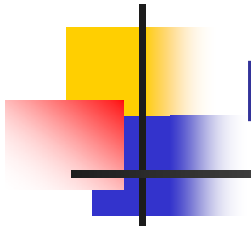
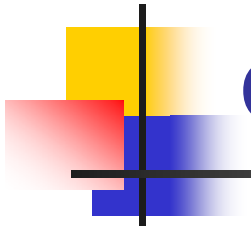
Quickcheck – Spezifikationsbasiertes Testen von Haskellprogrammen

Koen Claessen, John Hughes



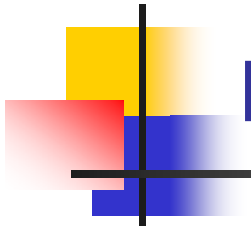
Motivation

- Dijkstra: „Testen kann nie das Fehlen von Fehlern zeigen, sondern lediglich vorhandene Fehler aufdecken.“
- Quickcheck
  - erlaubt systematisches Testen von Haskellprogrammen
  - liefert keine Korrektheitsnachweise
  - erhöht nur das Vertrauen in Programme



Quickcheck

- definiert eine formale Spezifikationssprache
  - um zu testende Eigenschaften direkt im Source-Code auszudrücken
- definiert eine Testdaten-Generierungssprache
  - um große Testmengen kompakt zu beschreiben
- umfasst ein Werkzeug
  - um die spezifizierten Eigenschaften zu testen und eventuell entdeckte Fehler zu melden
- wird mit Hugs und GHC ausgeliefert



Einfache Beispiele

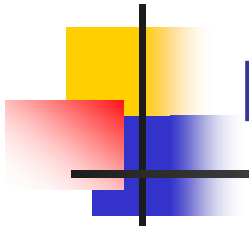
Eigenschaften sind monomorphe Boolesche Funktionen.

- **einfach:**

```
prop_PlusAssociative :: Int -> Int -> Int -> Bool
prop_PlusAssociative x y z = (x+y)+z == x+(y+z)
```

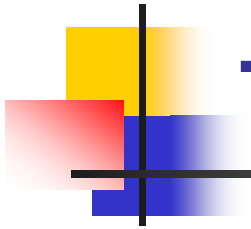
- **bedingt:**

```
prop_InsertOrdered :: Int -> [Int] -> Property
prop_InsertOrdered x xs
        = ordered xs ==> ordered (insert x xs)
```



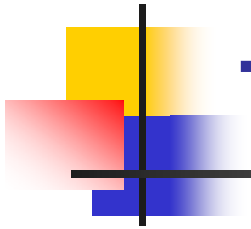
Fallstudie: Warteschlangen

```
emptyQueue   :: Queue a
enqueue      :: Queue a -> a -> Queue a
dequeue      :: Queue a -> Queue a
firstQueue   :: Queue a -> a
isEmptyQueue :: Queue a -> Bool

Gleichungsspezifikation:
------------------------
dequeue (enqueue emptyQueue x) = emptyQueue
isEmptyQueue q = False
   -> dequeue (enqueue q x) = enqueue (dequeue q) x

firstQueue (enqueue emptyQueue x) = x
isEmptyQueue q = False
   -> firstQueue (enqueue q x) = firstQueue q

isEmptyQueue emptyQueue    = True
isEmptyQueue (enqueue q x) = False
```



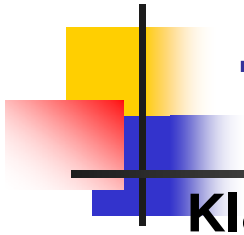
Testfunktionen zu Gleichungen

```
-- dequeue (enqueue emptyQueue x) = emptyQueue
prop_1   :: Int -> Bool
prop_1 x =  dequeue (enqueue emptyQueue x) == emptyQueue

-- isEmptyQueue q = False ->
--       dequeue (enqueue q x) = enqueue (dequeue q) x
prop_2         :: Queue Int -> Int ->  Property
prop_2 q x     = isEmptyQueue q == False ==>
          dequeue (enqueue q x) == enqueue (dequeue q) x

-- firstQueue (enqueue emptyQueue x) = x
prop_3 :: Int -> Bool
prop_3 x = firstQueue (enqueue emptyQueue x) == x
```



Testfunktionen zu Gleichungen 2

```
-- isEmptyQueue q = False ->
--             firstQueue (enqueue q x) = firstQueue q
prop_4 :: Queue Int -> Int -> Property
prop_4 q x = isEmptyQueue q == False ==>
               firstQueue (enqueue q x) == firstQueue q

-- isEmptyQueue emptyQueue    = True
-- isEmptyQueue (enqueue q x) = False
prop_5 :: Queue Int -> Int -> Bool
prop_5 q x = (isEmptyQueue emptyQueue  == True) &&
             (isEmptyQueue (enqueue q x) == False)
```



Testkontrolle

Klassifikation von Testfällen:

- `trivial :: Bool -> Property –> Property`

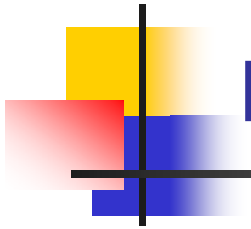
  Beispiel:

```
prop_InsertOrdered x xs
      = ordered xs =>
        (trivial (length xs <= 2)
                 (ordered (insert x xs)))
```

- `classify :: Property -> String -> Property`

  Beispiel:

```
prop_InsertOrdered x xs
      = ordered xs =>
        (classify (null xs) „empty“
        (classify (length xs == 1) „unit“
                 (ordered(insert x xs))))
```



Fazit

- leichte Überprüfung von Spezifikationen und Implementierungen durch systematisches Testen
- kein Korrektheitsnachweis, aber viele Fehler oder Inkonsistenzen werden aufgedeckt
- flexibel durch Möglichkeit der Testgenerierung und -kontrolle