Universität des Saarlandes
Fachrichtung 6.2 – Informatik
Dr.-Ing. D. Kästner

1. Februar 2002

Übungsblatt 9: Codeerzeugung für eingebettete Prozessoren (WS 2001/2002)

Abgabetermin: 30. Januar 2002

Aufgabe 1 (16 Punkte)

Bei der Modellierung von Codeerzeugungsproblemen spielen die *as soon as possible* und *as late as possible* Werte eine wichtige Rolle.

- *asap*: Der frühestmögliche Zeitpunkt, an dem die Ausführung einer Operation unter Berücksichtigung der Datenabhängigkeiten gestartet werden kann.
- *alap*: Ausgehend von einer oberen Schranke S der Ausführungszeit der spätestmögliche Zeitpunkt, an dem die Ausführung einer Operation unter Berücksichtigung der Datenabhängigkeiten gestartet werden kann, so daß es einen zulässigen Schedule der Länge S geben kann.

Nehmen Sie an, daß Ressourcenschranken bei der Berechnung der *asap* und *alap*-Werte vernachlässigt werden können. Geben Sie einen jeweils einen Algorithmus zur Berechnung der *asap* und der *alap*-Werte für die Operationen eines Eingabeprogrammes an. Der Datenabhängigkeitsgraph sei hierbei gegeben; desweiteren können Hilfalgorithmen wie z.B. kürzeste/längste Pfade ebenfalls als gegeben angenommen werden und brauchen nicht gesondert entwickelt zu werden.

Aufgabe 2 (20 Punkte)

Gegeben sei das folgende SHARC-Assemblerprogramm. Wegen der möglichen Parallelausführung können DM, PM, ALU, und Multiplizierer als getrennte Ressourcen modelliert werden. Zur Vereinfachung sei angenommen, daß Registerzuweisungen (z.B. `m12=_B`) parallel zu PM-Operationen ausgeführt werden können. Die zu verwendenden Ressourcen sind im Assemblerlisting aufgeführt.

Nehmen Sie desweiteren an, daß alle Operationen in einem Taktzyklus ausgeführt werden können; als obere Schranke für die Ausführungszeit kann dann die Anzahl der Instruktionen des Eingabeprogrammes verwendet werden.

```
r2=r12*r0;          ! MUL
m12=_B;             ! DM
i12=r2;             ! DM
modify(i12,m12);    ! ALU
r2=dm(i0,m5);       ! DM
m12=m4;             ! DM
MR0F=r2;            ! MUL
r8=dm(i4,m6);       ! DM
r4=pm(m12,i12);     ! PM
r2=mrf+r8*r4;       ! MUL
r12=r12+1;          ! ALU
dm(i0,m5)=r2;       ! DM
```

a) (5) Geben Sie den Datenabhängigkeitsgraph des Eingabeprogrammes an.

b) (5) Berechnen Sie die *asap* und *alap*-Werte für alle Operationen.

c) (10) Geben Sie das ganzzahlige lineare Programm für das Instruktionsanordnungsproblem in der SILP-Formulierung an.