

Wojciech Suchot*

SYSTEMY: KRZ I LOGIKA1
KOMPUTEROWO WSPOMAGANE NAUCZANIE LOGIKI
NA UNIWERSYTECIE JAGIELLOŃSKIM

Wobec przyspieszonego rozwoju nauki podstawowym problemem stojącym przed współczesnym nauczaniem jest zapewnienie nadażania edukacji za aktualnym poziomem wiedzy. Wymaga to przede wszystkim intensyfikacji procesu kształcenia, czemu służyć może wykorzystanie nowoczesnych środków technicznych w nauczaniu. Z nich najbardziej obiecujący jest bez wątpienia komputer. Atut, jaki posiada (przynajmniej w tej chwili), to niewatpliwa fascynacja nim młodzieży, a przynajmniej znacznej jej części. Ta - zapewne przejściowa - młodzieżowa moda może być wykorzystana jako dodatkowy czynnik wzmacniający motywację do przyswajania wiedzy.

Dziedzinami, w których użycie komputera w toku nauczania powinno stać się metoda preferowana, są przede wszystkim dyscypliny formalne - a wśród nich logika. Jednym z zasadniczych zabiegów dydaktycznych prowadzących do opanowania materiału w podstawowym dziale logiki, jakim są obecnie rachunki logiczne, jest bowiem systematyczne rozwiązywanie typowych zadań, a trudno o lepsze niż komputer narzędzie do nieustrudzonego generowania przykładów i nieomylnego kontrolowania odpowiedzi.

* Instytut Filozofii, Uniwersytet Jagielloński

Prace nad oprogramowaniem dydaktycznym dla potrzeb nauczania logiki na kierunkach humanistycznych Uniwersytetu Jagiellońskiego prowadził w latach 1987-1990 zespół pracowników Zakładu Logiki Instytutu Filozofii (w skład którego weszli: dr P. Krzystek, dr M. Porebska, doc. dr hab. W. Suchon), a finansowano je ze środków resortowego projektu badawczego RPBP III.24 (kierowanego przez profesora dr hab. W. Marciszewskiego), w którym stanowiły odrębny temat C7 "Komputerowo wspomagane nauczanie logiki na kierunkach pozamatematycznych".

Cykl prac otwierał program KRZ, mający ułatwić studentom przyswojenie podstaw semantycznej wersji klasycznego rachunku zdań uwzględnianych w kursie elementarnym. Program ten został zademonstrowany w roku 1987 pracownikom CONTN krakowskiej WSP oraz pracownikom Zakładu Logiki Instytutu Filozofii UJ, zyskując ich przychylną ocenę.

Program KRZ przygotowywany był z myślą o szybkim wykorzystaniu w toku zajęć, stąd jego implementacje opracowano na sprzęt, który był dostępny w chwili podjęcia prac, czyli na mikrokomputer ZX SPECTRUM. Następnie - w związku z decyzją władz Uniwersytetu Jagiellońskiego o utworzeniu (od stycznia 1988) przy Zakładzie Logiki Instytutu Filozofii pracowni dydaktycznej bazującej na mikrokomputerach AMSTRAD CPC 6128 - przygotowano wersję na ten typ mikrokomputera.

Program KRZ posłużył za punkt wyjścia dla rozważań przygotowujących dalsze prace zespołu i stanowił podstawę do formułowania szczegółowych zadań podejmowanych w następnych latach. W rezultacie prowadzonych prac powstał system KRZ stanowiący zespół sześciu programów (KRZ001-KRZ006) współtworzących pomoc dydaktyczną przeznaczoną do wspomagania ćwiczeń z logiki formalnej na kierunkach

niematematycznych. System ten swym zakresem obejmuje podstawowe zagadnienia skládajace siê na opis klasycznego rachunku zdañ i tak:

"KRZ001" - program poświęcony jezykowi klasycznego rachunku zdañ;

"KRZ002" - program pozwalajacy wykładowcy na głebsza prezentacje ilosciowych zaleznosci wystepujacych w jezykach symbolicznych;

"KRZ003" - program przeznaczony do nauczania o wartosciowaniach boolowskich i tautologiach z wykorzystaniem zarowno metody tabelkowej, jak i metody sprawdzania niewprost;

"KRZ004" - program ukazujacy metody budowy formuly definiujacej dowolny funktor przy uzyciu funktorow z zadanego zestawu oraz sposoby konstrukcji standaryzowanych postaci normalnych: koniunkcyjnych i alternatywnych;

"KRZ005" - program do wykorzystania w toku nauczania dowodzenia w aksjomatycznej wersji klasycznego rachunku zdañ. Kontroluje on poprawnosć krokow dowodowych w dowodzie prowadzonym przez studenta;

"KRZ006" - podobny do poprzedniego program sluzacy do dowodzenia tez klasycznego rachunku zdañ w pewnym systemie dedukcji naturalnej.

