

## Aufgabenblatt 2: Constraints und Spiele

**Abgabetermin: 16.11.2016**

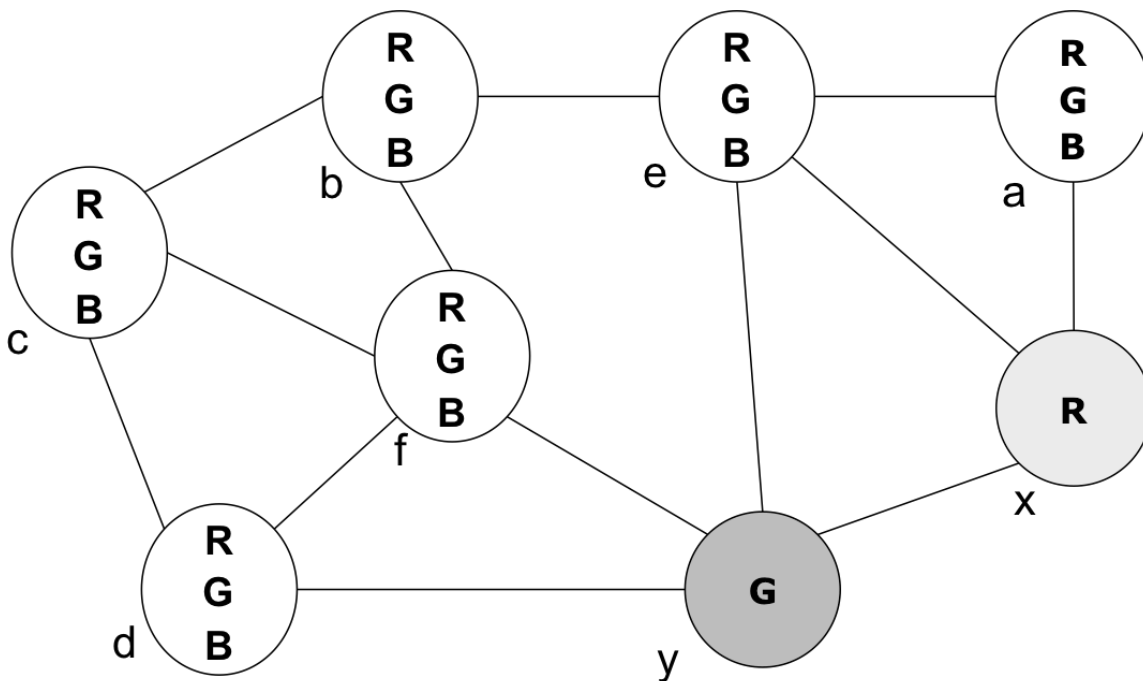
### Aufgabe 1: Layoutproblem (25%)

Die 4 Buchstaben A, L, O, G liegen nebeneinander in einer bestimmten Reihenfolge: G liegt irgendwo vor L. L liegt rechts direkt neben A. Mindestens ein Buchstabe liegt zwischen L und O (L kann dabei links oder rechts von O liegen). G liegt nicht an 2. Stelle und O liegt nicht an 4. Stelle. Außerdem gilt (natürlich) die Bedingung, dass alle Buchstaben auf verschiedenen Positionen liegen.

- a) Repräsentieren Sie dieses Layoutproblem als Constraint Satisfaction Problem (CSP).
- b) Zeichnen Sie den Constraintgraph.
- c) Stellen Sie nacheinander 1- und 2-Konsistenz her.
- d) Lösen Sie das 2-konsistente CSP mittels Backtracking und Forward Checking unter Einsatz geeigneter Heuristiken.
- e) Lösen Sie das 1-konsistente CSP mittels Backtracking und Forward Checking unter Einsatz geeigneter Heuristiken.

### Aufgabe 2 – Graphenfärbeprobem (15%)

Betrachten Sie folgendes Graphenfärbeprobem mit den Variablen a, b, c, d, e, f, x, y. Es stehen 3 Farben {R,G,B} zur Verfügung, wobei x=R und y=G bereits eindeutig gefärbt sind. Gesucht ist eine Färbung, die benachbarte Knoten jeweils unterschiedlich färbt. Das Lösungsverfahren ist **Backtracking in Verbindung mit 2-Konsistenz** (kein Forward Checking).



