leftarrow t(X) \vee s(X))$$

$$(b) \neg \forall X(student(X) \rightarrow \exists Y married(X, Y)) \equiv \exists X(student(X) \wedge \forall Y \neg married(X, Y))$$

- (1) $\neg \neg A \equiv A$
 (2) $\neg(A \wedge B) \equiv \neg A \vee \neg B$
 (3) $\neg(A \vee B) \equiv \neg A \wedge \neg B$
 (4) $\neg(A \rightarrow B) \equiv A \wedge \neg B$
 (5) $\neg(A \leftrightarrow B) \equiv (A \wedge \neg B) \vee (\neg A \wedge B)$
 (6) $\neg \forall X A(X) \equiv \exists X \neg A(X)$
 (7) $\neg \exists X A(X) \equiv \forall X \neg A(X)$
 (8) $\nabla X A(X) \circ B \equiv \nabla X (A(X) \circ B)$

mit $\nabla \in \{\forall, \exists\}$ und $\circ \in \{\wedge, \vee\}$

und wenn X nicht in B vorkommt

Ausnahmen (von (8)):

- (8.1) $\forall X A(X) \wedge \forall X B(X) \equiv \forall X (A(X) \wedge B(X))$
 (8.2) $\exists X A(X) \vee \exists X B(X) \equiv \exists X (A(X) \vee B(X))$
 (9) $A \rightarrow B \equiv \neg A \vee B$
 (10) $A \rightarrow \nabla X B(X) \equiv \nabla X (A \rightarrow B(X))$
 (11) $\forall X A(X) \rightarrow B \equiv \exists X (A(X) \rightarrow B)$
 (12) $\exists X A(X) \rightarrow B \equiv \forall X (A(X) \rightarrow B)$
 (13) $A \wedge (B \vee C) \equiv (A \wedge B) \vee (A \wedge C)$
 (14) $A \vee (B \wedge C) \equiv (A \vee B) \wedge (A \vee C)$
 (15) $A \wedge A \equiv A$
 (16) $A \wedge true \equiv A$
 (17) $A \wedge false \equiv false$
 (18) $A \vee A \equiv A$
 (19) $A \vee true \equiv true$
 (20) $A \vee false \equiv A$