

Powody podjęcia danej tematyki badawczej

W naukach matematycznych wykorzystanie komputerowej weryfikacji jest narzędziem ułatwiającym sprawdzanie poprawności formułowanych rozumowań. Ta komputerowa weryfikacja choć wymaga szczegółowej analizy wszystkich kroków, znacznie zmniejsza szanse pojawienia się błędów w rozumowaniu. Możliwość zweryfikowania istniejących dowodów matematycznych na tak wysokim formalnym poziomie wiarygodności stanowiła punkt wyjścia do zbudowania systemów wspierających prowadzenie rozumowań (ang. *proof-assistant*), tj. Coq, HOL Light, Isabelle, Mizar. Efektywne wykorzystanie tych systemów nie jest możliwe bez istnienia dostatecznie dużych, certyfikowanych bibliotek wiedzy matematycznej zapisanej w sformalizowany sposób. Niezbędne jest również udostępnienie automatycznej migracji danych między największymi z nich. Migracja ta, oprócz umożliwienia prowadzenia rozumowań formalnych przy wsparciu zasobów kilku systemów, pozwala na niezależną weryfikację zaimportowanych rozumowań w innym systemie. Brak takich mechanizmów lub ich niekompletność istotnie izoluje dany system od pozostałych, co ma miejsce w przypadku systemu Mizar, rozwijanego w głównej mierze w Polsce, który posiada największą na świecie bibliotekę sformalizowanej wiedzy matematycznej MML, gdzie zostały rozwinięte dziedziny niesformalizowane w żadnym innym systemie.

Cel projektu

Głównym celem projektu jest niezależna weryfikacja rozumowań akceptowalnych przez system Mizar w środowisku Isabelle. Cel ten będzie realizowany poprzez utworzenie środowiska w systemie Isabelle, w którym emulowane będą komponenty systemu Mizar takie jak: konstrukcje językowe, metalogika, automatyzacje, jak również mechanizmy weryfikujące, do którego środowiska będzie możliwe przetłumaczenie i niezależne zweryfikowanie zasobów bazy MML. Ważnym podcelem tego projektu jest również zachowanie czytelności dla człowieka uzyskiwanego przekładu, która to czytelność jest często pomijana w przypadku maszynowego tłumaczenia nastawionego jedynie na niezależną komputerową weryfikację. Pominiecie tego aspektu w tłumaczeniu unicestwiło by bowiem efekty wieloletnich prac nad wdrażaniem do systemu Mizar rozwiązań, umożliwiających uprawianie formalizacji matematyki w sposób podobny do tego jaki występuje w nieformalnej matematyce. Na szczególną uwagę zasługuje tu fakt, że rozwiązania wykorzystywane w systemie Mizar były i są inspiracją do stosowania wielu analogicznych rozwiązań w innych systemach.

Planowane badania

W pierwszej kolejności planowane badania będą obejmować pełną rekonstrukcję logiki oraz obiektów metalogiki systemu Mizar wykorzystanych w tych skryptach jako nowe obiekty w logice Isabelle/FOL, jak również wierne odzwierciedlenie konstrukcji językowych systemu Mizar w języku Isar. Następnie zostanie opracowana metoda przebudowy abstrakcyjnego grafu dowodu opisującego strukturę rozumowań formułowanych w systemie Mizar, w celu eliminacji konstrukcji, dla których nie istnieją odpowiedniki w języku Isar. W kolejnym etapie podjęta zostanie próba opracowania w systemie Isabelle metod umożliwiających: rekonstrukcję ukrytych argumentów oraz rozstrzyganie problemu nadpisywania operatorów, wykorzystujących do tego celu mechanizmy dostępne w systemie Isabelle oraz możliwość definiowania nowych obiektów logiki. Opracowane również zostaną metody reprezentowania/kolekcjonowania/wykorzystania przeformułowanych informacji dostępnych w środowisku artykułu mizarowego w taktach dostępnych w środowisku Isabelle; metody rekonstrukcji procesów automatyzacji dostępnych w systemie Mizar, jak również wbudowanych mechanizmów. Ostatnim etapem badań będzie skonstruowanie narzędzia dokonujące automatycznego przekładu skryptów dowodowych biblioteki MML do systemu Isabelle. Implementacja ta jest konieczna dla uzyskania pełnego obrazu stosowalności i wydajności opracowanych teoretycznie rozwiązań. Przeprowadzona seria eksperymentów umożliwi dokonanie oceny ich efektywności na populacji faktycznie sformalizowanych dowodów (ponad 50 tys. twierdzeń), jak również wskaże dalsze kierunki ich rozwoju.