Programy wchodzace w sklad systemu zawieraja przypomnienie wprowadzonych w czasie wykladu tresci logicznych, zwlaszcza wyjasnienia dotyczace techniki rozwiazywania zadani w postaci krótkich tekstow zestawiajacych minimum wiadomosci na temat stanowiący przedmiot danych ćwiczeń. Główna część programu stanowią ćwiczenia, a oprócz nich znajduje sie w programie opcja pozwalajaca uzytkownikowi sprawdzac poprawnosć samodzielnie wykonanych zadani domowych.

Wszystkie programy skládajace siê na system KRZ zostaly przetestowane w trzech cyklach zajec eksperymentalnych. Zajecia te

miały na celu: sprawdzić walory dydaktyczne poszczególnych programów i całego zestawu; pozwolić na opracowanie optymalnej strategii prowadzenia zajęć z logiki korzystających z dydaktycznych programów komputerowych; umożliwić obserwacje wpływu użytych metod i nowoczesnych pomocy dydaktycznych na wyniki nauczania; służyć wykryciu i usunięciu ewentualnych usterek systemu oraz wprowadzeniu doń ulepszeń.

Zajęcia przeprowadzono w wyposażonej w osiem mikrokomputerów Amstrad CPC 6128 Mikrokomputerowej Pracowni Dydaktycznej Zakładu Logiki Instytutu Filozofii UJ. Okazały się one niezwykle atrakcyjne. Było to widoczne w zwiększonej aktywności intelektualnej studentów i bardzo dobrej frekwencji na ćwiczeniach. Można uznać, że nastąpił wyraźny wzrost zainteresowania przedmiotem, a nowa forma nauczania zyskała pełną akceptację. Z podobną przychylnością spotkała się ona ze strony prowadzących zajęcia.

Doświadczenia zgromadzone w toku eksperymentów dydaktycznych nie tylko potwierdziły przydatność systemu KRZ w prowadzeniu ćwiczeń z logiki elementarnej, ale również pozwoliły przekonać się o zaletach kursu wspomaganego komputerowo. Najważniejsze z nich to pełna indywidualizacja tempa nauczania i skuteczne wyeliminowanie stresów, którym w czasie zajęć prowadzonych metodą tradycyjną ulegają studenci potrzebujący więcej czasu na przyswojenie sobie nowych pojęć i algorytmów. Przekazanie generowania przykładów i bieżącej oceny poprawności ich rozwiązywania komputerowi nie zwalnia oczywiście osoby prowadzącej zajęcia z obowiązku czuwania nad przebiegiem pracy studenta, gdyż powinna ona być stale gotowa do pomocy w obsłudze sprzętu, dyskretnie kontrolować sposób przechodzenia do kolejnych porcji ćwiczeń i ewentualnie - dostrzegając merytoryczne kłopoty studenta - podpowiadać, w jaki sposób należy przezwyciężyć napotkana trudność.

Finalna wersja systemu KRZ zaimplementowana została nie tylko na sprzęt dotychczas wykorzystywany (ZX Spectrum, Amstrad CPC 6128), lecz także na mikrokomputer IBM XT.

Zgromadzone w toku eksperymentów obserwacje posłużyły także przygotowaniu przewodnika metodycznego dla nauczyciela pod tytułem *"Materiały pomocnicze dla prowadzących ćwiczenia z logiki z wykorzystaniem zestawu programów komputerowych SYSTEM.KRZ"*. Jest to obszerny podręcznik adresowany do osób pragnących wykorzystywać system KRZ w nauczaniu. Oprócz omówienia kolejnych programów składowych systemu zawiera on również wskazówki o charakterze organizacyjnym ułatwiające praktyczne przeprowadzenie poszczególnych jednostek lekcyjnych.

System KRZ został uzupełniony o program TEST.KRZ odgrywający rolę automatycznego egzaminatora. Uczący ma możliwość przygotowania własnego zestawu ćwiczeń dotyczących problematyki objętej przez system KRZ, a także podania własnej skali ocen. Program przeprowadzając egzamin prowadzi jego protokół i ustala oceny. W chwili obecnej ten automatyczny egzaminator istnieje tylko w implementacji na Amstrad CPC 6128, ale zaawansowane są prace nad jego implementacją na IBM XT.

