

Adam GACZYŃSKI, Jacek TKACZ, Michał DOLIGALSKI

UNIwersytet Zielonogórski, Wydział Elektrotechniki, Informatyki i Telekomunikacji, Instytut Informatyki i Elektroniki, ul. Podgórna 50, 65-246, Zielona Góra

Realizacja systemu wnioskującego Gentzena z wykorzystaniem RDBMS – IBM DB2

inż. Adam GACZYŃSKI

Student Uniwersytetu Zielonogórskiego. Interesuje się aplikacjami mobilnymi, technologiami sieci Web oraz systemami zarządzania relacyjnymi bazami danych.



e-mail: adam.gaczynski@gmail.com

dr inż. Jacek TKACZ

Absolwent Uniwersytetu Zielonogórskiego. Od 2009 roku pracownik zatrudniony na stanowisku adiunkta w Zakładzie Inżynierii Komputerowej. Prowadzi badania nad symboliczną metodą dowodzenia twierdzeń i jej praktycznymi zastosowaniami w informatyce oraz elektronice. Interesuje się nowoczesnymi technologiami projektowania i wytwarzania aplikacji, w tym aplikacji mobilnych. W latach 1997-2005 zajmował się projektowaniem i rozwojem oprogramowania dla polskich bibliotek (PROLIB).



e-mail: J.Tkacz@iie.uz.zgora.pl

dr inż. Michał DOLIGALSKI

Absolwent Uniwersytetu Zielonogórskiego (2006). Ukończył studia o specjalności Inżynieria Komputerowa. Od roku 2006 pracuje jako asystent na Wydziale Elektrotechniki, Informatyki i Telekomunikacji Uniwersytetu Zielonogórskiego. Zainteresowania badawcze obejmują metody projektowania i implementacji systemów cyfrowych. Członek Polskiego Towarzystwa Informatycznego, Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą.



e-mail: M.Doligalski@iie.uz.zgora.pl

Streszczenie

Poniższy artykuł przedstawia realizację systemu wnioskującego Gentzena z wykorzystaniem systemu zarządzania relacyjną bazą danych IBM DB2 w wersji 9.7. Niniejsza publikacja prezentuje zalety jakie płyną z używania procedur składowanych oraz w jaki sposób można wykorzystać strukturę tabel w bazie danych do zaawansowanego przetwarzania informacji. Przedstawia użycie bazy danych przy implementacji automatycznych systemów dowodzenia twierdzeń oraz w jaki sposób architektura klient-serwer znajduje zastosowanie w stosunku do tego typu aplikacji.

Słowa kluczowe: wnioskowanie symboliczne, rachunek zdań, baza danych, dowodzenie twierdzeń.

DESIGN OF GENTZEN DEDUCTION SYSTEM IN RDBMS – IBM DB2.

Abstract

The paper presents conception and design of Gentzen deduction system by using RDBMS – IBM DB2. It shows adds of stored procedures and method of using table structure in database for advanced information computing.

Keywords: symbolic deduction, database, theorem proving.

1. Wprowadzenie

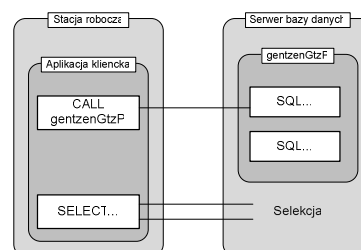
Rachunek sekwentów Gentzena, chociaż powstał niejako narzędzie pomocnicze dla jego autora, można wykorzystać na wiele

sposobów. W książce Adama Pawlaka [3] przedstawiono wykorzystanie systemu do automatycznego wnioskowania metodą Wanga. W innej publikacji zaproponowano również jego zastosowanie w informatyce [6]. Z kolei jedna z realizacji systemu wnioskującego Gentzena dedykowana do syntezy układów cyfrowych powstała w Wyższej Szkole Inżynierskiej w Zielonej Górze [4]. Jak pokazują przykłady, rachunek sekwentów można wykorzystać z powodzeniem do rozwiązania trudnych problemów logicznych.

Jednym ze sposobów zrealizowania rachunku sekwentów jest użycie aplikacji w architekturze klient-serwer. Przeniesienie przekształceń z pamięci komputera do struktur baz danych powinno dać możliwość skutecznej pracy na sekwentach dających w wyniku przekształceń obszerne drzewo dowodu, które przy rekurencyjnym podejściu mogłoby rozrastać się do rozmiarów przekraczających pamięć jednostki roboczej. W proponowanym rozwiązaniu ograniczeniem w przetwarzaniu skomplikowanych wyrażeń jest rozmiar przestrzeni dyskowej, która jednakże może być powiększona stosunkowo niskim kosztem poprzez dodanie dodatkowego nośnika. Wybrane przez autora rozwiązania są niespotykane dotąd w realizacjach systemów wnioskujących. Dodatkowo zgromadzona historia prowadzonych przekształceń symbolicznych oraz zaawansowane mechanizmy wyszukiwania baz danych mogą przyczynić się w przyszłości do znacznego usprawnienia algorytmu wnioskującego.

