

Handleiding LogicSolver Webversie

Versie 0.4

Josje Lodder en Harrie Passier
Faculteit Informatica
Open Universiteit Nederland

Inhoudsopgave

1. Inleiding.....	3
2. De user interface.....	3
2.1 Globaal overzicht	3
2.2 De knoppen.....	5
2.3 De tekstvelden.....	6
2.4 De feedback.....	6
2.5 Overzicht van herschrijfgeregels.....	7
3. Overige opmerkingen.....	7

1. Inleiding

De LogicSolver biedt u de mogelijkheid te oefenen met het omzetten (ook wel herschrijven genoemd) van een propositieformule naar een disjunctieve normaalvorm (in het vervolg afgekort tot *dnf*). We gaan er vanuit dat u de theorie hierover hebt bestudeerd en enkele opgaven met behulp van pen en papier hebt gemaakt. De LogicSolver biedt u de mogelijkheid *extra* te oefenen met het omzetten van propositieformules naar een *dnf*, waarbij u bij elke foutieve omzetting feedback krijgt. De LogicSolver is dus geen vervanger van het schriftelijke studiemateriaal en eventuele bijeenkomsten.

Een *propositieformule* is opgebouwd uit:

1. een of meerdere propositieletters (a, b, c, \dots), waarbij elke propositieletter een formule is
2. logische symbolen ($\neg, \wedge, \vee, \rightarrow, \leftrightarrow$)
3. hulpsymbolen '(' en ')'.

Een *dnf* is een disjunctie van formules die conjuncties zijn van propositieletters en/of negaties van propositieletters. Het herschrijven van een propositieformule naar een *dnf* gebeurt door het herhaald toepassen van herschrijfgeregels (in de logica ook wel standaardequivalenties genoemd).

Voorbeeld – Een voorbeeld van een omzetting is het herschrijven van de propositieformule " $s \wedge (s \vee q)$ " tot de *dnf* " $(s \wedge s) \vee (s \wedge q)$ ". Deze herschrijving kan d.m.v één stap uitgevoerd worden, namelijk door het toepassen van de herschrijfgregel distributiviteit: $\phi \wedge (\phi \vee \chi) \Leftrightarrow (\phi \wedge \phi) \vee (\phi \wedge \chi)$.

Veelal is er meer dan een herschrijfstap nodig om een propositieformule om te zetten naar een *dnf* en zijn er ook verschillende afleidingen mogelijk. In schriftelijk studiemateriaal is meestal maar één goede afleiding opgenomen. Wanneer u een andere oplossingsroute heeft gekozen en op enig punt vastloopt, blijft u mogelijk met vragen zitten als: "Wat doe ik fout?" en "Hoe moet ik verder?".

Het voordeel van de LogicSolver is dat u uw eigen volgorde van toepassen van herschrijfgeregels bepaalt en dat u bij een foutieve herschrijving feedback ontvangt. Tevens kunt u op elk moment om een hint, in de vorm van een suggestie of concrete volgende stap, vragen.

Belangrijk – De LogicSolver geeft feedback op het juist (of beter gezegd onjuist) toepassen van herschrijfgeregels. Hierbij gaat het over syntactische en semantische fouten. Een voorbeeld van een syntactische fout is het vergeten van een haakje ($\phi \wedge (\phi \vee \chi)$ in plaats van $\phi \wedge (\phi \vee \chi)$). Een voorbeeld van een semantische fout is herschrijven van de formule $\phi \wedge \text{True}$ tot True . De LogicSolver geeft *geen* feedback op het volgen van de juiste oplossingsstrategie. Wel kunt u de LogicSolver vragen om een volgende stap. Daarbij maakt de LogicSolver globaal gebruik van één vaste oplossingsstrategie, namelijk elimineer eerst alle implicaties en equivalenties, breng vervolgens de negaties naar binnen tot aan de propositieletters, en distribueer als laatste \wedge over \vee . Tussendoor kunt u de suggestie krijgen om een false-true-regel toe te passen of een dubbele negatie te verwijderen.

2. De user interface

In deze paragraaf beschrijven we de user interface van de LogicSolver. In paragraaf 2.1. geven we een overzicht van de onderdelen en de werking hiervan. In de paragrafen 2.2 en 2.3 worden de diverse knoppen en werkvelden nog eens afzonderlijk beschreven. In paragraaf 2.4 wordt uitleg over de verschillende soorten feedback gegeven. In paragraaf 2.5 vindt u een overzicht van de regels die u kunt gebruiken.

