

# Grundlagen der Wissensverarbeitung-Übungsblatt 7

Übungsgruppe 2; Tom Kastek (4kastek@inf), Phil Sehlmeier (4sehlmeier@inf), Max Wutz (wutzmax@googlemail.com) · WiSe 17/18

---

## 1 Exercise 7.1: (Send More Money)

Variablen: S,E,N,D,M,O,R,Y; Menge der Variablen: 8; Menge der möglichen Zahlen: 10 (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9)

Constraints:

$$\text{SEND} + \text{MORE} = \text{MONEY}$$

Daraus folgt:

$$D + E = Y \quad N + R = E \quad E + O = N \quad S + M = MO$$

Daraus wiederum folgt, dass S und M jeweils NICHT 0 sein können, da aus S + M eine zweistellige Zahl entstehen muss.

Außerdem müssen alle 8 Variablen unterschiedlich sein und am Ende natürlich den oben genannten Rechnungen standhalten. Zuletzt muss jeder Buchstabe genau einer Zahl zwischen 0 und 9 zugeordnet werden, daraus ergeben sich folgende formalisierten Constraints:

$$C1 = (S,E,N,D,M,O,R,Y) \in \mathbb{Z}^8 \mid 0 = \langle S, \dots, Y \rangle = 9$$

$$C2 = (S,E,N,D,M,O,R,Y) \in \mathbb{Z}^8 \mid 1000 \cdot S + 100 \cdot E + 10 \cdot N + D + 1000 \cdot M + 100 \cdot O + 10 \cdot R + E \\ = 10000 \cdot M + 1000 \cdot O + 100 \cdot N + 10 \cdot E + Y$$

$$C3 = (S,E,N,D,M,O,R,Y) \in \mathbb{Z}^8 \mid S \neq 0$$

$$C4 = (S,E,N,D,M,O,R,Y) \in \mathbb{Z}^8 \mid M \neq 0$$

$$C5 = (S,E,N,D,M,O,R,Y) \in \mathbb{Z}^8 \mid S, \dots, Y \text{ verschieden}$$

Aus diesen Constraints folgt:  $(9, 5, 6, 7, 1, 0, 8, 2) \in \mathbb{Z}^8$ .

$$9567 + 1085 = 10652$$

# Grundlagen der Wissensverarbeitung-Übungsblatt 7

Übungsgruppe 2; Tom Kastek (4kastek@inf), Phil Sehlmeier (4sehlmey@inf), Max Wutz (wutzmax@googlemail.com) · WiSe 17/18

---

## 2 Exercise 7.2: (Manual Constraint Solving)

Das Problem hier beginnt schon mit dem ersten Wort. Wir tragen ein Wort horizontal in A1 ein, es muss aber jeder Buchstabe des Wortes ein Anfangsbuchstabe eines anderen Wortes sein können.

Wir haben nur eine begrenzte Möglichkeit an Worten, die meisten beginnen mit einem a, jedoch gibt es kein Wort mit 2 a's.

Wir brauchen zum Beispiel für die erste Zeile ein Wort das 3 Buchstaben hat, außerdem für jeden der Buchstaben ein anderes Wort mit diesem Anfangsbuchstaben, z.B. „bat“, b = bad, bag, ban, bat, bee, boa , a = add, ado, ... , aye , t = tar .

Nun haben wir für das t allerdings nur ein Wort, es würde sich also automatisch ergeben:

BAT  
XXA  
XXR

Daraus ergeben sich jetzt neue Vorschriften für die folgenden Worte. Dementsprechend läuft man häufig in Sackgassen. Daher starteten wir zu Beginn, indem wir überlegten, welche Worte in die oberste Zeile passen würden, sodass an alle drei Buchstaben noch ein Wort passen würde (wenn also das Wort w enthält, es aber kein Wort mit w gibt, entfällt es). Es bleiben:

are, art, bat, bee, boa, ear, eft, far, fat, oaf, rat, tar

Wenn nun ein Wort mit A startet, muss auch das Wort in der ersten linken Spalte mit A starten. Analog zu vorher können also nur die gefundenen Worte Paare ergeben. Wir testen alle Wortpaare wie folgt aus:

ARE  
RXX  
TXX

Dies ist das Beispiel für ARE-ART. Dies entfällt, da es keine 2 Worte mit Rs gibt.

EAR-EFT entfällt auch. Auf F folgt entweder A oder das F-Wort endet auf T. Wenn ein A folgt, hätten wir in der mittleren Spalte ein Wort, das mit AA beginnen müsste, was es nicht gibt. Im anderen Fall, würde die letzte Spalte mit einem RT starten, auch dafür gibt es kein Wort.

