

Beviskontroll med Prolog



Grupp Lumon

Ludwig Berglind, Simon Severinsson

Beskrivning av algoritmen

Programmet börjar med att köra `verify\1` som öppnar filen angiven i argumentet och läser sedan in bevisets premisser i variabeln `Premis`, målet i variabeln `Goal` och själva beviset i sig i variabeln `Proof`, som blir en lista av listor vars element är raderna i beviset. Dessa variabler tas sedan in som argument i `validProof\3`. Där kollas först att den sista raden i beviset är slutsatsen och att sista raden inte är ett antagande vilket görs genom att rekursivt traversera genom hela beviset. Sedan kallas predikatet `checkSteps\4` där beviset faktiskt valideras. `checkSteps\4` tar in premisserna, slutsatsen, hela beviset, samt en lista där nuvarande raden är huvudet. Här valideras varje rad i beviset rekursivt genom att kolla om den är en premiss, en ny låda, eller om den stämmer in på någon av de andra reglerna. Svansen läggs sedan in i `checkSteps\4` och basfallet nås när svansen är tom, dvs. när hela beviset har kollats igenom.

För att kolla om en rad är en premiss används predikatet `checkPremise\2` som tar in en rad från beviset och `Premis`, som ju innehåller premisserna. Sedan används det inbyggda `member\2`-predikatet för att se till att formeln i raden faktiskt är del av `Premis`.

För alla andra regler används predikatet `checkRule\2` som tar in en rad från beviset och en lista över alla rader i beviset. I samtliga `checkRule`-klausuler kontrolleras det att ingen regel använder sig av senare rader genom `checkLines`-predikaten. Sedan kollas det om raderna som hänvisas till i reglerna på varje rad finns med i beviset genom `member\2`-predikatet. Vissa regler använder sig av boxar. Genom att kolla om den specifika raden i en lista med wildcard- svans finns i beviset kan vi konstatera att den är början av en box. Samma lista med svans kan sedan också läggas in i `boxLast\3`-predikatet för att kontrollera att även den sista raden i boxen existerar. `boxLast\3` traverserar rekursivt till sista elementet/raden i listan och kollar att radnummer och formel stämmer överens med regeln. LEM-regeln använder inte någon `member`-kontroll utan kollar endast att innehållet på raden är en eller-relation mellan någon variabel och dess negation samt att lem-regeln används.

När hela beviset rekursivt har traverserats uppifrån och ner nås basfallet och programmet backtrackar hela vägen till `validProof\3`.

Boxhanteringen:

Boxar hanteras genom predikatet `newBox\3` som kollar att första raden i boxen är ett antagande och sedan kallas predikatet `checkSteps` med boxens svans (`[_|T]`) som listan med rader som ska kontrolleras samt boxens rader appendad till `Proof` som `Proof`, så att boxens innehåll kan åtkommas tills boxen stängs. Inuti boxen kör programmet alltså på som vanligt och verifierar rader fram tills listan med boxens innehåll är slut och `checkSteps` når basfallet. Då backtrackar programmet till den punkt där `newBox` kallades från i `checkSteps`, och kallar som vanligt `checkSteps` igen på nästa rad, som är den direkt efter boxen, och med vanliga `Proof` så som den var innan `newBox`.

Predikat	Sant	Falskt
verify/1	Då beviset stämmer (validProof = true)	Då beviset inte stämmer (validProof är false), eller inläsning av misslyckas
validProof\3	Då last(Proof, Goal) = true och checkSteps stämmer.	Då last(Proof, Goal) = false eller checkSteps inte stämmer
checkSteps\4	Då last(Proof, Goal) = true och checkSteps stämmer.	Då beviset inte stämmer (validProof är false), eller inläsning av misslyckas
newBox\3	Då första linjen i en ny låda är en assumption, och checkSteps på all efterföljande linjer i lådan stämmer.	Då första linjen i en ny låda inte är en assumption, och checkSteps på någon av efterföljande linjer inte lådan stämmer.
last\2	Då första linjen i en ny låda är en assumption, och checkSteps på all efterföljande linjer i lådan stämmer.	Då första linjen i en ny låda inte är en assumption, och checkSteps på någon av efterföljande linjer inte lådan stämmer.
boxLast\3	Då sista raden i en låda har rätt radnummer och rätt formel.	Då sista raden i en låda inte har rätt radnummer eller formel.
checkPremise\2	Då formeln är en premiss och finns med i vänsterled av sekventen.	Då formeln inte är en premiss och således inte finns med i vänsterled av sekventen.
checkRule\2	Då regeln som används är korrekt och relaterar till tidigare korrekta rader som finns med i beviset.	Då regeln som används inte stämmer eller inte relaterar till tidigare korrekta rader, eller relaterar till rader som inte är en del av beviset.

