

System ekspertowy wspomagający procesy decyzyjne w produkcji roślinnej

Streszczenie

Celem pracy było badanie możliwości wykorzystania systemów ekspertowych jako instrumentów wspomagających procesy podejmowania decyzji, realizowane w szeroko rozumianej produkcji roślinnej. Celem użytecznym było zaprojektowanie, wykonanie oraz przetestowanie systemu ekspertowego „SadEkspert v.1.0”, przeznaczonego do identyfikacji wybranych chorób oraz szkodników, występujących w sadowniczej produkcji roślinnej. Do realizacji tego celu wykorzystano dwa języki programowania: język systemów ekspertowych „Prolog” oraz język obiektowy „C#” oparty o platformę .NET.

Wprowadzenie

W związku z przystąpieniem Polski do Unii Europejskiej, polskie gospodarstwa rolnicze funkcjonują na tych samych zasadach, co nowoczesne gospodarstwa z innych państw Wspólnoty. Podstawą prawidłowego funkcjonowania i rozwoju rolnictwa jest przede wszystkim wdrażanie nowoczesnych technologii, w tym technologii informatycznych, takich jak doradcze systemy ekspertowe wspomagające podejmowanie decyzji przez rolnika.

Ważnym zagadnieniem we współczesnym rolnictwie jest ochrona roślin [4, 6]. W związku z dużą liczbą chorób oraz szkodników atakujących rośliny, a także środków je zwalczających, trudne jest rozpoznanie choroby lub szkodnika, uniemożliwia to prawidłowe ich zwalczanie. W tym przypadku pomocny może okazać się adekwatny system ekspertowy. System taki winien rozpoznawać chorobę (lub szkodnika) na drzewach owocowych, a także proponować optymalne metody ich zwalczania. Poprzez przyjazny użytkownikowi dostęp do bazy wiedzy, wytworzony system ekspertowy powinien być łatwy do rozbudowy o inne rośliny oraz agrofagi.

Celem pracy było zaprojektowanie, wytworzenie i przetestowanie systemu ekspertowego „SadEkspert v.1.0” do identyfikacji wybranych chorób oraz szkodników, występujących w sadowniczej produkcji roślinnej.

Systemy ekspertowe

Najbardziej ogólna i najczęściej przytaczana jest definicja systemu ekspertowego mówiąca, że system ekspertowy jest programem komputerowym, który wykonuje złożone zadania o dużych wymaganiach intelektualnych i robi to tak dobrze jak człowiek będący ekspertem w tej dziedzinie [1]. Zadaniem systemów ekspertowych jest więc wykonywanie profesjonalnych ekspertyz w oparciu o zawarte w nich wzory zachowań, prezentowane przez specjalistów z danej dziedziny. Należy podkreślić, że system ekspertowy zajmuje się problematyką jednej, ściśle określonej, na ogół wąskiej dziedziny.

Podstawowe elementy systemu ekspertowego [2]:

1. Baza wiedzy, zawierająca wiedzę potrzebną do rozwiązywania problemów, zwaną w dalszym ciągu wiedzą dziedzinową.
2. System wnioskujący, wyznaczający fakty wynikające z bazy wiedzy i z pewnego zbioru faktów początkowych, charakteryzujących problem będący przedmiotem wnioskowania (wnioskowaniem nazywa się wyznaczanie nowych faktów z bazy wiedzy i zbioru faktów początkowych, zadeklarowanych przez użytkownika systemu ekspertowego).

Oprócz wymienionych elementów podstawowych system ekspertowy ma jeszcze elementy pomocnicze, do których należy:

3. System objaśniający, który objaśnia strategię wnioskowania.
4. Baza danych stałych oraz zmiennych.
5. Edytor bazy wiedzy, służący do czytania, formułowania i modyfikowania bazy wiedzy.
6. Łącze użytkownika, umożliwiające użytkownikowi komunikowanie się z systemem wnioskującym i edytorem bazy wiedzy.

Uwzględniając te elementy, strukturę systemu ekspertowego można przedstawić w postaci schematu pokazanego na rys. 1.

