Universität Karlsruhe
Institut für Algorithmen und
Kognitive Systeme
Prof. Dr. Jacques Calmet
Dipl.-Inform. Regine Endsuleit

Am Fasanengarten 5
76128 Karlsruhe
Tel.: 0721/608-4208
Fax.: 0721/608-6116

Schriftliche Diplom-Vorprüfung

Informatik IV

08. Oktober 2001

Name: Vorname: Matrikelnummer:

In der Klausur können maximal 60 Punkte erreicht werden.

0	1	2	3	4	5		Σ

Note:

Name: Mat.-Nr.:

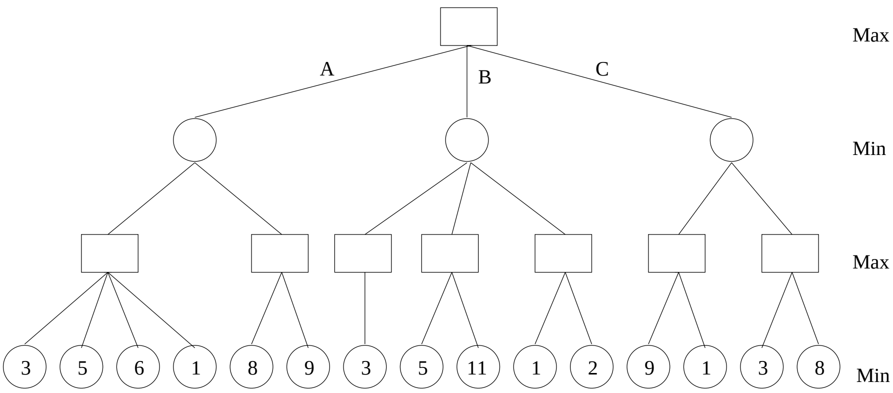
Aufgabe 0 (Beschriftung) 1 Punkt

Tragen Sie auf jedem Blatt Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer ein.

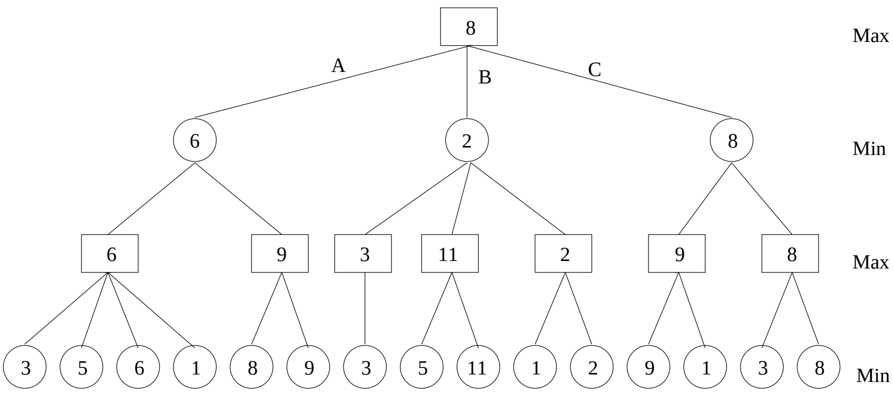
Trivial.

Aufgabe 1 (Minimax und α-β-Pruning) 2+3+3+1 = 9 Punkte

Gegeben sei folgender Spielbaum eines Spiels für zwei Personen (Maximierer und Minimierer):

