

En bedømmelse af specialet

**An Unfold/Fold Framework for  
First-Order Hereditary Harrop Formulas:  
Transformations and Correctness Proofs**

skrevet af Henning Niss

---

Stine Søndergaard

DIKU, juni 2007

Programtransformation dækker almindeligvis over en betydningsbevarende omformning af et program til et nyt program og spiller ofte en vigtig rolle i for eksempel kodeoptimering. Blandt transformationsteknikkerne er udfold/fold-transformation central og er en trinvis programudviklingsteknik, hvor der udføres enten en udfoldning eller en foldning i hvert skridt. I forbindelse med logik-programmering kan en udfoldning kort beskrives som en udskiftning af et kald med den tilsvarende instantierede krop, og ved en foldning går man så at sige den modsatte vej.

Specialets mål er at udvide udfold/fold-transformation fra Prologs Hornklausuler til  $\lambda$ Prologs logik, nemlig hereditære Harrop-udsagn. En sådan udvidelse er interessant, idet hereditære Harrop-udsagn er en rigere logik, der blandt andet tillader programmøren at anvende hypotetiske ræsonnementer.

Specialet er delt ind i 6 kapitler. Nedenfor vil jeg resumere disse kapitler og bringe de kommentarer, der i det væsentlige meldte sig hos mig ved gennemlæsningen.

**Kapitel 1** Det første kapitel er et introduktionskapitel, hvor specialets mål defineres og motiveres. Vi præsenteres også for hereditære Harrop-udsagns

struktur og anvendelsesmuligheder, og der gives en beskrivelse af principperne i udfold/fold-transformation. Kapitlet afsluttes passende med afsnit om henholdsvis bidrag, notation og indhold.

**Kapitel 2** I dette kapitel gives en mere detaljeret præsentation af syntaksen for førsteordens hereditære Harrop-udsagn, og det fastlægges, at der ved betydningen af et program skal forstås mængden af de ud fra programmet beviselige atomare udsagn. Det er således denne mængde, der i specialet ønskes bevaret ved en udfold/fold-transformation.

I kapitlet defineres det, hvad det vil sige, at to udsagn er henholdsvis semantisk og logisk ækvivalente. I den forbindelse savnes der lidt en sammenligning af disse to former for ækvivalens. Det kunne for eksempel være at den ene ækvivalens var stærkere end den anden.

Kapitlet afsluttes med et afsnit om, hvilke ekstra features sproget  $\lambda$ Prolog omfatter i forhold til førsteordens hereditære Harrop-udsagn.

**Kapitel 3** I dette kapitel behandles de ved udfold/fold-transformation relevante problemstillinger i rammerne af præpositionelle Horn-klausuler. Dette er ment som en opvarmning til kapitel 4, hvor principperne overføres til præpositionelle hereditære Harrop-udsagn.

Et væsentligt afsnit i kapitel 3 er afsnittet indeholdende de formelle definitioner af, hvad der skal forstås ved en udfoldning og en foldning. Her kan man studse over, at der i begge definitioner henvises til en transformationssekvens af programmer,  $\mathcal{P}_0, \mathcal{P}_1, \dots, \mathcal{P}_i$ , som defineres på et tidligere tidspunkt med henvisning til definitionerne af udfoldning og foldning. At anvendelsen af sådanne cirkulære definitioner ikke volder problemer kunne måske have været passende at nævne. Idet udførelsen af enten en udfoldning eller en foldning er en betydningsbevarende operation, kan man måske også finde det lidt svært at forstå, at det er nødvendigt at kende til de tidligere udførte operationer (i form af  $\mathcal{P}_0, \mathcal{P}_1, \dots, \mathcal{P}_i$ ) for at kunne afgøre, hvordan det næste skridt kan se ud.

I det efterfølgende (og sidste) afsnit tilrettelægges de bevistekniker, der skal anvendes til at vise, at en udfold/fold-transformation virkelig er betydningsbevarende. Korrekthedsbeviset inddeles her i to trin: Delvis og total korrekthed. Delvis korrekthed sikrer, at alt, hvad der kan vises i det transformerede program, også kunne vises i det originale program. Total korrekthed udvider den delvise korrekthed med kravet om, at alt, hvad der kunne vises i det orig-

inale program, også kan vises i det transformerede program. I beviset for den sidste egenskab kan der ikke induceres efter højden af udledningen i det originale program, og et væsentligt træk på dette sted er således indførelsen af en særlig orden,  $\gg$ , som får en velfunderet induktion til at gå igennem.

**Kapitel 4** I dette kapitel overføres principperne fra kapitel 3 til præpositionelle hereditære Harrop-udsagn. Der er her brug for en del flere definitioner og mellemresultater, idet der med hereditære Harrop-udsagn skal tages højde for programudvidelser samt indføres en mulighed for at skelne enslydende klausuler. Man er således taknemmelig for det overblik, man erhvervede sig i kapitel 3.

I kapitel 4 gør de samme kommentarer som i kapitel 3 sig naturligvis gældende (idet det formodes, at der med det  $\mathcal{P}_i$ , der optræder i definitionerne for udfold og fold, menes et program, der optræder på den  $i$ 'te plads i en transformationssekvens).

**Kapitel 5** I dette kapitel foretages der analyser af de problemstillinger, der ville optræde, hvis resultaterne fra kapitel 3 og 4 skulle udvides til førsteordens-tilfældene af de to logiker. I modsætning til præpositionel logik tillader førsteordens-logik som bekendt, at der optræder variable i et udsagn, og da dette er en forudsætning for at kunne skrive interessante programmer, må analyserne i dette kapitel siges at være yderst relevante. Givet kompleksiteten af indholdet af kapitel 3 og 4 kunne man forvente, at en udvidelse til førsteordens-logik ville kræve en del plads. Dette er også forfatterens opfattelse, hvorfor han netop holder sig til de indledende analyser.

**Kapitel 6** Dette kapitel er specialets konklusion i form af væsentlige pointer, relateret arbejde og fremtidigt arbejde. Et udmærket og velstruktureret kapitel, der giver et fint overblik.

Jeg savner dog lidt en vurdering af (eventuelt på et tidligere tidspunkt), i hvilket omfang den i specialet behandlede metode er anvendelig til transformation af egentlige Prologprogrammer eksekveret med dybde-først. Det vil sige, kan resultaterne bruges til noget, når vi går fra abstrakte programmer med abstrakt semantik i form af logisk konsekvens til egentlige Prologprogrammer med dybde-først-operationssemantik?

Alt i alt et meget fint speciale, velstruktureret og gennearbejdet, og det er tydeligt, at forfatteren ved meget om emnet.