Techniki wytwarzania systemów ekspertowych

Narzędzia programowe wspomagające proces wytwarzania systemu ekspertowego występują w postaci pakietów oprogramowania, które w sposób efektywny zmniejsza wysiłek wymagany w trakcie konstruowania aplikacji. Nie istnieje jedno uniwersalne narzędzie do budowy różnych systemów ekspertowych. Warto więc, już na początku, dobrać właściwe narzędzie, adekwatne dla wytwarzanego systemu informatycznego. Narzędzia te można podzielić na następujące grupy [1]:

1. Systemy szkieletowe: Acquire, ESB, ExSys, DecisionPro, XpertRule, G2.
2. Programy ułatwiające implementację systemów ekspertowych: KEE, EZ-Xpert, Loops, ProGenesis, Aion Execution, Level 5 Object.
3. Języki systemów ekspertowych: CLIPS, Flops, Samlltalk, OPS5, Jess.
4. Języki „sztucznej inteligencji”: Lisp, Prolog.
5. Języki algorytmiczne: C, C++, C#, Pascal, Java.

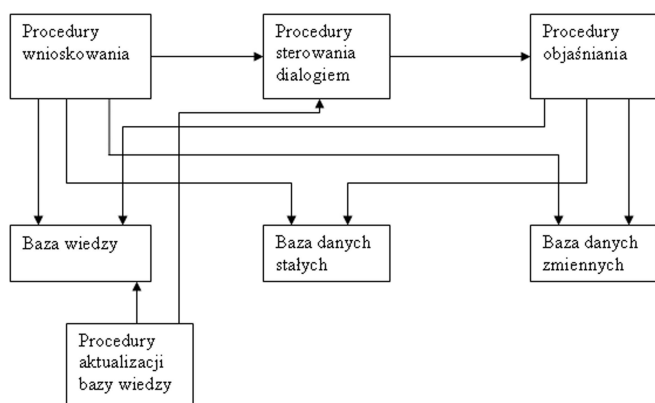
Język „Prolog” bywa w literaturze zaliczany do klasy języków systemów ekspertowych ze względu na to, że ma wbudowany mechanizm wnioskowania oraz określony rodzaj reguł.

Najlepsze rezultaty w tworzeniu systemów ekspertowych można uzyskać łącząc ze sobą różne narzędzia. Umożliwia to zlikwidowanie wad poszczególnych technik. Do wytworzenia systemu ekspertowego „SadEkspert v.1.0” została wykorzystana implementacja języka „Prolog”, Amzi! Prolog + Logic Server oraz język „C#” na platformie .NET.

Język „Prolog” jest językiem programowania w logice. Stworzony w 1971 roku przez *Alaina Colmeraurera i Phillipe'a Roussela* z Uniwersytetu w Marsylii [5]. Znalazł on szerokie zastosowanie w rozwiązywaniu zagadnień sztucznej inteligencji. Wzrost znaczenia „Prologu” nastąpił w wyniku decyzji Japonii o oparciu projektu komputerów piątej generacji

właśnie o ten język programowania. „Prolog” jest typowym językiem deklaratywnym opartym na tzw. *rachunku predykatów*. Różnica pomiędzy językiem deklaratywnym a proceduralnym polega na tym, że w języku proceduralnym formułuje się sekwencję kroków prowadzących do pożądanego wyniku, natomiast język deklaratywny służy do sformułowania tego, jaki wynik należy otrzymać. Programy pisane w tym języku stanowią swojego rodzaju bazy wiedzy. Wadą „Prologu” jest mało efektywny system przeszukiwania bazy wiedzy oraz bardzo ściśle logiczne podstawy uniemożliwiające programowi odpowiedź typu „nie wiem”. Jeżeli nie można czegoś w danym momencie dowieść jest to uznawane za fałsz.

