

Formale Techniken in der Software-Entwicklung

Aufgabe 4-1

Schlangen

Hausaufgabe

Gegeben sei eine Maude-Spezifikation `QID-QUEUE` (siehe Download auf der GSE-Homepage) von FIFO-Schlangen. Sei `QID-QUEUE-BY-LIST` (siehe Download) eine Implementierung von Schlangen durch Listen, die (nach Umbenennung) `QID-QUEUE` verfeinert.

- Beweisen Sie, dass jedes Modell von `QID-QUEUE-BY-LIST` ein Modell von `QID-QUEUE` ist.
- Simulieren Sie Schlangen durch ein Array mit zwei Zeigern. Geben Sie dazu eine Spezifikation `QID-QUEUE-BY-ARRAYPOINTER`, ggf. eine geeignete Umbenennung, ein Repräsentationsprädikat `Rep` und eine Kongruenz \sim an.
- Weisen Sie die Kongruenzeigenschaft von \sim für die Operation `enq` nach.

Beachten Sie:

- In dieser Aufgabe wird das Modul `QID` für „Quoted Identifiers“ verwendet. Information dazu gibt es im Maude-Manual.
- Die Größe der Queue ist unbeschränkt. Gefragt ist keine effiziente, sondern eine einfache Lösung.
- Verwenden Sie den toleranteren `including` Importierungskommando statt dem restriktiven `protecting`.
- Verwenden Sie das folgende Maude-Modul als Array-Implementierung. Lassen Sie die Indizes mit 0 beginnen (und nicht mit 1, wie in der Vorlesung).

```
fmod NAT-ARRAY{X :: TRIV} is
  protecting NAT .
  including MAP{Nat, X} * (
    sort Map{Nat,X} to NatArray{X}
  ) .
endfm
```

- Parametrisierung von Modulen spielt bei der Lösung eine Rolle. Wenn Sie aber `NAT-ARRAY` analog zu `LIST` in `QID-QUEUE-BY-LIST` verwenden, sollten Sie keine Schwierigkeiten haben. Wenn es interessiert: Die Parametrisierung funktioniert so einfach, da in `prelude.maude` ein `view Qid` definiert ist.

Bitte wenden!

Aufgabe 4-2 Terminierungsbeweis durch Lexikografische Pfadordnung

Hausaufgabe

Gegeben sei das folgende Modul:

```
fmod NATURAL is
  sort Nat .

  op 0 : -> Nat [ctor] .
  op s : Nat -> Nat [ctor] .
  op _+_ : Nat Nat -> Nat .
  op *_ : Nat Nat -> Nat .

  vars N M : Nat .

  eq N + 0 = N .
  eq N + s(M) = s(N + M) .
  eq N * 0 = 0 .
  eq N * s(M) = (N * M) + N .
endfm
```

Beweisen Sie, dass die Gleichungen terminieren. Verwenden Sie dazu die in der Vorlesung besprochene Lexikographische Pfadordnung.