- a) Überführen Sie das Problem in einen 2-konsistenten Zustand, indem Sie alle nicht konsistenten Werte durchstreichen. Sie brauchen den AC3-Algorithmus nicht Schritt-für-Schritt simulieren!
- b) Welche Variable im 2-konsistenten Zustand sollte zuerst belegt werden, damit die nachfolgende 2-Konsistenz-Herstellung maximale Effekte erzielt? Geben Sie eine kurze Begründung für alle Variablen dieses CSPs.
- c) Belegen Sie nun die in b) gewählte Variable und stellen Sie erneut 2-Konsistenz her.

**Aufgabe 3 – Lokale Suche (20%)**

Verwenden Sie die Minimum Conflicts Heuristik  $h_{MC}$ , um das 4-Damen-Problem durch lokale Suche zu lösen.  $h_{MC}$  zählt die Anzahl von Paaren von Damen auf derselben Diagonale oder in derselben Zeile. Jede Dame  $x_i$  kann sich nur innerhalb ihrer Spalte bewegen. Im Startzustand stehen die Damen in der Diagonale wie rechts dargestellt ( $h_{MC}(s_0)=6$ ).

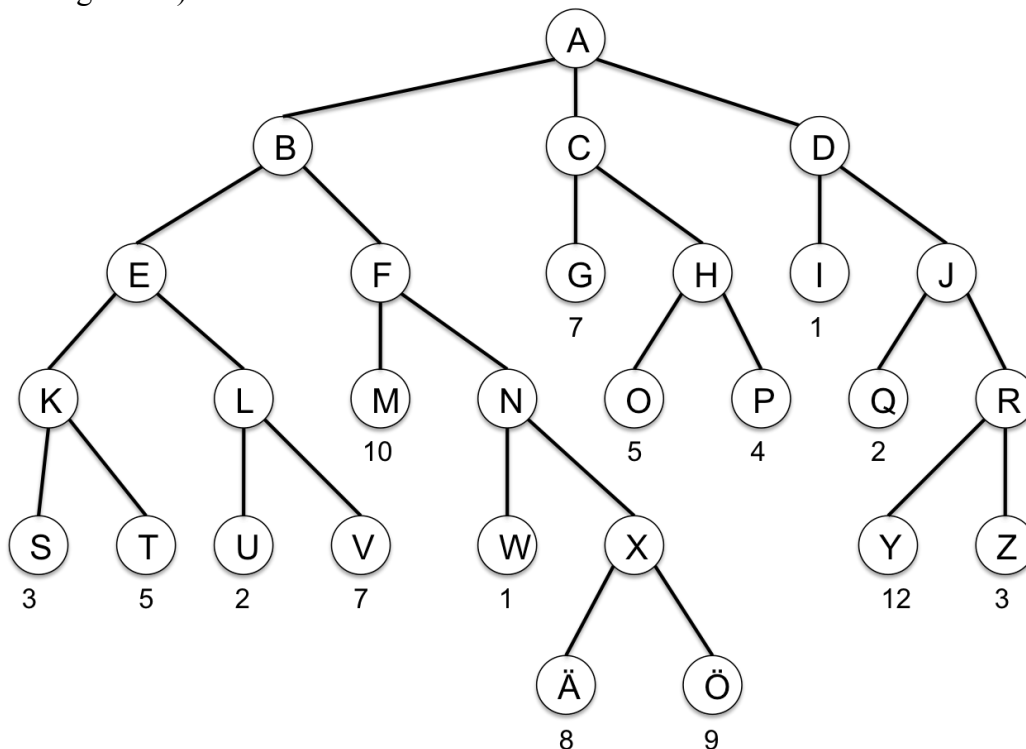
			Q
		Q	
	Q		
Q			

$x_1 \ x_2 \ x_3 \ x_4$   
 $h(s_0)=6$

- a) Simulieren Sie eine lokale Suche und stoppen Sie, sobald keine zustandsverbessernde Aktion mehr möglich ist.
- b) Erklären Sie am Beispiel was es bedeutet, wenn die lokale Suche in einem lokalen Optimum landet, welches keine Lösung für das Problem darstellt.
- c) Beschreiben Sie kurz 2 verschiedene Verbesserungen dieses Verfahren, um die Optimalität der Lösung zu gewährleisten. Diskutieren Sie kurz die Vor- und Nachteile ihrer beiden Anpassungen.

