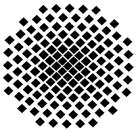
Universität Stuttgart
Fakultät 5, Institut FMI
EfidI 1, Professor Claus



WS 2002/2003
Bertele, Lewandowski
31. Januar 2003

Aufgabenblatt 14

Abgabe bis 7.2.2003, 20:00 Uhr – Besprechung in der Woche ab dem 10.2.2003

Aufgabe 1 Schweinezucht (schriftlich, mittel) 4 Punkte

Das war der zweite Teil der Klausur vom Frühjahr 2002. Diesen Teil mussten nur diejenigen bearbeiten, die eine zweistündige Prüfung über die EfidI1 schreiben mussten. Für diesen Teil gab es 30 Punkte und 60 Minuten Zeit. Schreiben Sie ein Programm in Ada95, das diese Aufgabe löst.

Bauer Schlauli möchte eine Schweinezucht mit tausenden von Schweinen betreiben. Er möchte zwei Ziele verfolgen: einerseits genügend Gewinn machen, damit er davon leben kann, andererseits möchte er die Schweinezucht ausweiten, damit seine Kinder ebenfalls davon leben können. Er steht jedes Jahr vor der Entscheidung, ob und welche Schweine er verkaufen soll, um Geld dafür zu erhalten, oder ob er sie behalten soll, damit sie Ferkel (das sind die Jungtiere mit dem Alter 0) bekommen.
Ein weibliches Schwein, im Volksmund auch Sau genannt, hat folgende Eigenschaft: ab dem dritten Lebensjahr bekommt sie Ferkel, sofern sie bis dahin am Leben gelassen wurde. Im dritten Lebensjahr bekommt jede Sau genau zwei männliche und zwei weibliche Ferkel. Im nächsten Jahr sind es jeweils drei männliche und drei weibliche Ferkel. Im nächsten Jahr sind es jeweils 4 Ferkel jeder Sorte. Im Jahr darauf stirbt die Sau und bringt kein Geld mehr ein, wenn sie nicht nach dem letzten Ferkelwurf zum Zwecke des Schlachtens verkauft wurde. Männliche Schweine bringen keine Nachkommen, sondern nur Geld beim Verkauf.
Die Entwicklung der Schweinezucht ist leider nicht völlig vorhersehbar, weil sich die Preise für Futter und für Schlachttiere jedes Jahr ändern (wie sich das für echte Schweinepreise auch gehört).
Ein Schwein braucht im Jahr 1 seines Lebens eine Futterration, die f ganzzahlige Euro kostet; der Preis f wird allerdings jedes Jahr neu festgelegt. Im Lebensjahr n braucht ein Schwein n Futterrationen, die f Euro kosten.
Die Verkaufspreise für Schweine werden folgendermaßen berechnet: der Grundpreis beträgt g ganzzahlige Euro, der jedes Jahr neu festgelegt wird. Ein Schwein im Lebensjahr 0 bringt g Euro ein, im Lebensjahr 1 bringt es $2g$ Euro ein, danach $3g$ unabhängig vom Lebensalter.
Bauer Schlauli benötigt für seine Kalkulation ein Programm in Modula-2 oder Ada, das die jährliche Entwicklung seiner Schweinezucht simulieren kann. Er startet im Jahr 0 mit 10 neugeborenen weiblichen und 10 männlichen Ferkeln.
Für jedes simulierte Jahr druckt das Programm zunächst den Anfangsbestand an Tieren aus. Bauer Schlauli möchte seinen Tierbestand in einer zweidimensionalen Tabelle erfahren, die nach Alter und Geschlecht aufgeschlüsselt ist. Danach verlangt das Programm von Bauer Schlauli die Eingabe der Preise f und g. Anschließend erfährt Bauer Schlauli vom Programm die Futterkosten, die in diesem Jahr durch diesen Tierbestand entstehen werden. Weiterhin erfährt er den Endbestand der Tiere am Ende des Jahres, der durch das Hinzukommen der neuen Ferkel entsteht; die Ferkel werden erst kurz vor Jahresende geworfen (geboren) und zählen beim Futter noch nicht mit. Der Endbestand ist wieder eine Tabelle, die die gleiche Form wie der Anfangsbestand hat. Anschließend wird der Gesamtwert aller Tiere ausgegeben. Nun kann Bauer Schlauli entscheiden, wie viele Tiere welcher Sorte er verkaufen will.
Das Programm fragt ihn (analog zur Ausgabe-Tabelle) für jede Tiersorte, wieviele er davon verkaufen will, sofern es von dieser Sorte überhaupt Tiere gibt. Natürlich kann er nicht mehr Tiere einer Sorte verkaufen als er hat; falls Bauer Schlauli dies versuchen sollte, wird seine Eingabe mit einer Fehlermeldung zurückgewiesen. Anschließend druckt das Programm den

