

KLASYFIKACJA MARCHWI Z WYKORZYSTANIEM SYSTEMU EKSPERTOWEGO

Mariusz Sojak, Szymon Głowacki

Katedra Podstaw Inżynierii, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Streszczenie. W pracy przedstawiono komputerowy system wspomagania decyzji składający się z dwu modułów: pierwszy dotyczy klasyfikacji marchwi ze względu na jej przeznaczenie rynkowe oraz drugi dotyczy kwalifikowania danego gatunku marchwi do odpowiedniej klasy jakości. System ten został opracowany w formie systemu ekspertowego oraz bazy danych w postaci plików tekstowych, w których zawarte są dodatkowe wyjaśnienia. Pokazano również dziedziny, w których systemy doradcze znajdują zastosowanie, zalety SE, a także ich ograniczenia. Zwrócono również uwagę na ocenę jakości systemów ekspertowych.

Słowa kluczowe: system ekspertowy, system wspomagania decyzji, klasyfikacja marchwi, klasa jakości, marchew

Wprowadzenie

Uprawa marchwi zajmuje około 30 tys. ha, co daje jej trzecie miejsce pod względem powierzchni uprawy warzyw. Jest ona warzywem dostępnym przez cały rok [Górski 2007]. Plon zawiera się w granicach $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ [Łukasiak 2007]. Stanowi ona surowiec dla przemysłu do produkcji mrożonek, soków przecierowych, soków zagęszczonych a także suszu. Ze względu na zawarte składniki ekstrakt z marchwi odtruwa jelito grube, chroni śluzówkę i przywraca jego normalną pracę [pl.wikipedia.org].

Na końcową jakość uzyskanego produktu wpływa wiele czynników, m. in.: warunki produkcji, termin zbioru, sposób i czas transportu. Niektóre z powyższych czynników mają charakter złożony. Po zbiorze, pomimo spełnienia zaleceń produkcyjnych na każdym z powyższych etapów, należy przeprowadzić selekcję produktu na klasy jakościowe oraz posortować materiał pod względem przeznaczenia.

System doradczy jest to inteligentny program komputerowy wykorzystujący procedury wnioskowania do rozwiązywania problemów, które są na tyle trudne, że wymagają ekspertyzy grona specjalistów. Cechą charakterystyczną takiego systemu jest „operowanie na wiedzy”, w przeciwieństwie do wykonywania obliczeń przy użyciu danych i wykorzystywania modeli matematycznych w tradycyjnych programach [Duch 1997].

System ekspertowy pozwalający przeprowadzić na podstawie składu chemicznego oraz udziału poszczególnych elementów budowy (np.: udziału rdzenia) szybką klasyfikację marchwi może stanowić cenne narzędzie wspierające podejmowanie decyzji producenta żywności. Trafne sklasyfikowanie partii materiału przesądza o jego dalszej obróbce (np.: przeznaczenie na soki przecierowe lub zagęszczone). W pracy przedstawiono budowę takiego systemu oraz zasadę jego działania.

Systemy ekspertowe (SE) są szeroko stosowane do rozwiązywania problemów w wielu dziedzinach wiedzy, np.: w medycynie do diagnozowania chorób, w geologii do oceny złóż minerałów, w chemii do opisu struktur molekularnych, prawnicy wykorzystują je do udzielania porad, banki do oceny zdolności kredytowej w procesie udzielania kredytów, mechanicy do diagnozy przyczyny nieprawidłowego działania urządzenia.

W inżynierii produkcji, suszenia i przechowywania produktów rolniczych stosowano doradcze systemy komputerowe do oceny 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 i in. 1999], identyfikacji chorób przechowalniczych [Kaleta i in. 2005], do uzyskania pomocy dotyczącej diagnozy choroby lub szkodnika oraz metod ich zwalczania w okresie wegetacji buraka ćwikłowego [Sojak i in. 2005].

Systemy ekspertowe (systemy doradcze)

System ekspertowy jest to program, lub zestaw programów komputerowych wspomagający korzystanie z wiedzy i ułatwiający podejmowanie decyzji. Systemy ekspertowe mogą wspomagać bądź zastępować specjalistów z danej dziedziny, mogą dostarczać rad, zaleceń i diagnoz dotyczących problemów tej dziedziny. System ten na podstawie szczegółowej wiedzy może wyciągać wnioski i podejmować decyzje, działając w sposób zbliżony do procesu rozumowania człowieka [Mulawka 1996].

