Prof. zw. dr hab. Roman Murawski
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza
Wydział Matematyki i Informatyki
ul. Umultowska 87
61–614 Poznań

Poznań, 15 czerwca 2011 r.

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr Moniki Piekarz pt. „Reprezentacja dyskretnych procesów obliczeniowych w wybranych modelach obliczeń analogowych"

Promotor: Dr hab. Przemysław Stpiczyński

Recenzowana rozprawa doktorska pani mgr Moniki Piekarz dotyczy związków między klasycznymi modelami obliczeń dyskretnych a modelami obliczeń analogowych. Jej celem jest integracja obu tych typów obliczeń. Autorka realizuje ten cel poprzez badanie zależności między analogowymi systemami liczącymi a tym, co obliczalne w klasycznym rozumieniu dyskretnym.

Rozprawa składa się ze Wstępu, czterech rozdziałów stanowiących właściwą jej część oraz Podsumowania. Dołączono do niej też spis tabel, spis rysunków, listę oznaczeń stosowanych w pracy oraz obszerną, bo liczącą 77 pozycji, bibliografię.

We Wstępie autorka podaje motywacje badań oraz krótko i zwięźle opisuje zawartość rozprawy z uwypukleniem głównych wyników.

Rozdział 1 „Wprowadzenie" ma charakter historyczny. Referuje się w nim historię obliczeń analogowych i opisuje aktualnie prowadzone badania w zakresie technologii analogowych. Rozdział kończy wyraźne sformułowanie motywacji, jakie przyświecały autorce przy podejmowaniu problematyki, której poświęcona jest recenzowana rozprawa. Streszcza je kończący ten rozdział cytat z Richarda Karpa, który wskazywał, że klasyczna teoria obliczeń nie zdaje adekwatnie sprawy z obliczeń wykonywanych na danych o wartościach w zbiorze liczb rzeczywistych, a taka jest większość problemów obliczeniowych w fizyce i inżynierii. Zastosowane w rozprawie zestawienie klasycznej teorii obliczeń i teorii obliczeń analogowych ma m.in. na celu – jak wyjaśnia autorka – przeniesienie ważnych nierozstrzygalnych kwestii z klasycznej teorii obliczeń na grunt obliczeń analogowych, aby tam poszukać dla nich rozwiązania, jak również wskazanie alternatywnych rozwiązań dla problemów mających rozwiązania bazujące na obliczeniach dyskretnych.

W rozdziale 2 „Podstawowe pojęcia teorii obliczalności dyskretnej i analogowej" buduje się teoretyczną bazę do dyskusji procesów obliczeniowych poprzez zaprezentowanie (w oparciu o klasyczne monografie) podstaw teorii obliczeń dyskretnych (maszyny Turinga i funkcje częściowo rekurencyjne) oraz poprzez przedstawienie pojęć istotnych dla teorii obliczeń analogowych. Opisano więc tu podstawowy model obliczeń analogowych General Purpose Analog Computer GPAC, a następnie jego uogólnienie, czyli Extended Analog Computer EAC i wreszcie rekurencyjne funkcje rzeczywiste.

W rozdziale 3 „Obliczenia analogowe a maszyna Turinga" przedstawiono pewne związki pomiędzy obliczeniami na liczbach rzeczywistych a maszynami Turinga. W szczególności opisano klasyczne wyniki dotyczące obliczeń na liczbach rzeczywistych prowadzonych przy pomocy maszyn Turinga – wykorzystano tu wyniki znane z literatury, a więc książkę K. Weihraucha oraz pracę K. Weihraucha i X. Zhenga. W dalszej części rozdziału rozważa się problem odwrotny: jak funkcje zdefiniowane na liczbach rzeczywistych mogą generować wyniki obliczeń maszyny Turinga. Pokazano, że rezultat dowolnej deterministycznej maszyny Turinga można otrzymać przy pomocy rzeczywistej funkcji rekurencyjnej oraz że wynik obliczeń dowolnej deterministycznej, jak i niedeterministycznej maszyny Turinga można otrzymać przy pomocy pewnej analitycznej funkcji zmiennej rzeczywistej. Te ostatnie wyniki to własne (opublikowane już) wyniki doktorantki.

