

Formale Techniken der Software-Entwicklung
Übungsblatt 2
Besprechung am 25.04.2014

Aufgabe 1:

Transformieren Sie die folgenden Formeln in die konjunktive Normalform (CNF)

- (a) $(\neg(A \wedge B)) \wedge (C \implies B) \wedge ((\neg A \wedge B) \implies \neg C) \wedge C$
- (b) $\neg((A \implies B) \wedge (A \wedge B \implies C) \implies (A \implies C))$
- (c) $\neg(A \implies (\neg(B \wedge (\neg A \implies B))))$

Aufgabe 2:

Implementieren Sie einen einfachen SAT-Solver, indem Sie den grundlegenden DPLL-Algorithmus umsetzen. Auf Wikipedia (http://en.wikipedia.org/wiki/DPLL_algorithm) finden Sie dazu Informationen. Implementieren Sie dabei auch eine Routine, die CNF-Probleme im DIMACS-Format einlesen kann. Dieses Format wird standardmäßig von SAT-Solvern verwendet und ist z.B. unter <http://people.sc.fsu.edu/~jburkardt/data/cnf/cnf.html> beschrieben.

Bei der Implementierung ist die rekursive Variante, die auch im Pseudo-Code auf Wikipedia skizziert ist, etwas einfacher umzusetzen. Für Übungszwecke ist es jedoch durchaus interessant, die Rekursion durch eine Iteration (While-Schleife) zu ersetzen. Das macht das Backtracking etwas komplizierter, ist jedoch besser skalierbar und wird daher in gängigen SAT-Solvern eingesetzt.

Als Test für Ihren SAT-Solver können Sie die Dateien verwenden, die im ZIP-Archiv `sat_testdaten.zip` enthalten sind. Die Namen der Dateien geben dabei jeweils an, wie viele Variablen (20, 40, oder 80) das Problem enthält, und ob es erfüllbar (Suffix `-s`) oder unerfüllbar (Suffix `-u`) ist. Bei einer nicht-optimierten iterativen Implementierung des Übungsleiters ergaben sich beispielsweise folgende Laufzeiten¹:

- `f0080-01-s.cnf` (336 Klauseln, 80 Variablen, erfüllbar): 1,689 s
- `f0080-01-u.cnf` (336 Klauseln, 80 Variablen, nicht erfüllbar): 14,560 s
- `f0160-02-s.cnf` (672 Klauseln, 160 Variablen, erfüllbar) : 62,042 s
- `f0160-02-u.cnf` (672 Klauseln, 160 Variablen, nicht erfüllbar) : terminiert auch nach ca. 20 Minuten noch nicht.

¹Das eingesetzte System war dabei ein AMD Athlon 64 X2 Dual Core 4600+ 2,4 GHz, 4 GB Ram, Windows 7, 64 Bit.