FAR-FAT würde entfallen. Als R-Wort gibt es nur RAT. Danach gibt es kein Wort, das mit T anfängt und endet.

BEE-ART entfällt. Für ein T-Wort müsste ein E-Wort entweder auf A oder E enden. Beides ist nicht vorhanden.

# Grundlagen der Wissensverarbeitung-Übungsblatt 7

Übungsgruppe 2; Tom Kastek (4kastek@inf), Phil Sehlmeier (4sehlmeier@inf), Max Wutz  
(wutzmax@googlemail.com) · WiSe 17/18

---

Also bleibt nur noch folgende Möglichkeit:

BEE  
OXX  
AXX

Einziges Wort mit O ist OAF. Daraus folgt als untere Reihe ART, da EA nur auf R und EF nur auf EFT enden kann. Ergebnis:

BEE  
OAF  
ART

# Grundlagen der Wissensverarbeitung-Übungsblatt 7

Übungsgruppe 2; Tom Kastek (4kastek@inf), Phil Sehlmeier (4sehlmeier@inf), Max Wutz (wutzmax@googlemail.com) · WiSe 17/18

---

## 3 Exercise 7.3: (Domain Consistency/Arc Consistency)

Variablen: Alle Wörter

Domänen: Zeilen/Spalten ( $Z_1, Z_2, Z_3, S_1, S_2, S_3$ )

- Anfangs enthält jede Domäne alle Wörter

Constraints:

- Auf nur einer Domäne:
  - $Z_1$  enthält nur Variablen, in denen alle Buchstaben eines Wortes ein Anfangsbuchstabe eines anderen Wortes ist
  - $S_1$  enthält nur Variablen, in denen alle Buchstaben eines Wortes ein Anfangsbuchstabe eines anderen Wortes ist
  - $Z_2$  enthält nur Variablen, in denen alle Buchstaben eines Wortes ein mittlerer Buchstabe eines anderen Wortes ist
  - $S_2$  enthält nur Variablen, in denen alle Buchstaben eines Wortes ein mittlerer Buchstabe eines anderen Wortes ist
  - $Z_3$  enthält nur Variablen, in denen alle Buchstaben eines Wortes ein letzter Buchstabe eines anderen Wortes ist
  - $S_3$  enthält nur Variablen, in denen alle Buchstaben eines Wortes ein letzter Buchstabe eines anderen Wortes ist
- Mit mehr als einer Domäne:
  - (1)  $Z_1$  und  $S_1$  haben denselben Anfang ( $Z_1[0] == S_1[0]$ )
  - (2)  $Z_2$  und  $S_2$  haben dieselbe Mitte ( $Z_2[1] == S_2[1]$ )
  - (3)  $Z_3$  und  $S_3$  haben dasselbe Ende ( $Z_3[2] == S_3[2]$ )
  - (4)  $Z_1$  endet, womit  $S_3$  beginnt ( $Z_1[2] == S_3[0]$ )
  - (5)  $Z_3$  beginnt, womit  $S_1$  endet ( $Z_3[0] == S_1[2]$ )
  - (6)  $Z_1$  hat in der Mitte des  $S_2$  Anfang ( $Z_1[1] == S_2[0]$ )
  - (7)  $Z_2$  beginnt mit des  $S_1$  Mitte ( $Z_2[0] == S_1[1]$ )
  - (8)  $Z_2$  endet mit des  $S_3$  Mitte ( $Z_2[2] == S_3[1]$ )
  - (9)  $Z_3$  Mitte ist des  $S_1$  Ende ( $Z_3[1] == S_2[2]$ )

# Grundlagen der Wissensverarbeitung-Übungsblatt 7

Übungsgruppe 2; Tom Kastek (4kastek@inf), Phil Sehlmeier (4sehlmeier@inf), Max Wutz (wutzmax@googlemail.com) · WiSe 17/18

---

Mit Domain Consistency bleiben folgende Variablen in den Domänen vorhanden:

- $Z_1$  und  $S_1$  enthalten nach der Überprüfung dieselben Worte. Das sind folgende:
  - are, art, bat, bee, boa, ear, eft, far, oaf, rat, tar
- $Z_2$  und  $S_2$  enthalten nach der Überprüfung dieselben Worte. Das sind folgende:
  - add, ado, age, ago, aid, air, and, any, ape, are, awe, ear, far, fit, oaf
- $Z_3$  und  $S_3$  enthalten nach der Überprüfung dieselben Worte. Das sind folgende:
  - add, ado, age, ago, and, are, ark, arm, art, ear, eel, eft, far, fat, lee, rat, tar