2.1 Globaal overzicht

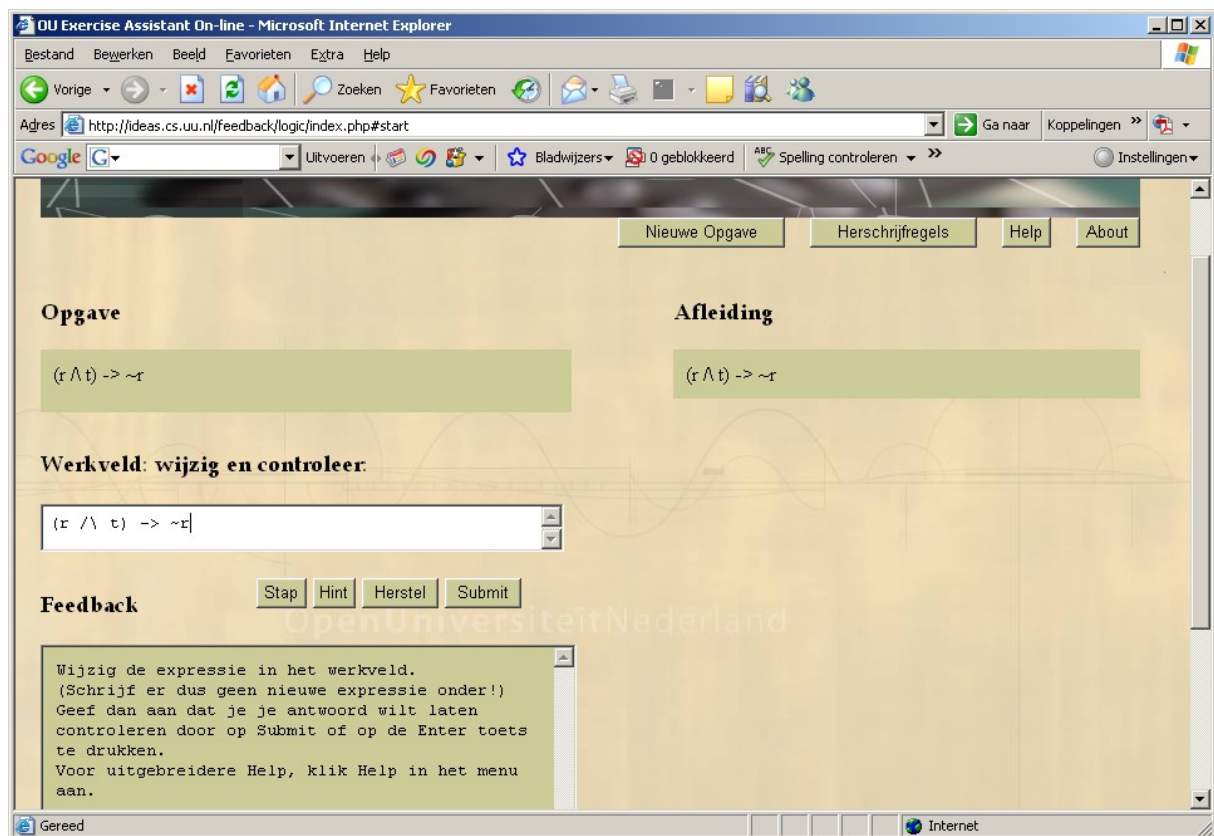
Nadat u ingelogd bent op de LogicSolver krijgt u de user interface zoals afgebeeld in Figuur 1 te zien. De user interface bevat een drietal tekstvelden en een aantal knoppen. Als u de knop Nieuwe Opgave rechtsboven aanklikt, dan wordt in het Werkveld en in het veld Afleiding een nieuwe propositieformule opgenomen. In het Werkveld manipuleert u de formule tot een *dnf*. In Tabel 1 staan de symbolen die in de LogicSolver gebruikt mogen worden.