Predikat	Sant	Falskt
checkLines\2	Då raderna som används i en viss regel dyker upp före den aktuella raden där regeln används	Då raderna som används i en viss regel dyker upp efter den aktuella raden där regeln används
checkLines\3	Då raderna som används i en viss regel dyker upp före den aktuella raden	Då raderna som används i en viss regel dyker upp efter den aktuella raden där regeln används
checkLines\5	Då raderna som används i en viss regel dyker upp före den aktuella raden	Då raderna som används i en viss regel dyker upp efter den aktuella raden där regeln används

Appendix A - Kod

% Read input file, and check the proof

```
verify(InputFileName) :-  
    see(InputFileName),  
    read(Premis), read(Goal), read(Proof),  
    seen,  
    validProof(Premis, Goal, Proof).
```

```
validProof(Premis, Goal, Proof) :-  
    last(Proof, Goal),  
    checkSteps(Premis, Goal, Proof, Proof).
```

```
% Base step  
checkSteps(_, _, [], _).
```

```
% Recursively go through every row of the proof from top to bottom  
% and check what Rule is used and if it is correct.
```

```
checkSteps(Premis, Goal, [Line|Rest], Proof) :-  
    (checkPremise(Line, Premis) ;  
    checkRule(Line, Proof) ;  
    newBox(Premis, Line, Proof)),  
    checkSteps(Premis, Goal, Rest, Proof).
```

```
% Check box  
newBox(Premis, [BoxStart|BoxTail], Proof) :-  
    BoxStart = [_ , _ , assumption],  
    append([BoxStart|BoxTail], Proof, ProofWBox),  
    checkSteps(Premis, _, BoxTail, ProofWBox).
```

```
% Traverse to last element and check if it is the same as Goal  
last([[_ , Goal, Rule]], Goal) :-  
    Rule \= assumption.
```

```
last([_|Rest], Goal) :-  
    last(Rest, Goal).
```

```
% Traverse to last element and check if it has the correct ending  
% according to rules
```

```
boxLast([[RowB, VarY, _]], VarY, RowB).
```

```
boxLast([_|T], VarY, RowB) :-  
    boxLast(T, VarY, RowB).
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
```

```
% Premise rule, premise
checkPremise([_, X, premise], Prefs) :-
    member(X, Prefs).
```

```
% And introduction, andint
checkRule([LineNum, and(X, Y), andint(A, B)], Proof) :-
    checkLines(LineNum, A, B),
    member([A, X, _], Proof),
    member([B, Y, _], Proof).
```

```
% Or introduction 1, orint1
checkRule([LineNum, or(X, _), orint1(A)], Proof) :-
    checkLines(LineNum, A),
    member([A, X, _], Proof).
```

```
% Or introduction 2, orint2
checkRule([LineNum, or(_, Y), orint2(B)], Proof) :-
    checkLines(LineNum, B),
    member([B, Y, _], Proof).
```

```
% Implication introduction, impint
checkRule([LineNum, imp(X, Y), impint(A, B)], Proof) :-
    checkLines(LineNum, A, B),
    member([A, X, assumption] | Box, Proof),
    boxLast([A, X, _] | Box, Y, B).
```

```
% Negation introduction, negint
checkRule([LineNum, neg(X), negint(A, B)], Proof) :-
    checkLines(LineNum, A, B),
    member([A, X, assumption] | Box, Proof),
    boxLast([A, X, _] | Box, cont, B).
```

```
% And elimination 1, andel1
checkRule([LineNum, X, andel1(A)], Proof) :-
    checkLines(LineNum, A),
    member([A, and(X, _), _], Proof).
```

```
% And elimination 2, andel2
checkRule([LineNum, Y, andel2(B)], Proof) :-
    checkLines(LineNum, B),
    member([B, and(_, Y), _], Proof).
```

```
% Implication elimination, impel
```

```

checkRule([LineNum, X, impel(A, B)], Proof) :-
    checkLines(LineNum, A, B),
    member([A,Y,_], Proof),
    member([B, imp(Y,X), _], Proof).

% Or elimination, orel
checkRule([LineNum, X, orel(A, B, C, D, E)], Proof) :-
    checkLines(LineNum, A, B, C, D, E),
    member([A, or(U,V), _], Proof),
    member([B, U, assumption|Box], Proof),
    boxLast([B,U,_|Box], X, C),
    member([D, V, assumption|Box2], Proof),
    boxLast([D,V,_|Box2], X, E).

% Negation elimination, negel
checkRule([LineNum, cont, negel(A, B)], Proof) :-
    checkLines(LineNum, A, B),
    member([A,X,_], Proof),
    member([B, neg(X), _], Proof).

% Falsum elimination, contel
checkRule([LineNum, _, contel(A)], Proof) :-
    checkLines(LineNum, A),
    member([A, cont, _], Proof).

% double negation introduction, negnegint
checkRule([LineNum, neg(neg(X)), negnegint(A)], Proof) :-
    checkLines(LineNum, A),
    member([A,X,_], Proof).

% double negation elimination, negnegel
checkRule([LineNum, X, negnegel(A)], Proof) :-
    checkLines(LineNum, A),
    member([A, neg(neg(X)), _], Proof).

% MT
checkRule([LineNum, neg(X), mt(A,B)], Proof) :-
    checkLines(LineNum, A, B),
    member([A, imp(X, Y), _], Proof),
    member([B, neg(Y), _], Proof).

% PBC
checkRule([LineNum, X, pbc(A,B)], Proof) :-
    checkLines(LineNum, A, B),
    member([A, neg(X), _|Box], Proof),
    boxLast([A, neg(X), _|Box], cont, B).