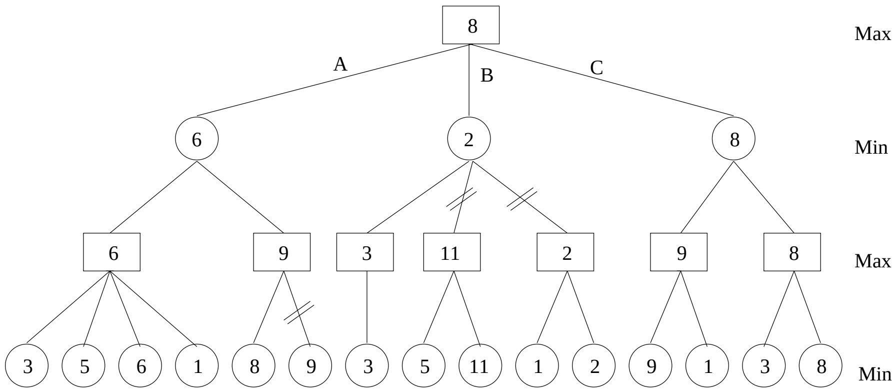


a) Geben Sie die Minimax-Bewertungen aller Knoten an. Welchen Zug wird der Maximierer initial durchführen?



Der Maximierer führt inital Zug C durch.

b) Markieren Sie die Cutoffs für den Maximierer, die bei einem α-β-Pruning auftreten.



c) Was ist der **Horizont-Effekt**?

Als Horizont wird die Ebene i eines Spielbaumes bezeichnet, bis zu der Vorberechnungen möglich sind. Es ist möglich, daß der Baum Spielzüge enthält, welche nicht wirklich das Spiel beeinflussen, sondern nur zur Folge haben, daß eine Bedrohung herausgezögert wird. Rutscht eine mögliche Bedrohung unter die Ebene i, kann sie nicht mehr vorausgesehen werden. Dies nennt man Horizont-Effekt.

d) Wozu dient die sogenannte **Killer-Heuristik**?

Zur Vermeidung des Horizont-Effekts.

Aufgabe 2 (Induktion) 9 Punkte

Beweisen Sie mittels struktureller Induktion über den Formelaufbau, daß für jede aussagenlogische Formel, die nur die Operatoren $\wedge$ und $\vee$ enthält, eine konjunktive Normalform (KNF) existiert.

I.A.: $H = A$ *atomare Formel*
H *ist in KNF.*
I.S.: *Sei* $H = F \circ G$ *mit* $\circ \in \{\wedge, \vee\}$ *und*
$F = \bigwedge_{i=1}^{k} F_i$
und
$G = \bigwedge_{j=1}^{l} G_j$
in KNF. Das heißt, F_i, G_j *sind Disjunktionen.*

1. $H = F \wedge G$*:*
Ist offensichtlich in KNF.

2. $H = F \vee G$*:*
$F \vee G \equiv (F_1 \vee G) \wedge \ldots \wedge (F_k \vee G)$
$\equiv (F_1 \vee G_1) \wedge \ldots \wedge (F_1 \vee G_l) \wedge \ldots \wedge (F_k \vee G_1) \wedge \ldots \wedge (F_k \vee G_l)$

Name: Mat.-Nr.:

Aufgabe 3 (Logik) 4+7+2 = 13 Punkte

a) Geben Sie eine prädikatenlogische Formel F für folgende mengentheoretische Aussage an:

$$\text{Aus } \ A\backslash B = A \ \text{ folgt } \ A \cap B = \emptyset$$

Hinweis: Verwenden Sie einstellige Prädikatsymbole $A(x), B(x)$, die ausdrücken, daß ein Element x in der Menge A bzw. B liegt.

$$F = \forall x \ ((A(x) \land \neg B(x)) \leftrightarrow A(x)) \rightarrow \neg\exists y \ (A(y) \land B(y))$$

b) Bestimmen Sie eine Skolem**normal**form der Formel $\neg F$.

$$\begin{aligned} \neg F &\equiv \forall x((A(x) \land \neg B(x)) \leftrightarrow A(x)) \land \exists y \ (A(y) \land B(y)) \\ &\equiv \forall x(\mathit{wahr} \land (A(x) \rightarrow (A(x) \land \neg B(x))) \land \exists y \ (A(y) \land B(y)) \\ &\equiv \exists y(A(y) \land B(y)) \land \forall x(\neg A(x) \lor \neg B(x)) \\ &\equiv \exists y \forall x((\neg A(x) \lor \neg B(x)) \land A(y) \land B(y)) \end{aligned}$$

Skolemisierung:

$$\forall x((\neg A(x) \lor \neg B(x)) \land A(a) \land B(a))$$

c) Beweisen Sie mit Resolution, daß F eine Tautologie ist.