Mimo przedstawionych wad, język ten ma szereg zalet. Jedną z nich jest względna łatwość programowania w tym języku, zwłaszcza jeśli chodzi o tworzenie systemów ekspertowych. Wynika to między innymi z faktu, że język ten ma wbudowany mechanizm wnioskujący a także łatwo jest oddzielić sam program od bazy wiedzy. Pisanie programu w „Prologu” nie polega na opisywaniu algorytmu, jak to ma miejsce w tradycyjnych językach programowania, takich jak C++, C#, itp. Osoby programujące w „Prologu” skupiają się na formalnych relacjach i obiektach związanych z danym problemem, badając, które relacje są „prawdziwe” dla szukanego rozwiązania. Programowanie w „Prologu” polega przede wszystkim na opisaniu znanych faktów i relacji dotyczących badanego problemu, a dopiero w mniejszym stopniu na podawaniu kolejnych kroków algorytmu.



Rys. 1. Elementy systemu ekspertowego

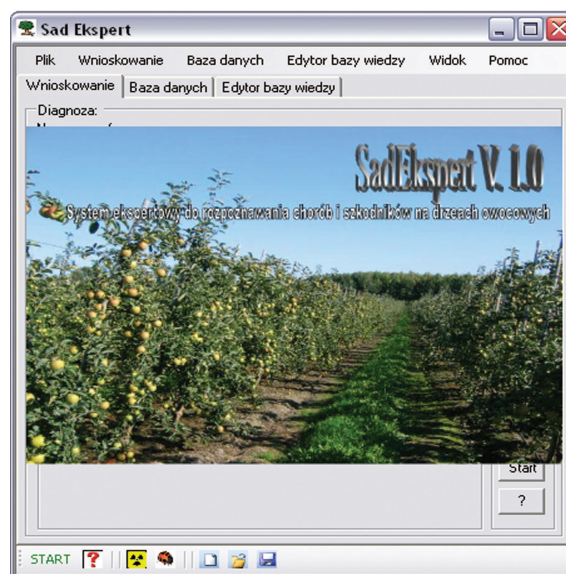
Można uważać „Prolog” za zbiór *faktów* i *reguł*, które są używane do udzielania odpowiedzi na *zapytania*. Programowanie w „Prologu” polega zatem na podawaniu faktów i reguł, zaś system potrafi wnioskować nowe fakty na podstawie już istniejących. „Prolog” to język konwersacyjny, co oznacza, że użytkownik prowadzi swojego rodzaju dialog z komputerem. Za pomocą klawiatury wprowadza się do komputera dane, zaś komputer na wyświetlaczu pokazuje swoje odpowiedzi. „Prolog” oczekuje, że użytkownik wprowadzi wszystkie fakty i reguły dotyczące rozwiązywanego problemu. Następnie „Prolog” będzie odpowiadał na zadawane pytania.

Do wytworzenia systemu „*SadEkspert v.1.0*” wykorzystano komercyjną implementację „Prologu”, występującą pod nazwą Amzi! Prolog + Logic Server. Program ten jest dostępny w sieci darmowo, jednak edycja ta ma ograniczone możliwości w stosunku do wersji pełnej. Implementacja ta posiada dużą funkcjonalność, dzięki której zyskuje przewagę nad innymi programami tego typu. Jej główną zaletą jest wbudowany Serwer Logiczny, dzięki któremu możliwe jest zagnieżdżanie programów „Prologowych” w programach napisanych w innych językach programowania, takich jak C++, C#, Visual Basic itd. [3].

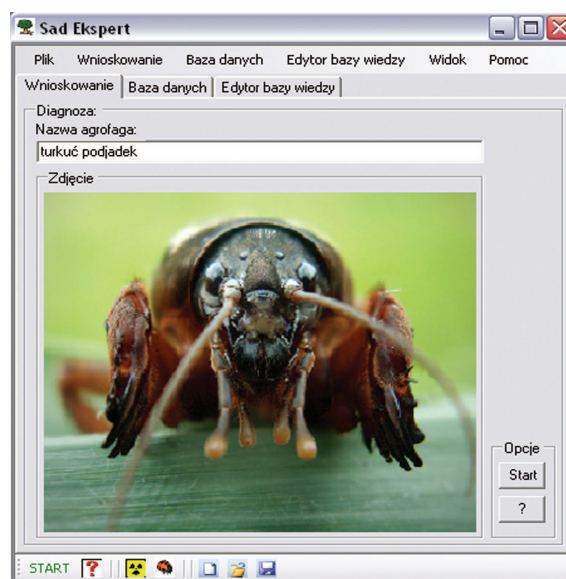
Opis wytworzonego oprogramowania „*SadEkspert v.1.0*”