Systemy ekspertowe można podzielić na trzy typy: doradcze – prezentują rozwiązania dla użytkownika, który jest w stanie ocenić ich jakość, może on odrzucić rozwiązanie oferowane przez system i żądać nowego rozwiązania; podejmujące decyzję bez kontroli człowieka – są one same dla siebie końcowym autorytetem, używane są do kontroli lub sterowania obiektami, z którymi człowiek nie byłby w stanie sobie poradzić lub gdy jego udział jest utrudniony lub niemożliwy; krytykujące – systemowi krytykującemu z góry przedstawiany jest problem jak i jego rozwiązanie, system to analizuje i komentuje [Mulawka 1996].

Systemy ekspertowe mają wiele zalet [Górnicki i in. 1999; Sojak i in. 1999]: dostarczają ekspertyz, które są tańsze niż ekspertyzy specjalistów; pracują znacznie szybciej niż oni; redukują długość przerw dla systemów o ciągłym trybie pracy (mogą pracować w systemach o rzeczywistym czasie pracy); przechowują trudno dostępne ekspertyzy; przyczyniają się do większego bezpieczeństwa pracy, z powodzeniem zastępują specjalistów w środowiskach i sytuacjach szkodliwych dla zdrowia lub zagrażających życiu; ekspertyzy są wszechstronne i istnieje możliwość uzyskania kilku alternatywnych rozwiązań; 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. Budowa baz danych może być oparta o teksty lub wiedzę kontekstową. Do narzędzi pracy można zaliczyć systemy i języki programowania np.: LISP, Prolog, itp. [Duch 1997; Mulawka 1996]. Są to środki tworzenia systemów od podstaw przez inżyniera wiedzy współpracują-

cego z informatykiem. Druga metoda to budowa systemów ekspertowych w oparciu o systemy szkieletowe, gdzie twórca systemu musi pozyskać i sformalizować wiedzę ekspercką, co samo w sobie nie jest zadaniem łatwym. Zapelnienie bazy wiedzy z danej wąskiej dziedziny zamienia narzędzie, jakim jest system szkieletowy, w konkretny system ekspertowy [Białko 1995].

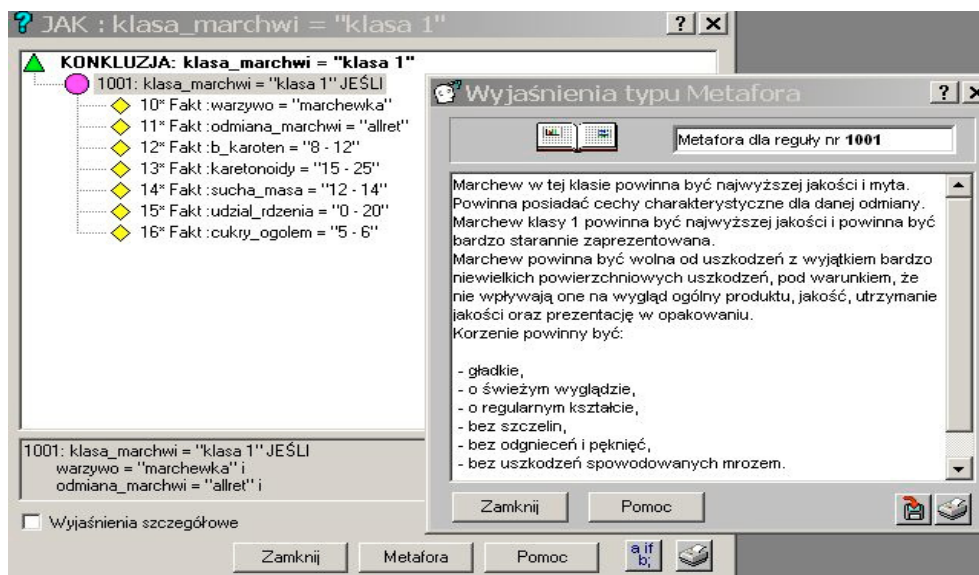
Systemy ekspertowe posiadają również wady. Do najważniejszych należą: utworzenie nowego systemu ekspertowego wymaga wprowadzenia całej wiedzy posiadanej przez eksperta, co jest procesem bardzo czasochłonnym; człowiek rozwiązując problem nie zawsze używa sztywnego schematu wnioskowania, często opiera się na intuicji – w przypadku systemu ekspertowego takie działanie jest niemożliwe; system ekspertowy posiada wiedzę tylko z wąskiej dziedziny; system ekspertowy przetwarza duże ilości danych, więc szybko powstaje problem niedostatecznej ilości pamięci. Twórca systemu musi zawsze rozwiązywać problem jednoczesnej pracy i zwalniania pamięci [Stefanowicz 1993].