Ponieważ program badawczy zakładał rozszerzenie komputerowo wspomaganego nauczania logiki także na rachunki nieklasyczne, rozpoczęto (od 1988) konstruowanie analogicznych do KRZ systemów dla trójwartościowej logiki Łukasiewicza, logiki intuicjonistycznej i modalnej logiki S4 Lewisa. Te systemy w swojej szacie graficznej i stylu komunikacji z użytkownikiem w pełni naśladowały system KRZ. Także struktura wewnętrzna wszystkich tych systemów (wiązanka niezależnych programów, z których każdy poświęcony jest odrębnemu tematowi), była identyczna. Wymienione systemy dla logik nieklasycznych przygotowano tylko w implementacji na ww. mikrokomputer Amstrad.

Ekspertydy dydaktyczne wykazały, że słabym punktem przygotowywanych dotychczas kursów był brak stosownych materiałów pomocniczych, w szczególności adekwatnej literatury podręcznikowej. Uznaliśmy więc, że pełnowartościowy komputerowo wspomagany kurs logiki musi być oparty na zestawie pomocy dydaktycznych obejmujących nie tylko system programów komputerowych, lecz także materiały do ćwiczeń przy komputerze dla studenta, podręcznik zawierający pogłębiony wykład merytorycznych treści kursu oraz przewodnik metodyczny dla osób pragnących wykorzystać go w swojej pracy dydaktycznej.

Za punkt wyjścia dla tworzonego kursu przyjęliśmy opracowany przez M. Porębską i W. Suchonia podręcznik *"Elementarne wprowadzenie w logikę formalną"*. Zawiera on jednolity wykład logiki formalnej bazujący na materiale zajęć prowadzonych przez autorów podręcznika ze studentami filozofii w ostatnich dwóch latach. Jego główna idea jest równoległe przedstawienie, pozwalające na przeprowadzenie instruktywnych porównań, kilku ważnych rachunków logicznych. Dotyczy to klasycznego rachunku zdań, intuicjonistycznego rachunku zdań, trójwartościowego rachunku zdań Łukasiewicza, modalnego rachunku zdań S4 Lewisa i klasycznego węższego rachunku predykatów, które zostały opisane według wspólnego wzorca, zarówno w wersji semantycznej, jak i syntaktycznej. Dotychczas przygotowane programy dotyczące wymienionych rachunków zdaniowych pozwoliły nam szybko opracować adekwatny do treści podręcznika system nazwany LOGIKA1.

System LOGIKA1 dostarcza studentowi dopasowany do wzmiankowanych rachunków zdaniowych zestaw ćwiczeń oraz kontroluje proces ich rozwiązywania. Oto zestaw zagadnień, którymi system pozwala się zajmować:

- język ekstensjonalny (funktory A, C, K, N)
- rozpoznawanie, czy dany ciąg symboli jest wyrażeniem;

- rozpoznawanie, czy dane wyrażenie jest formułą;
- konstruowanie formuły o zadanej długości;
- konstruowanie formuły będącej schematem wskazanego zdania;
- konstruowanie formuły będącej przekładem formuły zapisanej w odmiennej notacji;

Wszystkie te ćwiczenia są przewidziane zarówno dla notacji polskiej, jak i tradycyjnej.

- klasyczny rachunek zdań

- sprawdzanie tautologii przy użyciu metody tabelkowej;
- sprawdzanie tautologii przy użyciu metody nie wprost;
- dowodzenie tez w systemie aksjomatycznym (z użyciem wyłącznie reguły odrywania i podstawiania);
- dowodzenie tez w systemie aksjomatycznym z pomocą twierdzeń o dedukcji

- intuicjonistyczny rachunek zdań

- sprawdzanie tautologii przy użyciu metody nie wprost;
- dowodzenie tez w systemie aksjomatycznym (z użyciem wyłącznie reguły odrywania i podstawiania);
- dowodzenie tez w systemie aksjomatycznym z pomocą twierdzeń o dedukcji.

- język modalny (funktory A, C, K, L, M, N)

- rozpoznawanie, czy dany ciąg symboli jest wyrażeniem;
- rozpoznawanie, czy dane wyrażenie jest formułą;
- konstruowanie formuły o zadanej długości;
- konstruowanie formuły będącej schematem wskazanego zdania;
- konstruowanie formuły będącej przekładem formuły zapisanej w odmiennej notacji;

Wszystkie ćwiczenia z tej grupy są przewidziane zarówno dla notacji polskiej, jak i tradycyjnej.