Wytworzony system informatyczny jest systemem ekspertowym, który służy do identyfikacji szkodników lub chorób występujących na drzewach owocowych w produkcji sadowniczej. Umożliwia on również wskazanie optymalnego sposobu walki z rozpoznanymi agrofagami, wykorzystując w tym celu zaimplementowaną w systemie bazę danych ze środkami ochrony roślin. Program napisany został w środowisku Visual Studio 2005. Językiem programowania był C#, w którym osadzony został język „Prolog”. Wykorzystana została implementacja Amzi! Prolog + Logic Server. Język „Prolog” komunikuje się z językiem C# za pomocą serwera logiki (*Logic Server*).

System ekspertowy „*SadEkspert v.1.0*” umożliwia rozpoznanie ok. 120 agrofagów, które występują na prawie wszystkich drzewach owocowych. Możliwe jest dopisywanie większej ilości agrofagów oraz odpowiadających im reguł. Wszystkie agrofagi zostały przedstawione w formie graficznej (na zdjęciach). Dodatkowo w bazie danych programu umieszczono ponad 70 preparatów zwalczających szkodniki oraz choroby.









Rys. 2. Interfejs użytkownika systemu ekspertowego „*SadEkspert v.1.0*”



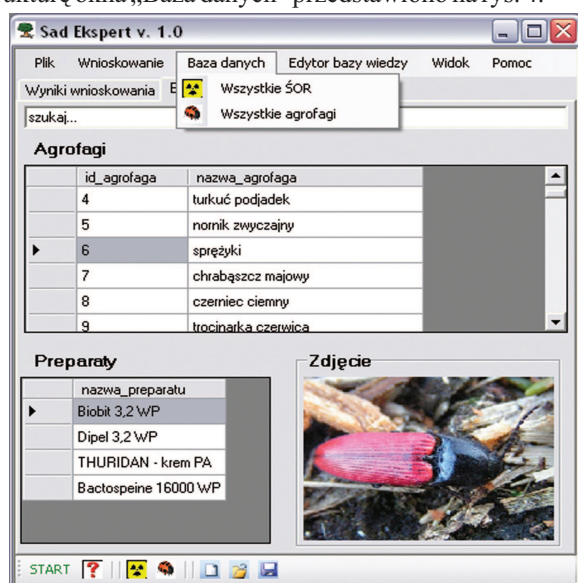
Rys. 3. Okno systemu ekspertowego „*SadEkspert v.1.0*” z aktywną zakładką „Wnioskowanie”

Doradczy system ekspertowy „SadEkspert v.1.0” w sposób prosty i przejrzysty umożliwia użytkownikowi korzystanie ze wszystkich modułów oraz oferuje sprawne i intuicyjne poruszanie się po całym programie. Po uruchomieniu programu „SadEkspert v.1.0” ukazuje się główny interfejs użytkownika, przedstawiony na rys. 2. Okno procesu wnioskowania przedstawiono na rys. 3.

Opis poszczególnych przycisków na pasku narzędziowym (widocznych na rys. 3) jest następujący:

- **START** - Rozpocznij wnioskowanie
-  - Wyjaśnienie
-  - Pokaż wszystkie preparaty w bazie danych
-  - Pokaż wszystkie agrofagi w bazie danych
-  - Nowa baza wiedzy
-  - Otwórz bazę wiedzy
-  - Zapisz bazę wiedzy