Klauseln:

1. $\{\neg A(x), \neg B(x)\}$
2. $\{A(a)\}$
3. $\{B(a)\}$

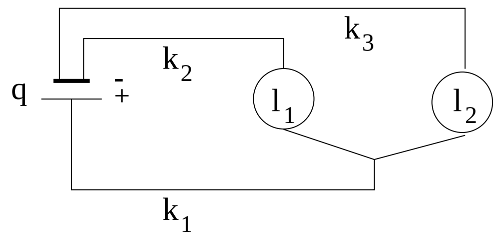
Resolution:

4. *1 mit 2, mgu* $= [x/a]$: $\{\neg B(a)\}$
5. *4 mit 3:* $\square$

Name: Mat.-Nr.:

Aufgabe 4 (ATMS) 4+4+6+4 = 18 Punkte

Gegeben sei folgendes Schaltbild:



Dabei seien q eine Batterie und k_1, k_2, k_3 Verbindungskabel. Die Objekte l_1 und l_2 sind Lampen, die dann brennen, wenn ihre Schaltkreise geschlossen sind. Das heißt, daß sie durch funktionierende Kabel mit beiden Seiten der Batterie verbunden sein müssen.

a) Geben Sie eine **prädikatenlogische** Formel G in Hornnormalform an, die beschreibt, wann eine Lampe x brennt. Verwenden Sie dabei folgende Prädikate:

- $K(x)$: x ist ein Kabel.
- $L(x)$: x ist eine Lampe.
- $V(x, y, z)$: x ist eine Verbindung in Stromflußrichtung (+ $\rightarrow$ -) von y nach z.
- $B(x)$: Lampe x brennt.
- $O(x)$: Kabel x ist in Ordnung.
- $Q(x)$: x ist eine Batterie.

$$\begin{aligned} G &= \forall x \forall y \forall z_1 \forall z_2 ((Q(y) \wedge L(x) \wedge K(z_1) \wedge K(z_2) \wedge \\ &\quad O(z_1) \wedge O(z_2) \wedge V(z_1, y, x) \wedge V(z_2, x, y)) \rightarrow B(x)) \end{aligned}$$

b) Geben Sie eine prädikatenlogische Datenbasis D an, die zusätzlich zu der Formel aus a) alle Axiome enthält, die die Komponenten des Schaltbildes und deren Beziehungen beschreiben (zum Beispiel das Axiom $V(k_1, q, l_2)$).

Sei G' aus G durch Elimination der Quantoren enstanden. Dann gilt

$$\begin{aligned} D &= \{G', K(k_1), K(k_2), K(k_3), O(k_1), O(k_2), O(k_3), Q(q), L(l_1), L(l_2), V(k_1, q, l_1), \\ &\quad V(k_1, q, l_2), V(k_2, l_1, q), V(k_3, l_2, q)\} \end{aligned}$$

c) Berechnen Sie mit Resolution das Label L_1 für die Anfrage $B(l_1)$. Dabei sei die Annahmemenge $A = \{O(k_1), O(k_2), O(k_3)\}$. Geben Sie auch das Label L_2 von $B(l_2)$ an. Eine Angabe der Resolution für L_2 ist nicht notwendig.