Arc Consistency (wir arbeiten die Constraints von oben nach unten ab. Constraints, die auf veränderte Domänen zeigen, werden erneut geprüft):

- (1) entfernt aus  $Z_1$  und  $S_1$  far, oaf, rat, tar. Es bleiben in  $Z_1$  und  $S_1$  are, art, bat, bee, boa, ear, eft enthalten.
- (2) entfernt aus  $Z_2$  und  $S_2$  ape, are, awe. Es bleiben in  $Z_2$  und  $S_2$  add, ado, age, ago, aid, air, and, any, ear, far, fit, oaf enthalten.
- (3) entfernt aus  $Z_3$  und  $S_3$  ark, arm, eel. Es bleiben in  $Z_3$  und  $S_3$  add, ado, age, ago, and, are, art, ear, eft, far, fat, lee, rat, tar enthalten.
- (4)  $Z_1$  bleibt. Entfernt aus  $S_3$  far, fat, lee. Es bleiben in  $S_3$  add, ado, age, ago, and, are, art, ear, eft, rat, tar enthalten.
- (3) ändert nichts.
- (5) entfernt aus  $Z_3$  far, fat, lee. Es gilt wieder  $Z_3 == S_3$ .  $S_1$  ändert sich nicht.
- (3) ändert nichts.
- (6) entfernt aus  $Z_1$  are, art. Es bleibt bat, bee, boa, ear, eft. Entfernt oaf aus  $S_2$ . Es bleiben add, ado, age, ago, aid, air, and, any, ear, far, fit.
- (1) entfernt aus  $S_1$  are, art. Es bleiben bat, bee, boa, ear, eft.
- (2) ändert nichts.
- (4) ändert nichts.
- (5) ändert nichts.
- (7) ändert nichts.
- (8) entfernt aus  $Z_2$  ado, ago, age, any, fit. Es bleiben add, aid, air, and, ear, far, oaf. Entfernt aus  $S_3$  age, ago, and, ear, rat, tar. Es bleiben add, ado, are, art, eft.
- (2) entfernt aus  $S_2$  age, ago. Es bleiben add, ado, aid, air, and, any, ear, fat, fit.  $Z_2$  ändert sich nicht.
- (3) entfernt ear, tar aus  $Z_3$ . Es bleibt add, ado, age, ago, and, are, art, eft, rat.
- (4) entfernt bat, ear, eft aus  $Z_1$ . Es bleiben bee, boa.  $S_3$  bleibt unverändert.

# Grundlagen der Wissensverarbeitung-Übungsblatt 7

Übungsgruppe 2; Tom Kastek (4kastek@inf), Phil Sehlmeier (4sehlmeier@inf), Max Wutz (wutzmax@gmail.com) · WiSe 17/18

---

- (1) entfernt ear, eft aus  $S_1$ . Es bleiben bat, bee, boa.  $Z_1$  bleibt unverändert.
- (7) entfernt far aus  $Z_2$ . Es bleiben add, aid, air, and, ear, oaf.  $S_1$  bleibt unverändert.
- (2) ändert nichts.
- (9) entfernt aus  $S_2$  ado, any, fit. Es bleiben add, aid, air, and, ear, far. Entfernt aus  $Z_3$  age, ago, eft, rat. Es bleiben add, ado, are, art.
- (2) ändert nichts.
- (3) ändert nichts.
- (5) entfernt aus  $S_1$  bat, bee. Damit bleibt **boa**.  $Z_3$  bleibt unverändert.
- (1) ändert nichts.
- (6) entfernt aus  $Z_1$  boa. Damit bleibt **bee**. Entfernt aus  $S_2$  add, aid, air, and, far. Damit bleibt **ear**.
- (1) ändert nichts.
- (2) entfernt aus  $Z_2$  add, aid, air, and. Damit bleiben ear, oaf.
- (4) entfernt aus  $S_3$  add, ado, are, art. Damit bleibt **eft**.
- (3) entfernt aus  $Z_3$  add, ado, are. Damit bleibt **art**.
- (5) ändert nichts.
- (7) entfernt ear aus  $Z_2$ . Es bleibt **oaf**.
- (2) ändert nichts.
- (8) ändert nichts.
- (9) ändert nichts.

Terminierung mit korrekten Values.