Universiteit Utrecht

# Turtle Graphics

Praktikum voor aanstaande Bachelorstudenten Informatica

Bastiaan Heeren *(bastiaan@cs.uu.nl)* Arie Middelkoop *(ariem@cs.uu.nl)*
Wishnu Prasetya *(wishnu@cs.uu.nl)*

Bachelorvoorlichting, maart 2009

## Introductie

In dit computerpraktikum gaan we plaatjes beschrijven met behulp van Turtle Graphics. Een plaatje ontstaat door een schildpad met een pen over een stuk papier te laten lopen. De schildpad luistert alleen naar de volgende instructies:

| *Instructie* | *Afkorting* | *Beschrijving* |
|---|---|---|
| $Forward$ | $F$ | ga 1 stap vooruit |
| $TurnLeft$ | $L$ | draai naar links |
| $TurnRight$ | $R$ | draai naar rechts |
| $PenUp$ | $U$ | haal de pen van het papier af |
| $PenDown$ | $D$ | zet de pen op het papier |

De draaihoek is altijd $90°$. De schildpad begint zijn wandeling op de oorsprong, naar het noorden kijkend en met de pen van het papier af. Met de bovenstaande vijf instructies kun je de schildpad de meest complexe plaatjes laten tekenen.

## Simulatie

Voordat we plaatjes kunnen gaan beschrijven hebben we eerst een *simulator* nodig om de wandeling van de schildpad te visualiseren. Zo'n simulator kun je schrijven in een programmeertaal, zoals C++ of Java. Wij gebruiken de taal Haskell. *Haskell* is een zogenaamde functionele programmeertaal. Deze taal wordt ook onderwezen in het eerste jaar van de Bacheloropleiding Informatica. Voor dit praktikum krijg je en programma $Turtle08.hs$; je zult slechts kleine aanpassingen op dit bestand moeten maken.

## Opdrachten

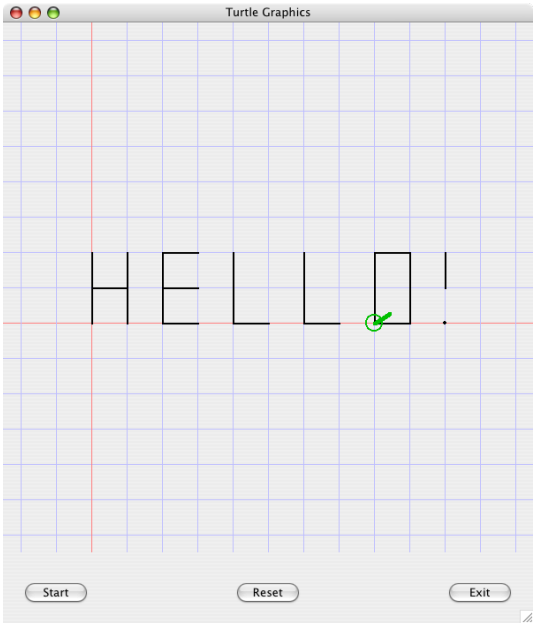
Om aan de slag te gaan moet je eerst het volgende doen:

1. Dubbelklik (met je linker muisknop) op $TurtleDemo$ ikoon op de Desktop. Deze opent twee vensters:
   - Haskell interpreter $ghci$.
   - Tekst editor $ConTEXT$. Het programma $Turtle08.hs$ is in de editor opgeladen zodat je het kunt bekijken en editen.
2. Ga naar de $ghci$ venster. Typ het commando $main$ en druk op enter.

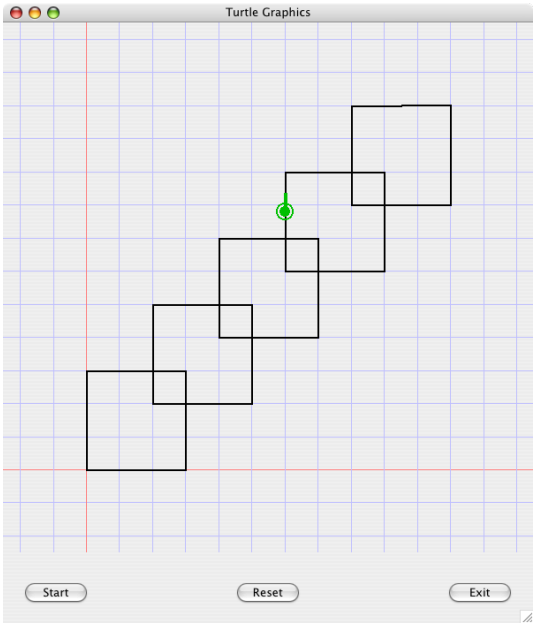
3. Je krijgt nu de simulator te zien. Met de drie knoppen onderin kun je de simulatie starten, stoppen, resetten en het programma verlaten.

Het praktikum heeft drie thema's, elk met een aantal onderdelen. Bij ieder onderdeel is de moeilijkheidsgraad aangegeven ($\star$=makkelijk, $\star\star$=normaal, $\star\star\star$=uitdagend). Stel gerust vragen als iets niet duidelijk is.

## Thema 1: Een woord schrijven




**Screenshot 1:** De tekst *hello*! schrijven




**Screenshot 2:** Vijf vierkanten in elkaar

Als eerste gaan we de schildpad een woord laten schrijven. In de functie *drawLetter* (regel 249) is voor vier letters beschreven hoe ze getekend kunnen worden (plus het uitroepteken). Voor een compacte beschrijving gebruiken we de afkortingen van de instructies.

$\star$ **1a)** De simulator heeft je met een "hi"begroet. Probeer nu een andere groet te schrijven (zoals "hallo!"). Voeg zelf letter(s) toe. Doe dit door goed te kijken hoe de andere letters zijn gedefinieerd.