Logische operator	Symbol volgens cursus	Symbol in de LogicSolver
Niet	\neg	\sim
En	\wedge	\wedge (slash – back slash)
Of	\vee	\parallel of \vee (back slash – slash)
Als ... dan ...	\rightarrow	\rightarrow
Desda	\leftrightarrow	\leftrightarrow

Tabel 1: Operatoren in de LogicSolver

Belangrijk: als een subformule bestaat uit een aantal conjuncties of disjuncties, dan bent u mogelijk gewend om haken weg te laten: u schrijft bijvoorbeeld “ $p \wedge q \wedge (p \rightarrow q)$ ” in plaats van “ $(p \wedge q) \wedge (p \rightarrow q)$ ”. De LogicSolver interpreteert een formule zonder haakjes echter intern als een met haakjes, waarbij deze altijd vanaf rechts geplaatst zijn: de LogicSolver leest “ $p \wedge q \wedge (p \rightarrow q)$ ” als “ $p \wedge (q \wedge (p \rightarrow q))$ ”. Hierdoor kunt u een foutmelding krijgen, omdat u naast de regel die u toe wilde passen, ook onzichtbaar gebruik gemaakt hebt van associativiteit.

Elke keer nadat u een deel van de formule hebt herschreven, drukt u op de knop Submit onder het Werkveld. De door u herschreven formule wordt dan geanalyseerd. Als er geen fouten zijn, wordt de herschreven formule onderaan in het veld Afleiding bijgeschreven. Als u wel een fout heeft gemaakt, dan wordt de herschreven formule niet in het veld Afleiding bijgeschreven en wordt in het veld Feedback aangegeven wat er volgens de LogicSolver fout is gegaan. Er kunnen vier soorten mededelingen gedaan worden:



Figuur 1: De LogicSolver

1. er is sprake van een syntactische fout;
2. er is sprake van een semantische fout;
3. de formule is equivalent met de vorige, maar u hebt geen toegestane regel toegepast;
4. de formule staat in dnf.

In het veld Afleiding worden alle herschrijfstappen opgeslagen. Elke keer dat u de Submit-knop aanklikt na een *correcte* herschrijving, wordt de geschreven formule boven in het veld Afleiding geplaatst. Wilt u in zo'n geval de vorige formule terughebben in het werkveld, dan kunt u de backspace of de terugknop van uw browser gebruiken. Deze maakt de laatste stap ongedaan. Na een *incorrecte* herschrijving en het aanklikken van de Submit-knop wordt de incorrecte formule niet naar het veld Afleiding geschreven. Wilt u dit geval de vorige formule terug hebben in het Werkveld, dan moet u de Herstelknop aanklikken. De vorige correcte formule wordt teruggeplaatst in het Werkveld.

Wanneer u de knop Hint aanklikt, wordt een hint getoond in het Feedbackveld. Als bijvoorbeeld de formule “ $(p \parallel p) \parallel (p \rightarrow t)$ ” in het Werkveld staat en u klikt op de Hint-knop, dan verschijnt de volgende hint:

Je kan een implicatie elimineren.

Als u de Stap-knop aanklikt, krijgt u gedetailleerde informatie over een mogelijke volgende herschrijving: welke subformule kan met welke equivalentie herschreven worden en tot welk resultaat leidt dat. Als u, uitgaande van het vorige voorbeeld, de Stap – knop aanklikt, dan verschijnt de volgende gedetailleerde informatie:

Je kan de volgende implicatie elimineren: $p \rightarrow t$
 wat resulteert in: $\sim p \parallel t$

Wanneer u denkt dat u een formule in dnf hebt geschreven, dan kunt u ter controle de knop Klaar aanklikken. Deze knop verschijnt wanneer u een volgende stap correct hebt ingevoerd, en verdwijnt als u een fout maakt. De LogicSolver controleert de onderste formule in het veld Afleiding en geeft aan of de formule inderdaad in dnf staat of niet. Als u niet de Klaar-knop aanklikt, maar doorgaat met herschrijven (soms kan een formule verder vereenvoudigd worden), dan geeft de LogicSolver na de volgende submit aan dat de formule al in dnf staat.

U kunt een overzicht krijgen van de herschrijfgeregels die zijn geïmplementeerd in de LogicSolver door op de knop Herschrijfgeregels te klikken, rechts bovenaan in de menubalk.

Belangrijk : om de lijst niet te lang te maken, zijn van de distributieregel en de True-False-regels maar één van de twee varianten: zo mag u bijvoorbeeld ook “ $(s \vee t) \wedge q$ ” vervangen door “ $(s \wedge q) \vee (t \wedge q)$ ”. Een volledig overzicht van de regels die u mag gebruiken vindt u in paragraaf 2.5.

De knop Help geeft een korte gebruiksaanwijzing.

