

POSSIBLE STRUCTURES FOR HYBRID SYSTEMS IN PROCESSING IMPRECISE INFORMATION FOR SOLVING MULTIFACETED PROBLEMS IN THE OPTIMAL USE OF WATER FOR PLANTS IRRIGATION

Summary

The desire of scientists to obtain an ever increasing simplification of the structure of models, whilst increasing the accuracy and dimensionality results in the creation of new models. Modeling is crucial in research and engineering. The efficient functioning of the existing irrigation systems depends on modeling accuracy and precision. The project which is a multi-direction modeling process for agricultural engineering purposes requires a combination of knowledge from different disciplines of natural sciences: agrometeorology, agrophysics, soil science, plant physiology, cultivation and many others. It also requires interdisciplinary research teams. The leading factor in increasing the efficiency of modeling is to implement the existing simulation models obtained using the corresponding techniques of information. The aim is to minimize the errors of the simulation. The paper presents a pictorial overview of hybrid systems.

Key words: irrigation scheduling; hybrid modeling; information processing

MOŻLIWE STRUKTURY SYSTEMÓW HYBRYDOWYCH W PRZETWARZANIU INFORMACJI NIEPRECYZYJNYCH DLA ROZWIĄZYWANIA WIELOASPEKTOWYCH PROBLEMÓW OPTYMALNEGO ZUŻYCIA WODY DO NAWADNIANIA ROŚLIN

Streszczenie

Dążenie ludzi nauki do uzyskania coraz większego uproszczenia struktury modeli, a jednocześnie do coraz większej dokładności i wymiarowości, przynosi rezultaty w postaci tworzenia nowych modeli. Modelowanie ma zasadnicze znaczenie w działalności naukowej i inżynierskiej. Efektywne funkcjonowanie istniejących systemów nawadniania zależy od dokładności i precyzji modelowania. Przedsięwzięcie wielokierunkowe, jakim jest proces modelowania dla potrzeb inżynierii rolniczej wymaga połączenia wiedzy z różnych dyscyplin przyrodniczych: agrometeorologii, agrofizyki, gleboznawstwa, fizjologii roślin, uprawy roślin i wielu innych. Także wymaga interdyscyplinarnych zespołów badawczych. Wiodącym czynnikiem podnoszącym efektywność modelowania jest implementacja do istniejących modeli symulacyjnych pozyskanych za pomocą odpowiednich technik informacji. Ma to na celu minimalizację błędów symulacji. W pracy przedstawiono poglądowy zarys systemów hybrydowych.

Słowa kluczowe: nawadnianie roślin; modelowanie hybrydowe; przetwarzanie informacji