- trójwartościowy rachunek zdań Łukasiewicza

- sprawdzanie tautologii przy użyciu metody tabelkowej;
- dowodzenie tez w systemie aksjomatycznym (z użyciem wyłącznie reguły odrywania i podstawiania);

- modalny rachunek zdań S4

- sprawdzanie tautologii przy użyciu metody nie wprost;
- dowodzenie tez w systemie aksjomatycznym (z użyciem wyłącznie reguły Goedla, odrywania i podstawiania);

Wewnętrzna organizacja systemu LOGIKA1 jest inna niż organizacja poprzednich systemów składających się z niezależnych programów, z których każdy poświęcony był odmiennej tematyce. Teraz istnieje główny program zarządzający, a poszczególnym typom ćwiczeń odpowiadają nakładki programowe. Szata graficzna i styl komunikacji z użytkownikiem (technika menu) naśladuje jednak zweryfikowane dydaktycznie rozwiązania używane w systemie KRZ. Ćwiczenia poświęcone sprawdzaniu tautologiczności formuł mogą być przeprowadzane dwójako. Po pierwsze można korzystać z formuł losowych, po drugie z listy formuł charakteryzujących zasadnicze własności funktorów. Są dwie takie listy. Jedna dla rachunków: KRZ, INT i L3, druga dla L3 i S4. Celem ich utworzenia było umożliwienie porównania tych rachunków.

Algorytmy testowania tautologiczności są maksymalnie ujednolicone tak, aby nawyki wyniesione z klasycznego rachunku zdań mogły być łatwo wykorzystane w innych rachunkach omawianych w tym kursie.

Istotną różnicę w stosunku do wszystkich poprzednio opracowanych systemów stanowi rezygnacja z opcji "Przypomnienie wiadomości", która podawała użytkownikowi zwięzłe wyjaśnienia dotyczące technik używanych do rozwiązywania zadań. W opinii uczących informacje te były bowiem zbyt lakoniczne, a nadto studenci bardzo

rzadko z tej opcji korzystali. Zamiast owych krótkich tekstów wmontowanych w programy kurs opiera się na skrypcie zawierającym znacznie obszerniejszy zasób informacji dobranych i zestawionych tak, aby student uczestnicząc w zajęciach mógł całkowicie zrezygnować z prowadzenia notatek. Skrypt, ściśle powiązany z systemem LOGIKA1, pod tytułem "Komputer uczy logiki cz.I - RACHUNKI ZDANIOWE", ukazał się w październiku 1990 roku nakładem wydawnictwa Uniwersytetu Jagiellońskiego. Kopie jego maszynopisu były udostępnione studentom biorącym udział w ostatnio ukończonym eksperymencie dydaktycznym. Zawiera on zwarte przedstawienie problematyki logicznej, opis technik używanych do rozwiązywania zadań określonych typów, przykłady takich zadań wraz z rozwiązaniami i zestawy ćwiczeń do rozwiązania w domu. Taki skrypt pozwala studentowi nie tylko powtarzać zagadnienia poruszone na poprzednich zajęciach, ale i przygotować się do zajęć następnych.

Jak dotychczas implementacja systemu LOGIKA1 istnieje zarówno na komputer AMSTRAD CPC 6128, jak i na IBM XT. Zrezygnowaliśmy natomiast z implementacji na ZX SPECTRUM, ponieważ mikrokomputer ten powoli wychodzi z użycia dla celów edukacyjnych.

Podobnie jak w przypadku systemu KRZ przygotowano przewodnik metodyczny dla nauczycieli. Jest to obszerne opracowanie użyteczne dla osób pragnących na swych zajęciach korzystać z systemu LOGIKA1. Znalazły tu omówienie programy składowe tego systemu oraz szczegółowe wskazówki praktyczne ułatwiające przeprowadzenie poszczególnych ćwiczeń.

System LOGIKA1 został uzupełniony przez program egzaminujący TEST1, który odgrywa taką samą rolę wobec systemu LOGIKA1, jaka wspomniany wyżej program TEST.KRZ względem systemu KRZ.

Czytelnik zapewne zauważył, że dotychczasowe opracowania oznaczane były jako część pierwsza kursu "Komputer uczy logiki".

Wymieniony wyżej zespół kontynuuje bowiem prace z zamiarem przygotowania systemu: LOGIKA2. Będzie on poświęcony przedstawieniu zarówno semantycznej, jak i syntaktycznej wersji klasycznego węższego rachunku predykatów, jak też sylogistyce Arystotelesa. Od strony formy autorzy chcą w nim powtórzyć wzorzec, jaki stanowi LOGIKA1. Opracujemy też dopasowane do niego: studencki "workbook", przewodnik metodyczny, i program egzaminujący. Jeśli te plany uda się zrealizować, kurs nazwany "Komputer uczy logiki" stanie się pełnowartościowym narzędziem do komputerowo wspomaganego nauczania logiki formalnej w zakresie przewidzianym uniwersyteckim standardem.

Abstract

In the paper two didactic computer systems are considered. These systems were developed at the Department of Logic of the Jagiellonian University.