2.2 De knoppen

Rechts boven in het scherm ziet u NieuweOpgave, Herschrijfgeregels, Help en About. Deze bieden de volgende functies:

Naam	Omschrijving
Nieuwe Opgave	Een nieuwe propositieformule wordt gegenereerd en afgebeeld in zowel het Werkveld als ook in het veld Afleiding. De opgave zelf blijft bovendien boven het werkveld staan. Voor het genereren van een nieuwe formule wordt gebruik gemaakt van een random generator. Deze maakt op zijn beurt weer gebruik van de interne klok. Als u snel na elkaar een nieuwe formule laat genereren, krijgt u dezelfde formule te zien..
Herschrijfgeregels	Een overzicht van de herschrijfgeregels (standaardequivalenties) die u mag toepassen. Dit zijn de herschrijfgeregels waarop analyse door de LogicSolver plaatsvindt
Help	Hier staat een korte gebruiksaanwijzing
About	Algemene informatie over de LogicSolver.

Onder het Werkveld ziet u een aantal knoppen. Niet alle knoppen zijn voortdurend zichtbaar. Deze knoppen bieden de volgende functionaliteiten:

Naam	Omschrijving
Submit	De formule in het Werkveld wordt geanalyseerd op syntactische en semantische correctheid. Als de formule incorrect is, dan wordt in het Feedbackveld aangegeven welke fout er is gemaakt en, waar mogelijk, hoe deze hersteld kan worden. Als de formule correct is, dan wordt er geen feedback gegeven en wordt de herschreven formule doorgevoerd naar het veld Afleiding.
Herstel	Als de formule bij de voorlaatste submit al in dnf stond, dan zal de LogicSolver aangegeven dat de formule al in dnf stond. De voorgaande (correcte) formule wordt uit het veld Afleiding naar het werkveld gekopieerd.
Hint	De LogicSolver geeft globaal een mogelijke volgende stap.
Stap	De LogicSolver geeft gedetailleerd een mogelijke volgende stap.
Klaar	De LogicSolver controleert of de formule in dnf staat.

2.3 De tekstvelden

Naam	Omschrijving
Werkveld	In dit veld herschrijft u een formule tot een dnf; u wijzigt steeds de formule die hier staat.
Afleiding	In dit veld komt de hele afleiding te staan.
Feedback	In dit veld krijgt u informatie over syntactische en semantische fouten.

2.4 De feedback

1 Syntactische fout – Bij een syntactische fout probeert de LogicSolver te achterhalen welke fout is gemaakt en geeft dan aan hoe de fout is te corrigeren. Wanneer u bijvoorbeeld “ $\sim p \leftrightarrow (p \wedge t)$ ” schrijft in plaats van “ $\sim p \leftrightarrow (p \wedge t)$ ”, dan geeft de LogicSolver de volgende feedback:

```
De ingevoerde formule is syntactisch niet correct.
Je bedoelde waarschijnlijk
~p <-> (p /\ t)
```

2 Semantische fout – Een semantische fout treedt op na een foutieve herschrijving. De LogicSolver probeert te achterhalen welke herschrijfgregel is toegepast, welke subformule foutief is herschreven, en waarin een correcte herschrijving resulteert. Als u bijvoorbeeld “ $(s \rightarrow t) \leftrightarrow (t \rightarrow t)$ ” herschrijft tot “ $(s \parallel t) \leftrightarrow (t \rightarrow t)$ ”, dan verschijnt de feedback¹:

```
Je hebt onjuist toegepast de implicatie eliminatie regel.
Je hebt het volgende gedeelte herschreven: s -> t in s || t.
Correcte toepassing van de regel resulteert in: ~s || t.
```

Soms kan de LogicSolver niet bepalen welke herschrijfgregel is toegepast. Wanneer u bijvoorbeeld “ $\sim p \leftrightarrow (p \wedge t)$ ” herschrijft tot “ $p \leftrightarrow (p \wedge t)$ ”, dan verschijnt de volgende feedback:

```
Je hebt het volgende gedeelte herschreven: ~p in p.
Deze herschrijving is niet correct. Er is geen herschrijfgregel gedetecteerd
die je waarschijnlijk hebt toegepast.
Druk op de herstel-knop of wijzig de formule.
```

In de gevallen 1 en 2 kunt u de verbeterde subformule zoals deze in het Feedbackveld staat, kopiëren en plakken in de formule in het werkveld.

