

MAC0499 - Trabalho de Formatura Supervisionado Proposta de Trabalho de Conclusão de Curso

July 3, 2006

Aluno: Fabio Alexandre Campos Tisovec
Supervisor: Marcelo Finger

Tema do trabalho: Um provador automático de teoremas para a lógica modal baseado em anéis booleanos
Tipo do trabalho: Projeto

1 Introdução

Não é difícil notar a enorme capacidade que os computadores tem para realizar cálculos, um dos grandes motivos de admiração dos seres humanos para com estas máquinas. Naturalmente surge o interesse em converter esta capacidade de cálculo para atividades cada vez mais diversas.

Sendo a lógica parte da matemática, é razoável supor que é possível usar o computador para verificar sem erro a validade de teoremas. Prova automática de teoremas é um sub-campo do que se entende por inteligência artificial. Essencialmente, para um provador identificar um seqüente como sendo uma tautologia é necessário demonstrar que este é verdadeiro para qualquer valoração de suas variáveis.

Este problema é reconhecidamente NP-difícil, mas uma implementação simplória pode consumir tempo desnecessário em casos que seria possível aplicar simplificações. Note que para analisar um seqüente, o programa precisa trabalhar com um conjunto de axiomas. É a escolha dos axiomas deste conjunto que determina em que lógica o provador opera.

2 Objetivos do Trabalho

O objetivo principal deste trabalho é o desenvolvimento de um provador automático de teoremas, almejando-se atingir um bom grau de eficiência deste.

Pode-se destacar várias razões para a importância deste produto do trabalho como, por exemplo, a notória quantidade de usos de tal ferramenta. Com relação ao papel que este projeto desempenha na disciplina de trabalho de formatura nota-se como este está relacionado a áreas de grande interesse do aluno, a saber, desenvolvimento de software, inteligência artificial complexidade de algoritmos e estrutura de dados.

Como parte da disciplina de trabalho de formatura supervisionado, será confeccionada uma monografia a respeito do projeto realizado. Esta prática tem como principais objetivos apresentar os resultados obtidos com o projeto, reforçar no aluno os pontos aprendidos com este, criar no aluno uma maior familiaridade com o trabalho acadêmico, sendo também indispensável no contexto da disciplina já citada.

Além destes dois objetivos concretos, pode-se citar a preocupação em criar no aluno um amadurecimento e um aprofundamento em todos os tópicos relacionados com o projeto, tendo os principais já sido citados.

3 Estrutura Esperada da Monografia

A monografia será composta de duas partes. A primeira parte fará uma descrição objetiva sobre o tema proposto, de uma forma técnica, e será dividida nos seguintes itens:

- Introdução.
- Conceitos e tecnologias estudadas.
 - caracterizando um provador automático de teoremas.
 - uma introdução à lógica modal
 - princípios básicos de anéis booleanos
 - algoritmos usados para o cálculo de satisfabilidade
 - principais estruturas de dados utilizadas
- Atividades realizadas.
- Resultados a produtos obtidos.

A segunda parte da monografia trata dos aspectos subjetivos do trabalho realizado, sendo apresentados os seguintes itens:

- desafios e frustrações encontrados.
- lista das disciplinas cursadas no BCC mais relevantes para o trabalho.
- interação com o supervisor.

Por fim, será apresentada a conclusão do trabalho e a bibliografia utilizada.

4 Resumo da Monografia a ser Desenvolvida

Será necessário caracterizar na parte técnica o contexto em que se insere o projeto. Atualmente existem vários tipos de provadores de teoremas, sendo os principais:

- verificadores de tautologias - dada um seqüente, procuram inferir se este é uma tautologia, verificando a existência de valorações que o tornam inválido.
- verificadores de provas - o programa lê uma seqüência de fórmulas lógicas e verifica se cada uma pode ser derivada da anterior, dado seu conjunto de axiomas.
- focados em um único teorema - o programa é projetado para verificar um determinado teorema. Em geral, trata-se de teoremas notoriamente difíceis e busca-se por simplificações que tornem a verificação possível.

O provador criado neste projeto será do primeiro tipo mencionado e irá trabalhar com a lógica modal, uma pequena ampliação sobre a lógica proposicional. Além dos quatro operadores básicos (negação, conjunção, disjunção e implicação), há os operadores 'suficiente' e 'necessário'. Há algumas variações de lógica modal, dependendo de quais axiomas são incluídos no conjunto de axiomas básicos (da lógica proposicional).

Anéis booleanos respeitam as seguintes propriedades:

1. $x.x = x$
2. $x.0 = 0$
3. $x.1 = x$
4. $x + x = 0$
5. $x + 0 = x$
6. $x.y = y.x$
7. $(x.y).z = x.(y.z)$
8. $x + y = y + x$
9. $(x + y) + z = x + (y + z)$
10. $x.(y + z) = x.y + x.z$

Desta forma, a operação $.$ é análoga à conjunção e a operação $+$ é análoga ao ou-exclusivo, o que permite o uso de anéis booleanos para o cálculo de satisfatibilidade de seqüentes.

Como há a preocupação com eficiência, foi decidido pelo uso da linguagem C++ para a implementação do programa deste projeto. Também é necessário um cuidado com a organização e compartimentação do código, fatores que também influenciam na eficiência do provador. Todas estas considerações devem constar na monografia.

5 Atividades Já Realizadas

É recente o uso de anéis booleanos em provadores de teoremas, motivo pelo qual existe pouco material disponível a respeito. Só foi possível ao aluno encontrar até a presente data um artigo a respeito, citando um possível método de otimização. Também não foi possível encontrar nenhuma referência auxiliando na construção e estruturação do provador de teoremas (a maioria dos textos relacionados cita programas baseados em sistemas já contruídos, como o modula-3). Com isso, todo o planejamento do projeto tornou-se mais difícil.

Foi definida a seguinte estrutura para o programa:

- **modelo de representação:** módulo responsável por manter uma representação interna dos objetos sendo analisados.
- **manipulador do modelo:** módulo responsável pelas transformações nos objetos, de forma a concluir a validade do seqüente sendo analisado.
- **analisador sintático:** converte a entrada do programa em objetos do modelo.
- **coordenador:** integra os outros módulos e é responsável pela saída do programa.

Durante o segundo trimestre deste ano foi iniciada a implementação do módulo coordenador, do modelo, e uma parte do módulo manipulador.

6 Cronograma de Atividades para o Segundo Semestre

Pretende-se seguir o seguinte cronograma para as atividades do segundo semestre:

- **Início de agosto:** Término de uma primeira versão funcional do provador para a lógica proposicional, mesmo que não apresente o desempenho esperado.
- **Meados de agosto:** Ampliar o provador feito para que este possa lidar com a lógica modal.
- **Meados de outubro:** Término do período para pesquisa de possíveis otimizações, e implementação destas.

- Final de outubro: Preparação da apresentação do trabalho realizado.
- Final de novembro: Conclusão da monografia sobre o projeto.

7 Referências

1. Dershowitz, N., Hsiang, J., and Kaiss, D.: Boolean Ring Satisfiability (2004)
2. Huth, M., and Ryan, M.D.: Logic in Computer Science
3. Blackburn, P., Rijke, M. De, and Venema, Y.: Modal logic
4. Burris, S., and Sankappanavar, H.: A Course in Universal Algebra