Wert der verkauften Tiere und den Gewinn aus, der durch den Abzug der Futterkosten berechnet wird und auch negativ ausfallen kann.
Darauf beginnt das Programm wieder mit der Darstellung des nächsten Jahres, druckt den Anfangsbestand aus, bei dem die Tiere um 1 Jahr gealtert sind, fragt nach den Preisen *f* und *g*, und so weiter. Das Programm endet, wenn die Schweinepreise *g* in einem Jahr zu 0 geworden sind.

Aufgabe 2 Sortieren einer Zeichenkette (Votieraufgabe, mittel) 6+1 Punkte

In dieser Aufgabe wandeln Sie ein Ada-Programm in eine Turing-Maschine um.

Gegen ist folgender Algorithmus, der die Buchstaben eines Strings in lexikographische Ordnung bringt:

```
 1. -- EfidI1 WS02/03
 2. -- Blatt 14 Aufgabe 2
 3. -- Autor: Jörgen Bertele
 4. with Ada.Text_Io;use Ada.Text_Io;
 5. with Ada.Strings.Unbounded;use Ada.Strings.Unbounded;
 6. with Ada.Strings.Unbounded.Text_Io;
 7. use Ada.Strings.Unbounded.Text_Io;
 8. procedure Lex_Sort is
 9.    S:Unbounded_String;T:Character;
10. begin
11.    Put_Line("*** Lexikographisches Sortieren ***");
12.    New_Line;S:=Get_Line;New_Line;Put(S);New_Line;
13.    for Unsortiert in reverse 1..Length(S)-1 loop
14.       for J in 1..Unsortiert loop
15.          if Element(S,J)>Element(S,J+1) then
16.             T:=Element(S,J);
17.             Replace_Element(S,J,Element(S,J+1));
18.             Replace_Element(S,J+1,T);
19.          end if;
20.       end loop;
21.    end loop;
22.    Put(S);New_Line;New_Line;
23.    Put_Line("*** Programmende ***");
24. end Lex_Sort;
```

Ausgabe für das Wort 'BEISPIEL' wäre 'BEEIILPS'.

a) Wandeln Sie dieses Programm in eine deterministische Turingmaschine um, wie viele Bänder benutzt Ihre Turingmaschine?
b) Wie viele Bänder braucht man minimal?

Aufgabe 3 Ein Teilwortproblem (Votieraufgabe, mittel) 4+3+2 Punkte

Untersuchen Sie das Teilwortproblem: Eingabe ist ein Wort $w = u\#v$ mit $u, v \in \{0,1\}^*$ (also zwei nichtleere Folgen von 0 und 1, die durch ein # getrennt sind). Die Ausgabe ist 1, wenn u ein Teilwort von v ist (also wenn u sich zerlegen lässt in $u = xvy,\ \ x, y \in \{0,1\}^*$) und 0 sonst.

a) Schreiben Sie eine deterministische Turingmaschine, die das Teilwortproblem löst. Schätzen Sie den Aufwand in O-Notation ab.
b) Schreiben Sie eine nichtdeterministische Turingmaschine, die das Teilwortproblem löst. Schätzen Sie den Aufwand in O-Notation ab.
c) Schätzen Sie den Aufwand in O-Notation ab, den eine deterministische Simulation Ihrer nichtdeterministischen Turingmaschine benötigen würde.