

Mariusz Sojak, Szymon Głowacki
Katedra Podstaw Inżynierii
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

MOŻLIWOŚĆ ZASTOSOWANIA SYSTEMU EKSPERTOWEGO DO WSPOMAGANIA DECYZJI W PROSESIE ZWALCZANIA SZKODNIKÓW BURAKA ĆWIKŁOWEGO W OKRESIE JEGO WEGETACJI

Streszczenie

W pracy przedstawiono możliwość zastosowania komputerowego systemu wspomaganie decyzji dotyczącego rozpoznawania szkodników buraka ćwikłowego podczas okresu wegetacji. System ten został opracowany w formie systemu ekspertowego oraz bazy danych w postaci plików tekstowych, w których zawarte są dodatkowe wyjaśnienia.

Słowa kluczowe: wspomaganie decyzji, system ekspertowy, diagnostyka szkodników, burak ćwikłowy

Wprowadzenie

Burak ćwikłowy jest drugim pod względem wielkości spożycia warzywem korzeniowym w Polsce, dostępnym przez cały rok. Zbiory wynoszą 450 – 590 tys. ton, natomiast plon zawiera się w granicach 20-30 t/ha [www.republika.pl/ksabak]. Stanowi on cenny surowiec dla przemysłu do produkcji suszu, soków i marynat. Ze względu na wysoką zawartość błonnika jest warzywem dietetycznym [Sojak 1995]. Problem zwalczania szkodników ma szczególnie duże znaczenie w rolniczej produkcji roślinnej, gdy chodzi o uzyskanie jak największego plonu o jak najlepszej jakości.

System ekspertowy dotyczący technologii zwalczania zidentyfikowanych szkodników może stanowić cenne narzędzie wspomagające decyzje producenta żywności. Jak najwcześniejsze zidentyfikowanie szkodnika pozwala na odpowiedni dobór technologii jego zwalczania. W pracy przedstawiona zostanie koncepcja budowy takiego systemu oraz dokładnie omówiona część związana z identyfikacją szkodnika.

Systemy ekspertowe (SE) znalazły zastosowanie w wielu dziedzinach wiedzy, takich jak medycyna, chemia, matematyka, informatyka jak również np. w szkolnictwie do wspomagania nauczania. Przy pomocy systemów ekspertowych przeprowadzono dowody wielu twierdzeń matematycznych, np. dowód hipotezy Robbinsa z 1936 roku, której przez 60 lat matematycy nie potrafili udowodnić [www-unix.mcs.anl.gov]. W edukacji znalazły zastosowanie systemy typu ICAI (Intelligent Computer Aided Instruction) czyli inteligentne wspomaganie nauczania. Przykładem takiego systemu jest SCHOLAR (rozwijany od 1980 roku), system Johna Andersona.

W inżynierii produkcji, przechowywania i suszenia roślinnych produktów rolniczych zastosowano doradcze systemy komputerowe na przykład do diagnostyki stanu, przechowywania i suszenia ziarna [Mann i in. 1997, Weres i in. 1999], sterujące pracą przechowalni pomidorów [Morimoto i in. 1997], analizy procesów suszenia i przechowywania warzyw [Trajer, Górnicki, Sojak 1999], identyfikacji chorób przechowalniczych [Kaleta, Górnicki, Sojak 2005].

Systemy doradcze (systemy ekspertowe)

Komputerowy system doradczy jest to inteligentny program, wykorzystujący procedury wnioskowania do rozwiązywania problemów, które są na tyle trudne, że wymagają ekspertyzy specjalistów. Cechą charakterystyczną takiego systemu jest „operowanie na wiedzy”, w przeciwieństwie do wykonywania w tradycyjnych programach obliczeń, na modelach matematycznych przy zidentyfikowanych danych. Wiedza, niezbędna by zapewnić odpowiedni poziom ekspertyzy wraz z procedurami wnioskowania, może być uważana za model wiedzy posiadanej tylko przez najlepszych specjalistów w danej dziedzinie [Duch 1997].

Zadaniem systemu jest rozwiązywanie problemów w sposób dorównujący efektywnością człowiekowi, będącemu ekspertem w danej dziedzinie [Mulawka 1996]. Poziom ekspertyzy oferowany przez dany system ekspertowy jest przede wszystkim funkcją rozmiaru i jakości bazy wiedzy danego systemu. Jakość zależy z kolei od trafności procesu pozyskiwania i metody reprezentacji wiedzy w bazie.

