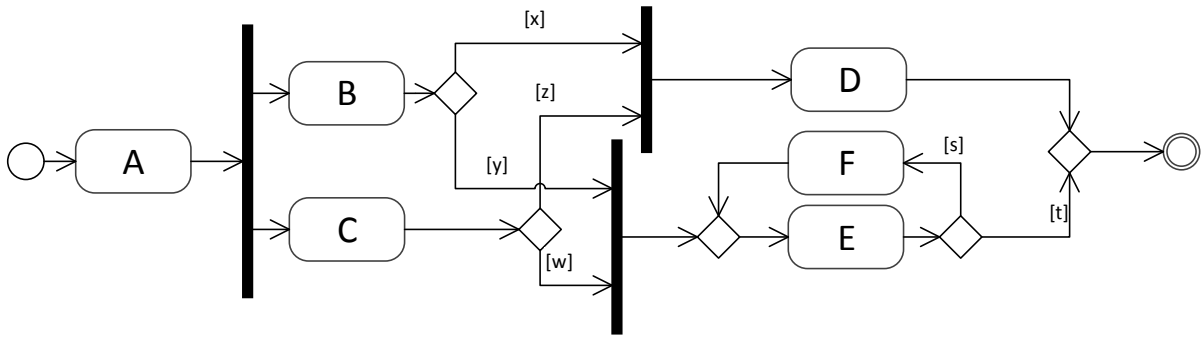
4. Übung – Überprüfung und Testen von Modellen

1 Statische Analyse des Prozesses

Überprüfen Sie das folgende Prozessmodell.



a. Unter welchen Bedingungen ist der Prozess vollständig spezifiziert?
b. Unter welchen Bedingungen ist der Prozess auch deterministisch?
c. Unter welchen Bedingungen ist der Prozess verklemmungsfrei?
d. Unter welchen weiteren Bedingungen wird der Prozess sicher terminieren?
e. Ist der Prozess wohlstrukturiert? Falls nicht, dann wie sollte er dazu geändert werden? Lösen diese Änderungen die Probleme in den früheren Teilaufgaben auf?

2 Dynamische Analyse mit Testen

Wir haben die folgende *Anforderung*en gegenüber der Funktion `f()`:
R1 Die Funktion `f()` soll bei jedem Ablauf mindestens einmal etwas ausgeben.
R2 Die Funtkion `f()` soll für beliebige Eingabereihen terminieren.
R3 Bei dem Ablauf der Funktion `f()` soll der zuletzt ausgegebene Wert null sein.
Eine mögliche Realisation der Funktion gibt das folgende C-Kodefragment an:

```c
int readInput();
void writeOutput(int out);

void f() {
  int x = readInput();
  int y = readInput();
  int z = x + y;
  writeOutput(x * y);
  while (x > 0 && y > 0) {
    if (1 == readInput() % 2) {
      y--;
      z--;
    } else {
      x--;
      y++;
    }
    writeOutput(z + x * y * y - x - y);
  }
}
```

Überprüfen Sie die Funktionalität der Funktion durch die folgenden Schritte!

a. Stellen Sie den Kontrollfluss von `f()` als ein Prozessmodell dar!
b. Warum können wir sicher sein, dass R1 erfüllt wird?
c. Warum können wir sicher sein, dass R2 erfüllt wird?
d. (Optionale Aufgabe) Entwickeln Sie eine Zustandsmaschine, die äquivalent mit der Funktion `f()` funktioniert. Modellieren Sie die Aufrufe `readInput()` als ein Eingabekanal, bzw. den Aufruf `writeOutput()` als ein Ausgabekanal. Modellieren Sie die Terminierung der Funktion `f()` so, dass der Automat ein spezielles Zeichen ausgibt, und in einen Fallenzustand (in einen Zustand ohne ausgehende Übergänge) übergeht.

e. Die Eingabesequenz $t_1 = \langle 2, 3, 5, 7, 11, 13, ... \rangle$ dient als Testfall für die Anforderung R3. Detektieren wir damit einen Fehler?
f. Berechnen Sie die *Instruktionsabdeckung* der Testfall (auf dem Prozessmodell), also dass wie großes Anteil der Instruktionen der getesteten Funktion während der Ausführung des Testfalles berührt wird! Wie erscheint diese Messzahl am Steuerungsprozess?
g. Die Eingabesequenz $t_2 = \langle 1, 2, 4, 1, 2, 4, ... \rangle$ ist unser zweiter Testfall zu der Anforderung R3. Detektiert dieser Testfall einen Fehler? Wie groß ist die gemeinsame Instruktionsabdeckung des aus den zwei Testfällen bestehenden Testsatzes?
h. (Optionale Aufgabe) Was für eine Abdeckungsmetrik kann man aus der früher gebauten Zustandsmaschine berechnen?
i. Für das Testen von R3 wird ein *Testorakel* gebaut. Entwickeln sie die Zustandsmaschine dieses Orakels, welches durch Beobachtung der Ein- und Ausgaben und die Terminierung von `f()` entscheiden kann, ob die Anforderung während des gegebenen Ablaufs verletzt wurde. Wie benimmt sich das Orakel für die obige Testeingabe?
j. Geben Sie einen Testfall an, der einen Fehler in dem Programm erkennt. Aufgrund welches Prinzips hätten Sie vermuten können, dass der frühere Testsatz ergänzt werden muss?
k. (Optionale Aufgabe) Nehmen Sie die folgenden Eingabesequenzen als weitere Testfälle zu Ihrem Testsatz zu: $t_3 = \langle 0, 1, 2, 3, 4, 5, ... \rangle$ und $t_4 = \langle 1, 2, 3, 4, 5, 6, ... \rangle$. Können wir mit denen einen Fehler detektieren? Wie verändern sich die Abdeckungszahlen?
l. (Optionale Aufgabe) Bestimmen Sie, bei welchen Eingabesequezen R3 verletzt wird, und empfehlen Sie eine Fehlerkorrektur!