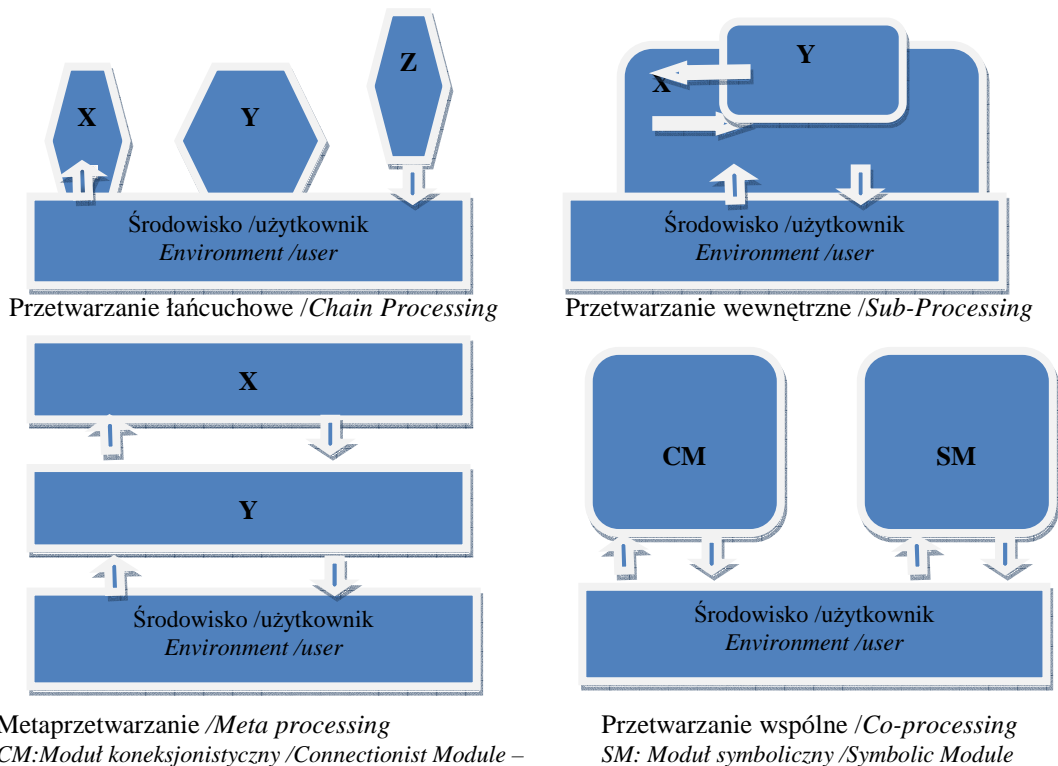
1. Systemy hybrydowe

Systemy hybrydowe są nową kategorią metod i narzędzi w dziedzinie sztucznej inteligencji, które można konstruować przez połączenie klasycznej techniki systemów ekspertowych ze sztucznymi sieciami neuronowymi. Istnieje wiele możliwych kombinacji wśród systemów symbolicznych i metod tzw. miękkiej sztucznej inteligencji (*soft-computing*) oraz wiele możliwych sposobów ich łączenia. Efektem tych połączeń jest komplementarne przetwarzanie w przestrzeni symbolicznej tradycyjnych systemów ekspertowych względem rozproszonego przetwarzania równoległego sieci neuronowych. Oba rodzaje przetwarzania mogą także występować niezależnie od siebie przy istnieniu pewnego środowiska nadrzędnego. Zadania zostają rozdzielone przez środowisko między poszczególne systemy. Rozdział taki, w zależności od rodzaju problemu sprawia, że wybrany system gwarantuje jego najlepsze rozwiązanie, jakie przykładowo przedstawiono na rys. 1.

Wszechstronne modelowanie wszystkich procesów zachodzących w glebie i roślinach wymaga takich elementów danych, które są nie tylko kosztowne, ale również pracochłonne i czasochłonne do zebrania. Dlatego też całościowe modelowanie nie jest możliwe do osiągnięcia w normal-

nych warunkach terenowych. Skuteczne nawadnianie wymaga dobrej znajomości wilgotności gleby. Ponieważ pomiary wilgotności gleby są kosztowne, czasochłonne i skomplikowane ze względu na endemiczną zmienność w glebie, dwa typy podejść empirycznych i fizycznych modeli mogą być wykorzystane do opracowania modelu ruchu wilgoci: gleba-roślina-atmosfera. Dla modelowania empirycznego – proste empiryczne algorytmy oparte na obserwacjach terenowych do przesyłu wody oraz symulacje w strefie korzeniowej z nawadnianych upraw – tradycyjny codzienny bilans wodny może być wyrażony jako prosty model symulacyjny wilgotności gleby do wykorzystania w procesie dawkowania wody do nawadniania.

W wewnętrznym przetwarzaniu jeden z dwóch komponentów jest osadzony i podporządkowany drugiemu, który działa jako główny klucz (*solver*) do rozwiązania problemu. W meta-przetwarzaniu jeden moduł działa w celu rozwiązania problemu, a drugi na poziomie (np. nadzoru, kontroli wydajności, wykrywania błędów) w stosunku do pierwszego. W ostatnim trybie możliwe jest jednoczesne przetwarzanie, oba składniki są równymi partnerami w procesie rozwiązywania problemów: każdy może bezpośrednio oddziaływać ze środowiskiem; każdy może przekazywać informacje i otrzymywać informacje od innych [1].



Rys. 1. Hybrydowa architektura przetwarzania oraz sposoby integracji (źródło: opracowanie własne na podstawie [1])
 Fig. 1. Hybrid Modular Architectures and Modes of integration (source: own work based on [1])

Wyniki badań wykazują, że przydatne dla rolników są tylko proste modele semi-empiryczne wilgotności gleby oraz ich implementacja do istniejącego modelu symulacyjnego do stosowania w dawkowaniu wody do nawadniania. Najnowsze opracowanie takiego modelu dla potrzeb sterowania nawadnianiem upraw jest szczegółowo opisane w literaturze [2].