Systemy ekspertowe mają wiele zalet [Górnicki i Sojak 1999; Sojak i Trajer 1999] a mianowicie: dostarczają ekspertyz, które są tańsze niż ekspertyzy specjalistów; pracują znacznie szybciej niż specjaliści; poprawiają jakość ekspertyzy, dzięki konsekwencji przy wyciąganiu wniosków i mniejszej liczbie błędów; redukują

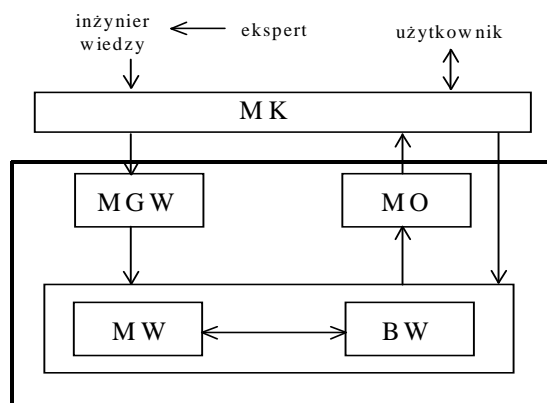
długość przerw dla systemów o ciągłym trybie pracy (mogą pracować w systemach o rzeczywistym czasie pracy); przechowują trudno dostępne ekspertyzy, co może być decydujące, np. w sytuacji, gdy liczba ekspertów jest niewystarczająca; przyczyniają się do większego bezpieczeństwa pracy, z powodzeniem zastępują specjalistów w środowiskach i sytuacjach szkodliwych dla zdrowia lub zagrażających życiu; zwiększają dostępność (ekspertyza jest dostępna w wielu komputerach i przez „cały czas”); ekspertyzy są wszechstronne i istnieje możliwość uzyskania kilku alternatywnych rozwiązań; dopuszczają większe grono ludzi do roli eksperta (połączenie wiedzy kilku ekspertów może spowodować, że system ekspertowy będzie działał lepiej niż pojedynczy ekspert); są odporne psychicznie (system ekspertowy umożliwia pracę bez zakłóceń, nawet w stresujących warunkach); baza wiedzy może być łatwo rozbudowywana w miarę zdobywanych doświadczeń; mają zdolność wyjaśniania znalezionych przez system rozwiązań problemów.

Systemy ekspertowe mogą być tworzone z wykorzystaniem różnych narzędzi programowych, które można podzielić na dwie grupy. Pierwsza z nich to mniej lub bardziej typowe języki programowania [Duch 1997, Mulawka 1996]. Druga natomiast to szkieletowe systemy ekspertowe - w tym przypadku zadanie twórcy systemu polega głównie na pozyskaniu i sformalizowaniu wiedzy eksperckiej, co samo w sobie bywa zadaniem nie łatwym, zatem zapełnienie bazy wiedzy z danej wąskiej dziedziny zamienia narzędzie, jakim jest system szkieletowy, w konkretny system ekspertowy [Białko 1995].

System ekspertowy do diagnostyki szkodników buraka ćwikłowego w okresie wegetacji

Jako platformę systemu ekspertowego zalecającego odpowiednią technologię zwalczania szkodników buraka ćwikłowego użyto oprogramowania szkieletowego SPHINX 2,2 [Michalik 1998], z pustą bazą wiedzy. Reprezentacja wiedzy posiada charakter deklaratywny, występuje w postaci reguł i faktów. Podczas dialogu z systemem zastosowano wspomaganie wiedzą faktograficzną w formie multimedialnych: obrazu, dźwięku i sekwencji filmowych. System wykorzystuje metodę wnioskowania wstecz (na podstawie reguły MT: cel – reguły – fakty) i ma możliwość bezpośredniego pozyskiwania informacji z modułów zewnętrznych. Zastosowanie systemu kontroli uprawnień uniemożliwia osobom nieupoważnionym ingerencję w kod źródłowy aplikacji.

Strukturę systemu ekspertowego przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Struktura systemu ekspertowego

Fig. 1. Expert system structure

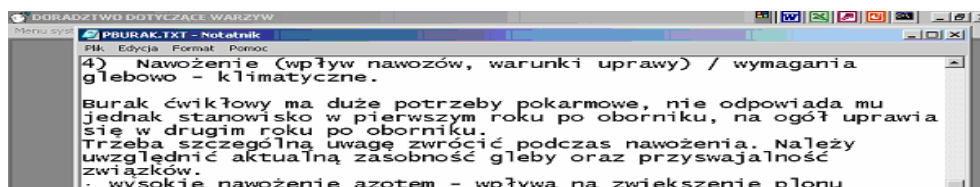
Poszczególne moduły pełnią następujące funkcje:

- Baza wiedzy (BW) zawiera pozyskane od ekspertów informacje (fakty oraz reguły rozumowania, opisujące zadanie oraz sposoby jego rozwiązania), uzyskane za pośrednictwem modułu gromadzenia wiedzy (MGW). Informacje zapisane są w sposób deklaratywny, według schematów zwanych reprezentacją wiedzy.
- Moduł wnioskujący (MW) wnioskuje za pomocą procedur wnioskowania, tzw. algorytmów heurystycznych, które są wprowadzane przez projektanta.
- Moduł objaśniający (MO) prezentuje użytkownikowi krok po kroku reguły i fakty składające się na tok rozumowania prowadzący do wygenerowanych wniosków.
- Moduł gromadzenia wiedzy (MGW) umożliwia pozyskiwanie zasad rozumowania od eksperta lub ekspertów w danej dziedzinie.
- Moduł komunikacji (MK czyli interfejs) umożliwia „inteligentny” dialog z użytkownikiem zarówno w procesie pozyskiwania wiedzy (inżynier wiedzy), jak i podczas prezentacji i objaśniania sposobu rozwiązania problemu (użytkownik).

Moduł komunikacji z użytkownikiem (interfejs) i moduł objaśniający służą do dialogu między systemem a użytkownikiem. Dialog ma wpływ zarówno na działanie systemu (zdobywanie danych), jak i na możliwość zrozumienia przez użytkownika procesu wnioskowania. Podczas rozwiązywania problemu fakty i zdania formułowane przez użytkownika mogą charakteryzować się niepewnościami nie tylko typu probabilistycznego, zaś rozwiązania uzyskane przy pomocy systemu ekspertowego mogą być wielowariantowe [Sojak i Trajer 1999].

Działanie systemu wspomagającego identyfikację szkodnika

System wspomagania decyzji dotyczący doboru odpowiedniej technologii zwalczania szkodników buraka ćwikłowego w okresie wegetacji powinien składać się z: systemu ekspertowego służącego do diagnozowania szkodników oraz analizy i doboru odpowiedniej technologii ich zwalczania, a także z bazy danych w postaci plików tekstowych, w których zawarte są dodatkowe wyjaśnienia (rys. 2). Bazę danych tworzonego systemu ekspertowego wyposażono m.in. w informacje o preparatach do ochrony przed szkodnikami upraw buraka ćwikłowego i ich zalecanym przeznaczeniu [www.agrosimex.pl, www.tamark.com.pl, www.fnagro.pl], baza może być nadal rozwijana i uzupełniana o inne niż chemiczne nowe metody walki ze szkodnikami.



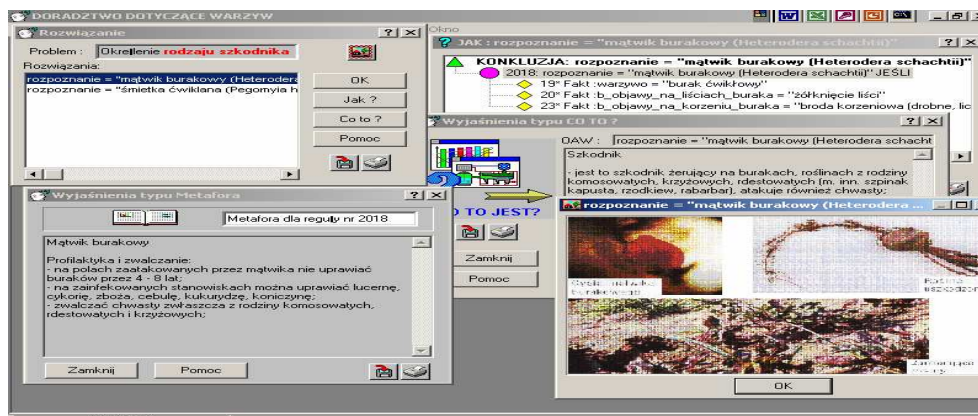
Rys. 2. Bazy danych w postaci pliku tekstowego - dodatkowe wyjaśnienia

Fig. 2. Databases in the text file format - additional explanations

Działanie użytkownika systemu ekspertowego sprowadza się do udzielenia odpowiedzi na kolejne pytania: etap pierwszy - wskazanie diagnozowanego warzywa; etap drugi - wskazanie objawu (objawów) działania szkodnika na części nadziemnej rośliny; etap trzeci - wskazanie objawu (objawów) na części podziemnej rośliny.

W wyniku tego uzyskuje się wykaz szkodników lub ostateczną konkluzję, którą jest poszukiwany szkodnik. Gdy w bazie wiedzy wskazane połączenia objawów nie występują, pojawia się okno rozwiązań z informacją o braku hipotezy. W przypadku, gdy użytkownik otrzyma wykaz szkodników (poszczególne są zilustrowane), to wówczas realizowany jest etap czwarty - wskazanie właściwego zdjęcia (rys. 3).