Rozdział 4 „EAC a klasyczne modele obliczeń" poświęcony jest badaniu modelu Extended Analog Computer EAC, w szczególności badaniu jego możliwości symulacji maszyn Turinga oraz generowania funkcji częściowo rekurencyjnych i zbiorów rekurencyjnych. Autorka pokazuje tu (są to jej własne, opublikowane już wyniki), że EAC może symulować maszynę Turinga generując wyniki jej obliczeń z dowolną dokładnością oraz że EAC generuje dowolne rekurencyjnie przeliczalne zbiory liczb naturalnych, a w konsekwencji przy pomocy EAC można otrzymać wartość dowolnej funkcji częściowo rekurencyjnej w zadanym punkcie. Pokazano też, że klasyczny problem stopu jest równoważny odpowiedzi w modelu EAC na pytanie o niepustość zbioru.

W zamykającym część właściwą rozprawy doktorskiej rozdziale „Podsumowanie" autorka streszcza przedstawione wyniki pokazując, że cele i zadania zarysowane we wstępie zostały zrealizowane. Formułuje też kilka problemów otwartych, które stanowić mogą punkt wyjścia do dalszych badań.

Wyniki zaprezentowane w recenzowanej rozprawie doktorskiej są interesujące, ich dowody poprawne. Autorka znakomicie orientuje się w literaturze i w aktualnie prowadzonych na świecie badaniach w zakresie dziedziny, do której należy rozprawa. Rozprawa napisana jest jasnym i precyzyjnym językiem, rozważane problemy zostały precyzyjnie sformułowane, a tezy jasno przedstawione i uzasadnione. Dowody podanych twierdzeń sa w większości długie i skomplikowane – zostały jednak podane przejrzyście i jasno. Rozprawa daje pewne całościowe ujęcie zagadnienia, jest dobrze osadzona w kontekście badań prowadzonych w zakresie teorii obliczeń. Autorka dobrze wyłożyła motywacje podjętych badań. Struktura pracy jest bardzo przejrzysta. Wyraźnie wyodrębniono wyniki własne autorki od wyników znanych z literatury – w przypadku tych ostatnich zawsze podaje się dokładne informacje bibliograficzne. Na podkreślenie zasługuje zamieszczenie w rozprawie bardzo obszernej bibliografii, co stanowi dodatkowe uzasadnienie tezy o tym, ze autorka dobrze orientuje się swojej dziedzinie. Świadczy o tym też zamieszczona na końcu lista problemów otwartych związanych z rozważanymi w rozprawie zagadnieniami. Nie bez znaczenia jest także ładna i estetyczna forma zewnętrzna rozprawy.

Przedstawione w rozprawie wyniki pani mgr M. Piekarz stanowią wkład do teorii obliczeń, w szczególności do teorii obliczeń analogowych – dziedziny bardzo w ostatnim czasie rozwijanej.

Pewne zastrzeżenia budzić mogą drobne – nie mające zresztą wpływu na pozytywną ocenę całości – usterki natury językowej. W niektórych miejscach szwankuje interpunkcja – autorka najwyraźniej nie lubi przecinków i rzadko ich używa. W kilku miejscach mamy niezręczne sformułowania. Dla przykładu: definiując klasy funkcji autorka zestawia obok siebie nazwę funkcji i informacje o liczbie jej argumentów pisząc „... oraz g $(k+2)$-argumentową funkcją ...” (strona 21) – lepiej byłoby przecież „... zaś g funkcją $(k+2)$-argumentową” (tego typu sformułowań jest w pracy więcej). Na stronie 36 mamy niezręczne „Jeśli wystartujemy obliczenia ...”, na stronie 39 zaś mamy przykład rozpowszechnionego niestety w obecnej polszczyźnie zjawiska używania przypadków zależnych zamiast mianownika – autorka pisze „... to podejście jest naturalnym z punktu widzenia ...” zamiast „jest naturalne”. Na stronie 64 znajdujemy nieładne sformułowanie, że coś „satysfakcjonuje” pewien warunek zamiast, że spełnia go. Pewne zastrzeżenia budzić może też formułowanie definicji klas funkcji obliczalnych. Wszystkie one powinny mieć postać typu „Jest to *najmniejsza* klasa funkcji zawierająca ... i zamknięta ze względu na ...”. Definicje podawane w rozprawie mają inny kształt – podkreślić jednak trzeba, że nie wprowadza to niejasności i zawsze wiadomo, o jaką klasę funkcji chodzi.

Reasumując stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska pani mgr Moniki Piekarz czyni zadość wymogom stawianym rozprawom doktorskim w ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym i w noszę o dopuszczenie rozprawy do publicznej obrony.

Roman Murawski