Label für $B(l_1)$:

$$
\begin{array}{rcll}
B(l_1) & \rightarrow & \mathit{falsch} & \\
Q(y), L(x), K(z_1), K(z_2), O(z_1), O(z_2), V(z_1, y, x), V(z_2, x, y) & \rightarrow & B(x) & \\
\hline
Q(y), L(l_1), K(z_1), K(z_2), O(z_1), O(z_2), V(z_1, y, l_1), V(z_2, x, y) & \rightarrow & \mathit{falsch} & [x/l_1] \\
\mathit{wahr} & \rightarrow & Q(q) & \\
\hline
L(l_1), K(z_1), K(z_2), O(z_1), O(z_2), V(z_1, q, l_1), V(z_2, x, q) & \rightarrow & \mathit{falsch} & [y/q] \\
\mathit{wahr} & \rightarrow & V(k_1, q, l_1) & \\
\hline
L(l_1), K(k_1), K(z_2), O(k_1), O(z_2), V(z_2, x, q) & \rightarrow & \mathit{falsch} & [z_1/k_1] \\
\mathit{wahr} & \rightarrow & V(k_2, l_1, q) & \\
\hline
L(l_1), K(k_1), K(k_2), O(k_1), O(k_2) & \rightarrow & \mathit{falsch} & [z_2/k_2] \\
 & \vdots & & \\
\hline
O(k_1), O(k_2) & \rightarrow & \mathit{falsch} & \mathit{triv.} \\
\mathit{wahr} & \rightarrow & O(k_1) & \\
\hline
O(k_2) & \rightarrow & \mathit{falsch} & \\
\mathit{wahr} & \rightarrow & O(k_2) & \\
\hline
\mathit{wahr} & \rightarrow & \mathit{falsch} &
\end{array}
$$

$\Longrightarrow L_1 = \{\{O(k_1), O(k_2)\}\} =: \{E_1\}$

$L_2 = \{\{O(k_1), O(k_3)\}\} =: \{E_2\}$ *wird analog berechnet.*

d) Geben Sie die Diagnose für den Fall, daß **beide** Lampen nicht brennen, an.

DMF für den Sachverhalt, daß beide Erklärungen nicht erfüllt sein dürfen:

$$
\begin{aligned}
\neg E_1 \wedge \neg E_2 &\equiv \neg(O(k_1) \wedge O(k_2)) \wedge \neg(O(k_1) \wedge O(k_3)) \\
&\equiv (\neg O(k_1) \vee \neg O(k_2)) \wedge (\neg O(k_1) \vee \neg O(k_3)) \\
&\equiv \neg O(k_1) \vee (\neg O(k_2) \wedge \neg O(k_3))
\end{aligned}
$$

Die Diagnose ist also $\{\{\neg O(k_1)\}, \{\neg O(k_2), \neg O(k_3)\}\}$.

Aufgabe 5 (Wissensfragen) 10 Punkte

Geben Sie zu folgenden Aussagen durch Ankreuzen an, ob sie richtig oder falsch sind.

Achtung: Jede richtige Antwort gibt 1 Punkt, jede falsche 1 Punkt Abzug. Fehlende Antworten werden mit 0 Punkten bewertet. Die gesamte Aufgabe wird nie mit einer negativen Punktzahl bewertet.

	wahr	falsch
Es existiert ein Unifikator der Terme $f(a, g(x))$ und $f(b, g(z))$.		
Ist eine Formel der Prädikatenlogik erster Stufe erfüllbar, so ist ihr Negat unerfüllbar.		
Meta-Level-Überlegungen sind den Basis-Level-Berechnungen auf jeden Fall vorzuziehen.		
Bei der Best-First-Suche wird immer das am besten bewertete Kind des aktuellen Knotens als nächstes expandiert.		
Ist F eine prädikatenlogische Tautologie und gilt $F \models G$ für eine Formel G, dann ist auch G eine Tautologie.		
$F \models G$ heißt, daß F und G die gleichen Modelle haben.		
Bei einer Set-of-Support-Resolution wird die Auswahl der Klauseln für den nächsten Resolutionsschritt gesteuert.		
α-β-Pruning ist eine Heuristik.		
Eine geordnete Resolution soll die Anzahl der möglichen Lösungen einer Anfrage groß halten.		
Semantische Netze dienen der Darstellung von monotonen Rahmensystemen.		

a) *falsch*

b) *falsch*

c) *falsch*

d) *falsch*

e) *wahr*

f) *falsch*

g) *wahr*

h) *falsch*

i) *wahr*

j) *wahr*