```

```

% Copy
checkRule([LineNum, X, copy(A)], Proof) :-
    checkLines(LineNum, A),
    member([A, X, _], Proof).

% LEM
checkRule([_, or(X, neg(X)), lem], _).

% Check so no rule calls for rows that are defined after the
% current row
checkLines(Num, A) :-
    Num > A.
checkLines(Num, A, B) :-
    Num > A,
    Num > B.
checkLines(Num, A, B, C, D, E) :-
    Num > A,
    Num > B,
    Num > C,
    Num > D,
    Num > E.

```


Appendix B - one correct and one incorrect proof

Ett bevis för sekventen $q \longrightarrow r \vdash p \vee q \longrightarrow p \vee r$ som är korrekt.

1	$q \Longrightarrow r$	premise
2	$p \vee q$	assumption
3	p	assumption
4	$p \vee r$	$\vee i_1 3$
5	q	assumption
6	r	$\longrightarrow e 1, 5$
7	$p \vee r$	$\vee i_2 6$
8	$p \vee r$	$\vee e 2, 3-4, 5-7$
9	$p \vee q \Longrightarrow p \vee r$	$\longrightarrow i 2-8$

Ett bevis för sekventen $q \longrightarrow r \vdash p \vee q \longrightarrow p \vee r$ som inte är korrekt.

1	$q \Longrightarrow r$	premise
2	$p \vee q$	assumption
3	p	assumption
4	$p \vee r$	$\vee i_1 3$
5	q	assumption
6	p	copy 3
7	$p \vee r$	$\vee i_1 6$
8	$p \vee r$	$\vee e 2, 3-4, 5-7$
9	$p \vee q \Longrightarrow p \vee r$	$\longrightarrow i 2-8$

Figure 1: alt

[imp(q, r)].

imp(or(p, q), or(p, r)).

[
 [1, imp(q, r), premise],
 [
 [2, or(p, q), assumption],

```

        [
            [3, p, assumption],
            [4, or(p, r), orint1(3)]
        ],
        [
            [5, q, assumption],
            [6, r, impel(5, 1)],
            [7, or(p, r), orint2(6)]
        ],
        [8, or(p, r), ore1(2,3,4,5,7)]
    ],
    [9, imp(or(p, q), or(p, r)), impint(2, 8)]
].
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
[imp(q, r)].

imp(or(p, q), or(p, r)).

[
    [1, imp(q, r), premise],
    [
        [2, or(p, q), assumption],
        [
            [3, p, assumption],
            [4, or(p, r), orint1(3)]
        ],
        [
            [5, q, assumption],
            [6, p, copy(3)],
            [7, or(p, r), orint1(6)]
        ],
        [8, or(p, r), ore1(2,3,4,5,7)]
    ],
    [9, imp(or(p, q), or(p, r)), impint(2, 8)]
].

```