Warunkiem dopuszczenia danego systemu ekspertowego do użytku jest jego wielokrotne przetestowanie w celu sprawdzenia jego jakości. Jakość systemu ekspertowego uzależniona jest od wielkości i jakości bazy wiedzy. Im większa jest baza danych, tym większa jest skuteczność rozwiązania danego problemu. Baza danych powinna być tworzona przez inżynierów wiedzy pod nadzorem ekspertów z wybranej dziedziny nauki, baza wiedzy powinna być ciągle aktualizowana i rozbudowywana, tak aby system ten nie popełniał błędów. W celu testacji systemu należy przejść przez wszystkie reguły w drzewie decyzyjnym.

System ekspertowy do klasyfikacji marchwi

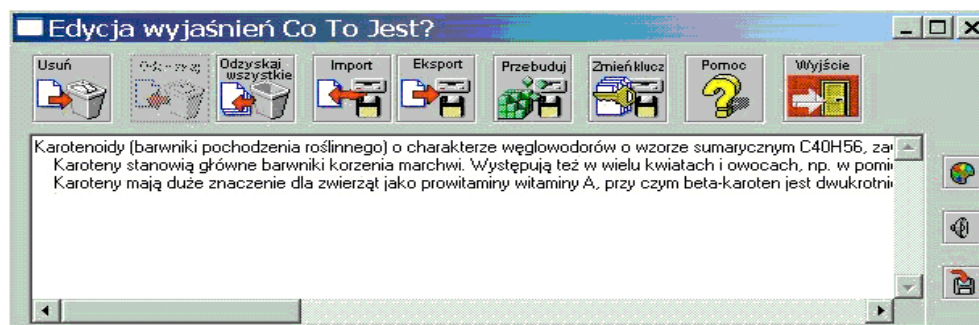
Platformą, która posłużyła do zbudowania systemu ekspertowego do klasyfikacji marchwi było oprogramowanie szkieletowe PC-Shell [Michalik 1998]. Dane użyte w procesie wnioskowania obu modułów systemu uzyskano z badań wykonanych przez Uniwersytet Warmińsko-Mazurski na zlecenie Katedry Podstaw Inżynierii SGGW, pod uwagę wzięto czternaście odmian allret, bangor, canada, carlo, fayette, katmandu, kazan, macon, maxima, nectarina, nun 7375, sirkana, tito oraz vitana.

SE do klasyfikacji marchwi składa się z dwu części: pierwsza część służy do podziału marchwi na klasy jakościowe, druga dotyczy kwalifikowania marchwi ze względu na jej przeznaczenie rynkowe. Metody klasyfikacji zastosowane w prezentowanym SE oparte zostały zarówno na składzie chemicznym jak też na udziale rdzenia oraz na zawartości suchej masy. W celu uzyskania przez użytkownika dodatkowych wyjaśnień system wyposażono w dwa mechanizmy tak zwanych pogłębionych wyjaśnień, są to baza metafor, która zawiera szczegółowy opis problemu – jest ona dostępna dopiero po uzyskaniu ostatecznej konkluzji (tzw. ekspertyzy) [Sojak i in. 1999]. Drugi mechanizm zawierający dodatkowe wyjaśnienia mogące wspomóc użytkownika jeszcze na etapie procesu wnioskowania to wyjaśnienia typu „CO TO JEST?”.



Rys. 1. Baza metafor

Fig. 1. Metaphores databases



Rys. 2. Okno edycji „CO TO JEST?”

Fig. 2. „WHAT IS IT?” – editorial window

Działanie systemu

Działanie użytkownika aplikacji do klasyfikacji marchwi na klasy jakościowe sprowadza się do udzielenia odpowiedzi na pytania: etap pierwszy – wskazanie warzywa (w tym przypadku to marchew); drugi – wskazanie odmiany marchwi (jedna z czternastu); trzeci – wskazanie zawartości betakarotenu; czwarty – wskazanie zawartości karotenoidów, piąty – wskazanie zawartości suchej masy; szósty – wskazanie udziału rdzenia oraz etapy siódmy, ósmy i dziewiąty – wskazanie zawartości odpowiednio: cukrów, ekstraktu oraz witaminy C.

Ostatecznym wynikiem działania tego systemu jest uzyskanie konkluzji (ekspertyzy) dokonującej zakwalifikowania danego produktu do jednej z trzech klas jakościowych.