2. Realizacja systemu wnioskującego

Aplikacja (Genten2011), która powstała w ramach pracy dyplomowej autora artykułu ma realizować system wnioskujący Gentzena. Przyjęto, że kolejne przekształcenia sekwentów mają odbywać się po stronie serwera bazy danych. Takie podejście spowodować ma przeniesienie kosztów obliczeń z jednostki roboczej na serwer. Jednocześnie wykorzystanie zawartych jako element bazy danych – procedur składowanych, powinno skutkować zmniejszeniem ruchu sieciowego pomiędzy aplikacją klienta, a bazą.



Rys. 1. Komunikacja pomiędzy aplikacją klienta, a serwerem
Fig. 1. Communication between client application and server

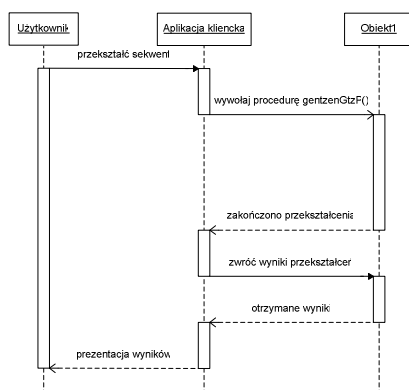
Pracę nad implementacją systemu wnioskującego podzielono na następujące etapy:

- projekt struktury bazy danych,
- skrypty procedur składowanych,
- aplikacja kliencka.

W etapie pierwszym zaprojektowano strukturę tabel bazy danych niezbędną do poprawnego przetworzenia sekwentów. Po szczególne tabele zbierają informacje o kolejnych przekształceniach, wyeliminowanych spójnikach i tautologiach. Dzięki takiemu podejściu łatwiej będzie wprowadzać udoskonalenia, w dalszych etapach rozwoju aplikacji.

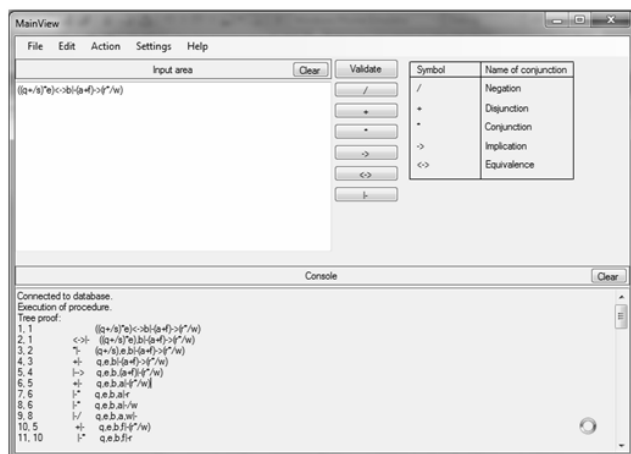
Etap drugi polegał na opracowaniu odpowiednich procedur składowanych. Ich zadaniem jest między innymi wyszukiwanie

spójnika głównego, jego eliminacja według reguł Gentzena, wyszukiwanie tautologii oraz zbieranie wyników z wykorzystaniem reguły dominacji w celu ich częściowej minimalizacji. Poprawne wskazanie głównego spójnika logicznego w przetwarzanym sekwencie jest kluczowe dla kolejnych przekształceń. W proponowanym rozwiązaniu dopuszczalne są następujące spójniki logiczne: koniunkcja „*”, dysjunkcja „+”, negacja „/”, implikacja „->” oraz równoważność „<->”, a nazwy zmiennych i formuł logicznych mogą składać się z dowolnych znaków łańcuchowych.



Rys. 2. Diagram sekwencji
Fig. 2. Sequences diagram

Ostatnim etapem jest projekt i implementacja aplikacji klienckiej odpowiedzialnej za umożliwienie wprowadzenia sekwentów przez użytkownika oraz ich wstępną validację. Również jej zadaniem jest przesłanie wprowadzonych sekwentów z zapytaniem przetworzenia do bazy danych, a następnie odebranie i przedstawienie wyników. Aplikacja potrafi wstępnie ocenić poprawność sekwentu, przechowywać parametry połączenia oraz zaprezentować wyniki zwrócone przez bazę.