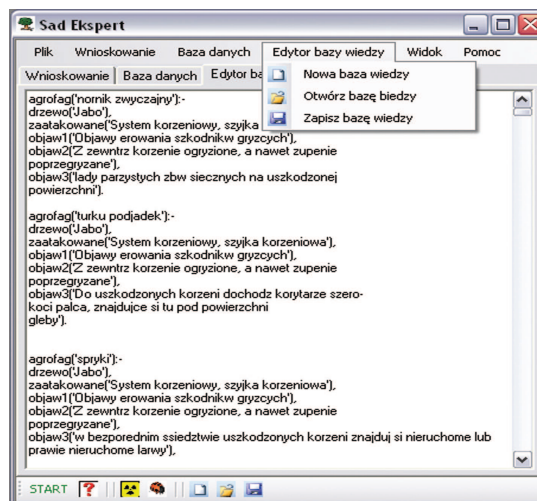
Strukturę okna „Baza danych” przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4. Okno systemu ekspertowego „SadEkspert v.1.0” z aktywną zakładką „Baza danych”

Zakładka ta również służy do przedstawiania wyników wnioskowania. Gdy agrofag znajduje się w bazie danych w pierwszym oknie od góry zostaje wybrany rekord z agrofagiem. Natomiast na dole zostają automatycznie wyświetlone preparaty zwalczające danego agrofaga. Z zakładki tej możemy również korzystać w sposób niezależny od wnioskowania. Program korzysta z relacyjnej bazy danych utworzonej w Microsoft Acces.

Do edycji istniejącej bazy wiedzy oraz do tworzenia zupełnie nowej bazy wiedzy w formacie zgodnym ze składnią języka Prolog służy zakładka „Edytor”. Reguły występują w formie predykatów. Na rys. 5. przedstawiono strukturę edytora bazy wiedzy.



Rys. 5. Okno systemu ekspertowego „SadEkspert v.1.0” z aktywną zakładką „Edytor bazy wiedzy”

Uwagi końcowe

W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczące możliwości wykorzystania systemów ekspertowych jako instrumentów wspomagających procesy podejmowania decyzji, realizowanych w produkcji roślinnej, na przykładzie systemu ekspertowego rozpoznającego wybrane choroby oraz szkodniki występujące w sadowniczej produkcji roślinnej.

Na podstawie przeprowadzonej analizy sformułowano następujące wnioski:

1. Wykorzystanie w wytworzonym systemie języka programowania w logice „Prolog” oraz języka obiektowego „C#” pozwoliło uniknąć wad obu tych języków. Dzięki językowi Prolog zbudowanie modułu wnioskującego było dużo prostsze i wydajniejsze niż w innych językach. Natomiast dzięki językowi „C#” oraz platformie .NET system zyskał na uniwersalności oraz kompatybilności.
2. Interfejs programu został zbudowany w oparciu o środowisko programistyczne Visual Studio 2005, co pozwoliło na jego zoptymalizowanie ze względu na ergonomię i indywidualne preferencje użytkownika.
3. W wyniku testowania wytworzonego oprogramowania stwierdzono zgodność z wymaganiami funkcjonalnymi.
4. System ekspertowy „SadEkspert v.1.0” dedykowany jest dla wspomagania procesów decyzyjnych w szeroko rozumianej produkcji roślinnej.
5. Wykorzystanie w programie bazy wiedzy napisanej w „Prologu” oraz relacyjnej bazy danych umożliwia dalszą rozbudowę wytworzonego systemu ekspertowego.

Literatura

- [1] Mulawka J. J.: Systemy ekspertowe. WNT, Warszawa 1996
- [2] Niederliński A.: Regułowe systemy ekspertowe. Wydawnictwo Pracowni Komputerowej Jacka Skalmierskiego, Gliwice 2000
- [3] Stefańczyk A.: Sekrety języka C#. Złote Myśli, Gliwice 2005
- [4] Borecki Z.: Nauka o chorobach roślin. PWRiL, Warszawa 2001
- [5] Clocksin W. F., Mellish C. S.: Prolog. Programowanie. Helion, Gliwice 2003
- [6] Kochman J., Węgorek W.: Ochrona roślin. PWRiL, Kraków 1997.

The expert system helping in plants production decision processes

Summary

Expert system as one from elements of artificial intelligence, is sometimes a practical tool in many spheres of economy and also in agriculture. The aim of the work is to build the expert system "SadEkspert v. 1.0" helping in plants production decisions processes, using the expert systems language „Prolog” and object-oriented language „C#” on the basis of platform .NET.