Działanie użytkownika aplikacji służącej do kwalifikacji marchwi ze względu na jej przeznaczenie rynkowe sprowadza się do udzielenia odpowiedzi na pytania dotyczące: wskazania udziału rdzenia; udziału ekstraktu; zawartości karotenoidów; zawartości suchej masy; zawartości cukrów; zawartości soli mineralnych oraz siódmy, zawartości odpowiednio: pektyn, witaminy C oraz cukrów rozpuszczalnych. Ostatecznym wynikiem działania tego systemu jest uzyskanie konkluzji dokonującej zakwalifikowania danego produktu ze względu na przeznaczenie (suszy, mrożonki, soki przecierowe lub zagęszczone).

Zaprezentowany system do klasyfikacji marchwi 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 ekspertowy może być wykorzystywany zarówno przez producentów warzyw, zakłady przetwórcze, studentów pragnących pogłębić wiedzę z zakresu zagadnień, których system dotyczy jak i pracowników naukowo-badawczych.

Pakiet może być używany do optymalizacji zagadnień dotyczących doboru odpowiednich gatunków marchwi ze względu na przeznaczenie a także do łatwiejszego procesu kwalifikacji marchwi do jednej z trzech klas jakościowych. Możliwe jest dokonanie dalszej rozbudowy powyższego systemu ekspertowego poprzez wzbogacenie bazy wiedzy o nowe odmiany marchwi, o nowe wymagania jakościowe a także zaopatrzenie go w elementy multimedialne (filmy, obrazy) w celu wizualizacji procesu wspomagania decyzji.

Bibliografia

- Białko M.** Systemy ekspertowe. [online]. 1995. Gdańsk. [dostęp 15.04.2004]. Dostępny w Internecie: <http://www.pg.gda.pl>.
- Duch W.** 1997. Fascynujący świat komputerów. Wydawnictwo Nakom. Poznań. ISBN: 83-8696-909-1.
- Górnicki K., Sojak M.** 1999. Właściwości komputerowej aplikacji systemu analizy procesów suszenia i przechowywania warzyw. XI Ogólnopolskie Konwersatorium nt. „Sztuczna inteligencja – jej 27.03.2007” (badania – zastosowania – rozwój) AI – 14’99, Siedlce – Warszawa, 29 – 30 września, s. 275-280. ISBN 83-7051-097-3.
- Górski J. Raporty.** [online]. 2007. [dostęp 27.03.2007]. Dostępny w Internecie: <http://www.wir.org.pl/raporty/marchew.htm>.
- Kaleta, A., Górnicki, K., Sojak, M.** 2005. System wspomagania 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.
- Łukasiak P.** 2007. Jak utrzymać się na rynku. [online]. [dostęp 27.03.2007]. Dostępny w Internecie: <http://www.ho.haslo.pl/article.php?id=930>.
- 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. s. 49-56.

- Michalik K.** 1998. Zintegrowany pakiet sztucznej inteligencji SPHINX. 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*. Elsevier. 19, 1 December. p. 87-101.
- Mulawka J.** 1996. Systemy ekspertowe. WNT. Warszawa. ISBN 83-2042-196-9.
- Sojak M., Głowacki S.** 2005. Możliwość zastosowania systemu ekspertowego do wspomaganie decyzji w procesie zwalczania szkodników buraka ćwikłowego w okresie jego wegetacji. *Inżynieria Rolnicza*. Kraków. Vol. 14(74). s. 323-330.
- 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. Warszawa. s. 54-59.
- Stefanowicz B.** 1993. *Metody sztucznej inteligencji i systemy eksperckie*. Wydawnictwo Szkoły Głównej Handlowej. Warszawa.
- 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. Warszawa. 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. ISBN 83-7160-176-X.
- Praca zbiorowa. 2007. Marchew. [online]. [dostęp 27.03.2007]. Dostępny w Internecie: <http://pl.wikipedia.org>.

THE CARROT CLASSIFICATION BY USING EXPERT SYSTEM

Abstract. This paper presents the possibility to use computer aided knowledge engineering for carrot classification. Two pieces of the program were showed: 1st helps to make classification of carrot by productive destination group, 2nd helps to make classification of carrot by qualitative classes. The computer program was programmed as an expert system as well as text files which carry knowledge databases with additional explanation. The paper showed the scientific spheres where expert systems are useful, advantages, disadvantages and limits of using expert systems as well as the estimate quality of expert programs were mentioned. The results of work were presented on figures.

Key words: decision aided, expert system, carrot classification, qualitative classes, carrot.

Adres do korespondencji:

Mariusz Sojak; e-mail: mariusz_sojak@sggw.pl
Zakład Podstaw Nauk Technicznych, Budynek 19
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
ul. Nowoursynowska 164
02-787 Warszawa