Rys. 3. Okno aplikacji klienta
Fig. 3. Client application window

W celu zweryfikowania poprawności otrzymywanych danych porównano je z wynikami przekształceń uzyskanych z aplikacji GENTZENv6.5en, autorstwa dr inż. Jacka Tkacza [5]. Do obu programów wprowadzono identyczne sekwenty reprezentujące relacje pomiędzy wierzchołkami w losowym grafie. Jako przykład posłuży sekwent dla losowego grafu o pięciu wierzchołkach:

$$(w1+(w2*w3*w5)), (w2+(w3*w4)), (w3+(w5)), (w4+(w5))];$$

W tabeli 1 zestawiono ze sobą wyniki przekształceń z obu aplikacji. W przypadku programu GENTZEN v6.5en postanowiono rozważyć dwa przypadki, z włączoną optymalizacją oraz bez niej.

Tab. 1. Porównanie wyników przekształceń
Tab. 1. Comparison of the results

	Gentzen2011	Gentzen v6.5en (bez optymalizacji)	Gentzen v6.5en (z włączoną optymalizacją)
Liczba węzłów	34	34	19
Liczba wyników	3	3	3

Testy pokazały prawidłowość zwracanych wyników z nowo opracowanej aplikacji, jednocześnie uwidaczniają problem dużej złożoności obliczeniowej i konieczność zastosowania w dalszym etapie rozwoju reguł dopuszczalnych w celu zoptymalizowania rozwiązania, a co za tym idzie skrócenia drzewa dowodu.

3. Wnioski

System wnioskujący Gentzena został z sukcesem zaimplementowany za pomocą procedur składowanych z wykorzystaniem systemu zarządzania bazą danych DB2. Powstała implementacja niespotykana dotąd w realizacji systemów dowodzenia twierdzeń.

Ze względu na specyfikę systemu RDBMS zaproponowano przetwarzanie sekwentów w sposób iteracyjny. Mając do dyspozycji zaawansowaną bazę danych, wykorzystać ją można do zbierania informacji z przebiegu normalizacji. W przypadku przetwarzania rekurencyjnego w pamięci przetrzymywana jest tylko jedna gałąź (od korzenia do liścia lub sekwentu aktualnie przetwarzanego). Podejście iteracyjne wraz z przechowywaną historią pozwala na łatwiejsze próby badania zależności logicznych pomiędzy analizowanym sekwentem, a tym co już wcześniej było analizowane. Zaproponowany sposób implementacji otwiera nowe, potencjalne obszary badań i optymalizacji dla systemu wnioskującego Gentzena. Patrząc na rozwiązanie problemu z punktu wydajności, oczywistym jest, iż przetwarzanie w pamięci jest szybsze od operacji na plikach. Jednakże fakt posiadania łatwo rozszerzalnej przestrzeni dyskowej pozwala wykonać bardzo dużą liczbę przekształceń oraz gromadzić informacje o nich. Opracowany system dostępny jest na większość platform systemowych, gdyż samo DB2 dostępne jest na większość profesjonalnych systemów operacyjnych. W razie potrzeby stosunkowo dobra uniwersalność języka procedur składowanych pozwala również niewielkim nakładem pracy przenieść opracowane rozwiązanie na system RDBMS innego producenta (np. Microsoft, czy Oracle).

W ramach dalszego rozwoju implementacji systemu wnioskującego proponuje się zoptymalizowanie procedur pod kątem szybkości wykonania, jak i również rozbudowanie aplikacji klienta o dodatkowe opcje. Zebrana historia oraz zaawansowane mechanizmy systemu RDBMS w dalszych pracach posłużą do implementacji usprawnień w algorytmie wnioskującym.

Praca naukowa częściowo realizowana w ramach projektu badawczego własnego Nr N N516 513939.

4. Literatura

- [1] Ben-Ari M.: Logika matematyczna w informatyce, Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa 2005.
- [2] Indrzejczak A.: Wprowadzenie do rachunku sekwentów – zagadnienia metodologiczne, zastosowania. E-book.
<http://www.filozof.uni.lodz.pl/prac/ai/Gentzen.pdf>
- [3] Pawlak Z.: Automatyczne dowodzenie twierdzeń, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa 1965
- [4] Adamski M.: Projektowanie układów cyfrowych systematyczną metodą strukturalną, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Zielonej Górze, Zielona Góra 1990
- [5] Tkacz J.: Projektowanie układów sterowania binarnego wspomagane automatycznym wnioskowaniem Gentzena, rozprawa doktorska, Zielona Góra 2008
- [6] Gallier J. H.: Logic of Computer Science. Foundation of Automatic Theorem Proving. Hapv&Row Publisher, New York 1986
- [7] SDJ Extra DB2 9.7, nr 3