Tak więc wizualizacja umożliwia ostateczną ocenę. Po uzyskaniu rozwiązania istnieje możliwość otrzymania informacji dotyczących szczegółowego opisu szkodnika (co to?) oraz, co najważniejsze, profilaktyki i zwalczania przy wykorzystaniu wskazanej przez system technologii (pogłębione wyjaśnienia typu metafora). Diagnozowanie szkodników oparto na bibliografii [Nieć 1989; Robak i Wiech 1998].



Rys. 3. Wizualizacja proponowanego rozwiązania dla mątwika burakowego
Fig. 3. Visualization of the proposed solution for sugar-beet cyst nematode

Opracowany system ekspertowy posiada zabezpieczenie przed powstaniem sprzeczności. Po zmianie kryterium poprzedniego wartość wybrana dla kryterium następnego zostaje anulowana i na nowo ustalana jest lista dostępnych wartości.

Podsumowanie

Opracowany system wspomagania decyzji może być wykorzystywany zarówno przez indywidualnych producentów warzyw, studentów pragnących pogłębić wiedzę z zakresu zagadnień, których system dotyczy jak i pracowników naukowo-badawczych. Do zalet systemu należy zaliczyć możliwość uzyskania ekspertyzy w procesie dialogu, wizualizację rozwiązań a także wsparcie systemu przejawiające się w postaci rozbudowanego modułu objaśniającego na każdym etapie prowadzenia dialogu. Możliwe jest dokonanie dalszej rozbudowy systemu ekspertowego na przykład o nowe technologie zwalczania szkodników.

Bibliografia

Białko M. 1995. www.pg.gda.pl.

Duch W. 1997. Fascynujący świat komputerów. Wydawnictwo Nakom, Poznań.

Górnicki K., Sojak M. 1999. Właściwości komputerowej aplikacji systemu analizy procesów suszenia i przechowywania warzyw. XI Ogólnopolskie Konwersatorium nt. „Sztuczna inteligencja – jej nowe oblicze” (badania – zastosowania – rozwój) AI – 14’99, Siedlce – Warszawa, 29 – 30 września, s. 275-280.

Kaleta, A., Górnicki, K., Sojak, M. 2005. System wspomaganie decyzji dotyczący oceny jakości warzyw podczas ich suszenia i przechowywania. Zastosowanie metod sztucznej inteligencji do oceny zmian jakości wybranych warzyw w procesach ich suszenia i przechowywania (red. J. Trajer, M. Jaros). Wyd. SGGW, s. 68-110.

Mann D., Jayas D., White N., Muir W., Evans M., 1997. A grain storage information system for Canadian farmers and grain storage managers. *Canadian Agricultural Engineering* 39, 1: 49 – 56.

Michalik K. 1998. Zintegrowany pakiet sztucznej inteligencji SPHINX 2,2. Podręcznik inżyniera wiedzy. AITECH – Artificial Intelligence Laboratory, Katowice.

Morimoto T., Purwanto W., Suzuki J., Hashimoto Y. 1997. Optimization of heat treatment for fruit during storage using neural networks and genetic algorithms. *Computer and Electronics in Agriculture* 19.

Mulawka J. 1996. Systemy ekspertowe. WNT, Warszawa.

Nieć H. 1989. Warzywa korzeniowe. PWRiL, Warszawa.

Robak J., Wiech K. 1998. Choroby i szkodniki warzyw. Wydawnictwo Plantpress, Kraków.

Sojak M. 1995. Wyznaczanie współczynnika dyfuzji masy w procesie suszenia buraka ćwikłowego. Praca magisterska, Wydział Techniki Rolniczej i leśnej, SGGW Warszawa.

Sojak M., Trajer J. 1999. Diagnostyka stanu warzyw z wykorzystaniem systemu ekspertowego. Metody komputerowej analizy procesów suszenia i przechowywania warzyw (red. J. Trajer). Wyd. SGGW, s. 54-59.

Trajer, J., Górnicki, K., Sojak, M. 1999. System komputerowej analizy "Warzywo-Bit". Metody komputerowej analizy procesów suszenia i przechowywania warzyw (red. J. Trajer). Wyd. SGGW, s. 60-71.

Weres J., Kostrzewski B., Rudowicz J. 1999. Komputerowy system wspomaganie projektowania technologii suszenia i przechowywania ziarna zbóż. II Krajowa Konferencja Naukowa nt. „Zastosowanie technologii informatycznych w rolnictwie”, Poznań.

www.agrosimex.pl, www.fnagro.pl, www.republika.pl/ksabak.

www.tamark.com.pl.

APPLICABILITY OF THE EXPERT SYSTEM FOR DECISION SUPPORT IN THE PROCESS OF CONTROLLING PESTS OF RED BEET DURING ITS VEGETATION

Summary

The paper describes applicability of the computer system for decision support connected with identification of pests of red beet during its vegetation. This system was developed in the form of expert system and database in text file format, which contains additional explanations.

Key words: decision support, expert system, pest diagnostics, red beet