**Aufgabe 4 – Minimax (20%)**

Betrachten Sie den unten dargestellten Minimax-Spielbaum mit Max als Spieler am Zug. Unter den Blattknoten sind die Bewertungen notiert. Im Anhang finden Sie denselben Spielbaum mit leeren Knoten für Aufgabe 4b).

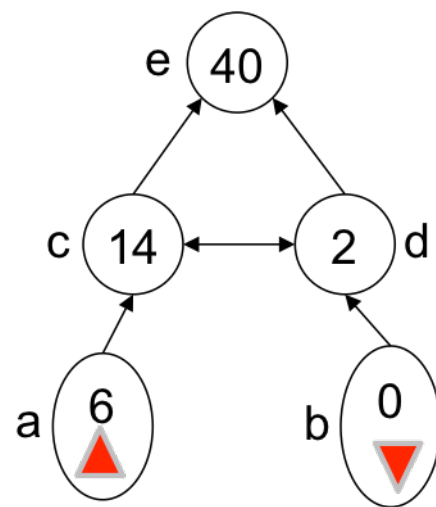


- Notieren Sie neben jedem Knoten dessen Minimax-Wert. Welche Zugfolge ist rational?
- Simulieren Sie eine Minimax-Tiefensuche mit  $\alpha$ - $\beta$ -Cutoff. Der Baum wird von links nach aufgebaut. Nummerieren Sie die Knoten in der Reihenfolge, in der sie generiert werden. Tragen Sie diese Zahlen *in* die Knoten ein. Schreiben Sie *neben* die Knoten die Minimax-Werte. Im Falle einer Aktualisierung streichen Sie den alten Wert durch und notieren den neuen darunter oder daneben. Für jeden Cutoff, der stattfindet streichen Sie die entsprechende Kante im Baum durch.
- Rotieren Sie den Baum derart, dass die Minimax-Tiefensuche minimal viele Zustände generiert.

### Aufgabe 5 – Harvester-Spiel (20%)

Das Harvester-Spiel besteht aus einem gerichteten Graphen mit bewerteten Knoten. 2 Spieler, Max und Min, befinden sich zu Beginn auf den Knoten a bzw. b. Sie ziehen abwechselnd, wobei Max beginnt. Es gewinnt derjenige Spieler, der die meisten Punkte erntet. Das Spiel endet, wenn alle Knoten abgeerntet sind. In jedem Halbzug stehen folgende Aktionen zur Wahl: Der Spieler am Zug kann am aktuellen Ort verweilen oder er zieht entsprechend einer gerichteten Kante auf ein Nachbarfeld, sofern dieses Feld nicht vom anderen Spieler bereits besetzt ist.

Bleibt der Spieler stehen, dann erntet er die Punkte seines Feldes. Das Feld ist danach leer (Knotenwert = 0). Zieht er auf ein Nachbarfeld, so erhält er 2 Punkte. Die Knotenbewertungen bleiben dabei unverändert.



- Zeichnen Sie den vollständigen Minimax-Spielbaum bis zur Tiefe 3 (3 Halbzüge). Verwenden Sie für die Zugsortierung (Reihenfolge der Knoten): "zuerst denjenigen Zug, der den höchsten direkten Ertrag bringt" (jeweils aus Sicht des aktiven Spielers).
- Bewerten Sie die Blattknoten gemäß der aktuellen Ertragsdifferenz. Notieren Sie danach die Minimax-Werte für alle Nichtblattknoten.
- Zeichnen Sie die Cutoffs ein (gemäß Zugsortierung wie in a) angegeben).
- Diskutieren Sie am Spielbaum kurz das Horizontproblem.

### Abgabe der Lösung:

Durch Hochladen in das *Gruppenforum Aufgabenblatt 2*, beispielsweise als pdf, Word oder Open Office oder direkt als Forenbeitrag.

Jede Gruppe eröffnet ein Thema (Thread) und lädt ihre Aufgabenlösung darin hoch. Die Gruppenmitglieder dürfen diesen Thread auch zur Koordination und Diskussion verwenden. Bitte machen Sie die (endgültige) Lösung kenntlich, beispielsweise durch einen Namen mit einer Versionsnummer, ansonsten wird der offensichtlich letzte Beitrag / Upload vor dem Abgabetermin für die Bewertung verwendet.

Das Forum ist über den Abgabetermin (23:55) hinaus geöffnet. Unter besonderen, begründeten Umständen akzeptieren wir auch spätere Einreichungen.

Anhang: Minimax-Spielbaum für Aufgabe 4b)