¹ Af en toe bestaat de feedback uit wat krom Nederlands. Dat komt omdat de onderliggende software zowel een Nederlandstalige als een Engelstalige versie ondersteunt.

3 Semantisch correct maar geen regel gedetecteerd – Het kan voorkomen dat u een herschrijving uitvoert waarbij het resultaat semantisch correct is (logisch equivalent is met de vorige formule), maar waarbij de LogicSolver geen herschrijfgregel kan vinden die is toegepast. Dit heeft twee oorzaken. De eerste oorzaak is dat u een herschrijving heeft gedaan die uit het toepassen van twee of meer herschrijfgregels na elkaar bestaat. De LogicSolver kan maximaal het toepassen van één herschrijfgregel per keer detecteren. De tweede oorzaak is dat (waarschijnlijk) niet alle varianten van standaardequivalenties zijn geïmplementeerd. Een voorbeeld van twee op zich correcte herschrijfstappen is de herschrijving van “ $\sim(\sim s \rightarrow (s \leftrightarrow q))$ ” tot “ $\sim(s \parallel (s \leftrightarrow q))$ ”, waarbij implicatie-eliminatie en het elimineren van een dubbele negatie zijn gecombineerd in een stap. De feedback is in dit geval:

Deze formule is logisch equivalent met de vorige formule, maar omdat u per stap slechts één herschrijfgregel uit mag voeren, accepteert de solver uw formule niet. Druk op herstel of wijzig de formule.

4 De formule staat al in dnf – Deze melding krijgt u als u doorgaat nadat een dnf bereikt is.

2.5 Overzicht van herschrijfgregels

De Logic Solver accepteert de volgende herschrijfgregels (standaardequivalenties)

Commutativiteit	$\varphi \wedge \psi \Leftrightarrow \psi \wedge \varphi$	$\varphi \vee \psi \Leftrightarrow \psi \vee \varphi$
Associativiteit	$(\varphi \wedge \psi) \wedge \chi \Leftrightarrow \varphi \wedge (\psi \wedge \chi)$	$(\varphi \vee \psi) \vee \chi \Leftrightarrow \varphi \vee (\psi \vee \chi)$
Distributiviteit	$\varphi \wedge (\psi \vee \chi) \Leftrightarrow (\varphi \wedge \psi) \vee (\varphi \wedge \chi)$	$(\varphi \vee \psi) \wedge \chi \Leftrightarrow (\varphi \wedge \chi) \vee (\psi \wedge \chi)$
Idempotentie	$\varphi \wedge \varphi \Leftrightarrow \varphi$	$\varphi \vee \varphi \Leftrightarrow \varphi$
6-eigenschappen	$\varphi \wedge 6 \Leftrightarrow \varphi$	$6 \wedge \varphi \Leftrightarrow \varphi$
	$\varphi \vee 6 \Leftrightarrow 6$	$6 \vee \varphi \Leftrightarrow 6$
	$\varphi \vee \neg \varphi \Leftrightarrow 6$	$\neg \varphi \vee \varphi \Leftrightarrow 6$
	$\neg 5 \Leftrightarrow 6$	$\neg 6 \Leftrightarrow 5$
5-eigenschappen	$\varphi \wedge 5 \Leftrightarrow 5$	$5 \wedge \varphi \Leftrightarrow 5$
	$\varphi \vee 5 \Leftrightarrow \varphi$	$5 \vee \varphi \Leftrightarrow \varphi$
	$\varphi \wedge \neg \varphi \Leftrightarrow 5$	$\neg \varphi \wedge \varphi \Leftrightarrow 5$
Dubbele negatie	$\neg \neg \varphi \Leftrightarrow \varphi$	
De Morgan	$\neg(\varphi \wedge \psi) \Leftrightarrow \neg \varphi \vee \neg \psi$	$\neg(\varphi \vee \psi) \Leftrightarrow \neg \varphi \wedge \neg \psi$
Implicatie-eliminatie	$\varphi \rightarrow \psi \Leftrightarrow \neg \varphi \vee \psi$	
Equivalentie-eliminatie	$\varphi \leftrightarrow \psi \Leftrightarrow (\varphi \wedge \psi) \vee (\neg \varphi \wedge \neg \psi)$	

3. Overige opmerkingen

Als u vastloopt of tegen een fout in de LogicSolver aanloopt, dan kunt u contact opnemen met:

Josje Lodder: josje.lodder@ou.nl

Harrie Passier: harrie.passier@ou.nl