- **Let op:** steeds als je het programma aanpast moet je het opnieuw laden in de interpreter *ghci*. Dit kan door het commando *:r* in *ghci* te geven.
- Typ daarna *main* in *ghci* weer om je groet te zien.

$\star\star$ **1b)** Leer de schildpad een nieuwe instructie, namelijk een stap achteruit zetten (afkorting: $B$). Deze instructie kun je uitdrukken in een reeks van al bestaande instructies. Voeg de afkorting toe in de tabel *commandTable* (regel 20): de instructies moeten gescheiden worden door komma's.

Natuurlijk wil je dit ook uitproberen. Met je nieuw $B$ instructie kun je de letters makelijker programmeren. Verander bijvoorbeeld de beschrijving van de letters 'l' en 'h'.

## Thema 2: Sterren tekenen

Kijk eens naar screenshot 2. Dit plaatje bevat vijf identieke vierkanten. Ook het tekenen van één vierkant bestaat uit het viermaal herhalen van de instructies `"FFFR"`. We introduceren een nieuwe notatie om dit kort op te kunnen schrijven. De volgende reeks tekent vijf vierkanten in elkaar:

$rectangles =$ `"5(D4(3FR)U2FR2FL)"`

Deze reeks moet je als volgt lezen: een getal gevolgd door iets tussen haakjes betekent het gegeven aantal keer herhalen wat er tussen haakjes staat. Staat er na het getal geen haakje dan wordt alleen het eerstvolgende commando een aantal keer herhaald. Tik $test\ rectangles$ in $ghci$ in om het uit te proberen.

⋆⋆ **2a)** Teken de 8-hoekige ster die is afgebeeld in screenshot 3. Om dit te kunnen tekenen moet je $\alpha$ (de draaihoek) aanpassen (zie $alpha$, regel 68). Het is handig (maar niet verplicht) om de notatie voor herhaling te gebruiken. Geef je nieuwe instructie reeks een toepasselijke naam.

## Thema 3: Mandelbrot fractals

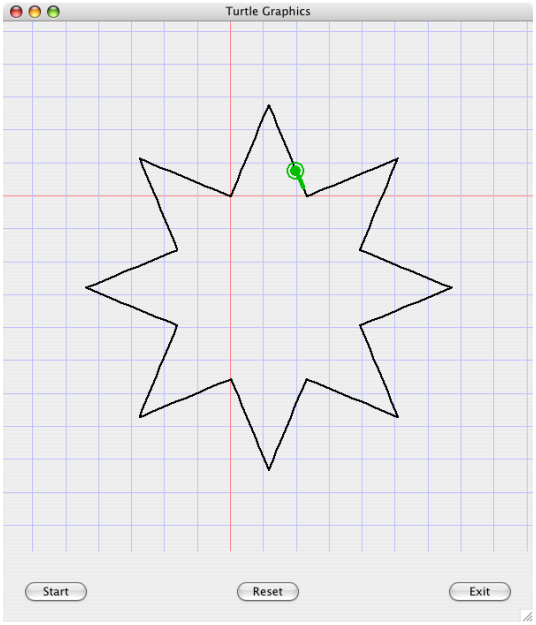
De wiskundige Mandelbrot heeft onder meer beschreven hoe je fractals kunt tekenen met de schildpadinstructies (zie screenshot 4). Het idee is als volgt: begin met een reeks instructies en vervang in iedere stap de afkorting $F$ door een nieuwe reeks instructies. Het aantal stappen kun je zelf instellen: hoe meer stappen, hoe ingewikkelder het plaatje wordt.

⋆⋆ **3a)** Bestudeer de functie $koch$ met 0, 1, 2 en 3 stappen (regel 274). Dit doe je door bijvoorbeeld het commando $test\ (koch\ 2)$ uit te voeren in $ghci$. Begrijp je wat er gebeurt? Bij drie stappen of meer begint de simulator minder goed te reageren.

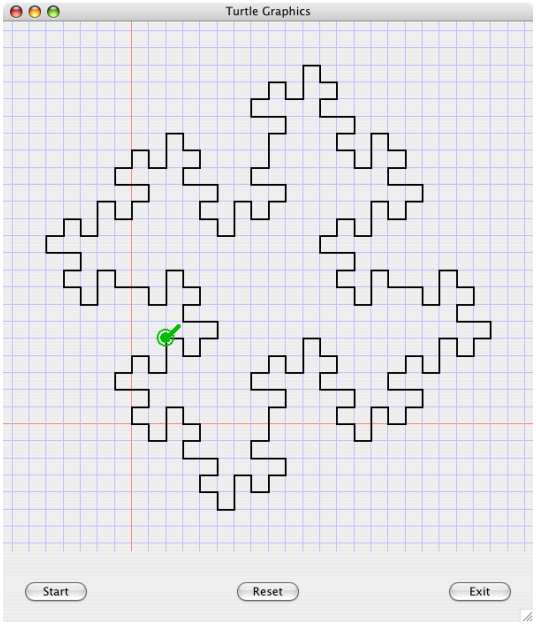
⋆⋆ **3b)** Een variatie op $koch$ is gegeven in de functie $kochrect$. Experimenteer met het aantal stappen.

⋆⋆⋆ **3c)** Ontwerp je eigen fractal! Dit kun je doen door:

- Met een andere reeks instructies te beginnen.
- De instructie $F$ te vervangen door een andere reeks.
- Een andere instructie dan $F$ te vervangen.
- Te variëren met de draaihoek $\alpha$.
- Herschrijvingen voor meerdere instructies te geven.




**Screenshot 3:** Een 8-hoekige ster




**Screenshot 4:** Een vierkant Koch eiland