Model ten wymaga tylko kilku łatwo dostępnych parametrów wejściowych jakościowych i ilościowych. W modelu tym wykorzystane jest tradycyjne podejście preliminowania wody, i w zastosowaniu obejmuje proste mechanizmy symulacji wilgotności gleby, obiegu wody, wzrostu korzeni roślin oraz ewapotranspiracji. Zaletą proponowanego podejścia w stosunku do poprzednich rozwiązań jest to, że stanowi o dynamicznym procesie ekstrakcji wody w strefie korzeniowej roślin przy użyciu prostych funkcji, dla których tylko informacja o głębokości zakorzenienia (jako znacząca) jest wymagana.

Rozwiązanie skomplikowanych problemów w obszarze nawadniania roślin możliwe jest z zastosowaniem systemów hybrydowych. Celem zadania jest poprawa efektywności wykorzystania wody wskutek optymalizacji nawadniania roślin oraz wskazanie prostych metod szacowania potrzeb wodnych roślin według cech gatunkowych.

Ideą systemu hybrydowego jest zespolenie wielu różnych, dostępnych technik, metod, narzędzi sztucznej inteligencji w jednej spójnej i określonej strukturze stanowiącej logicznie uporządkowaną całość. Celem jest dążenie do osiągnięcia efektywniejszych wyników w porównaniu z otrzymanymi przy wykorzystaniu poszczególnych technik osobno. Metody te wzajemnie się modyfikują, zalety jednej kompensują wady innej. Systemy ekspertowe (SE) mają na celu rozwiązywanie wieloaspektowych problemów wymagających obszernej wiedzy eksperta. W tym celu wykorzystują one wiedzę zgromadzoną w bazie wiedzy, symulując proces rozumowania człowieka za pomocą podsystemu wnioskującego.

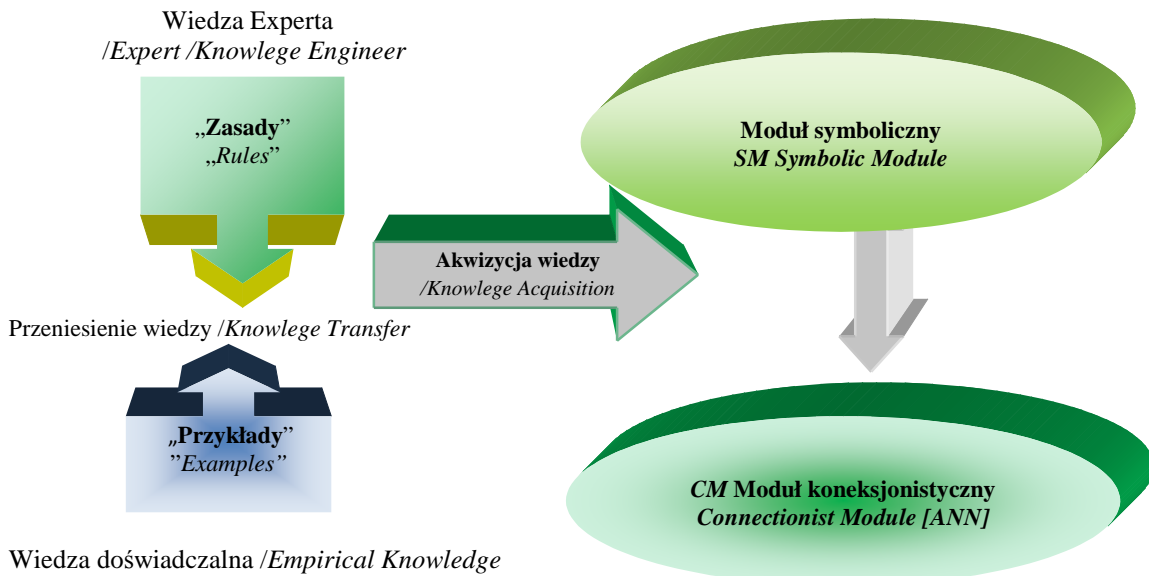
Podczas, gdy tradycyjne systemy ekspertowe zostały za-

projektowane do przechowywania wiedzy w postaci reguł (pozyskiwanej od człowieka i przez niego rozumianej), systemy takie jak sieci neuronowe są aplikowane do nauki i uogólniania wiedzy zawartej w praktycznych przypadkach. Zestawienie tych dwóch podejść (systemów ekspertowych z sieciami neuronowymi), pozwoliło wykorzystać te dwa komplementarne podejścia w celu zwiększenia efektywności całego systemu. Wydobywanie dodatkowych danych, wcześniej nieosiągalnych pozwoliło podnieść ogólną skuteczność wnioskowania, przy jednoczesnym zachowaniu możliwości objaśniających. Model ideowy takiego systemu został przedstawiony na rys. 2.

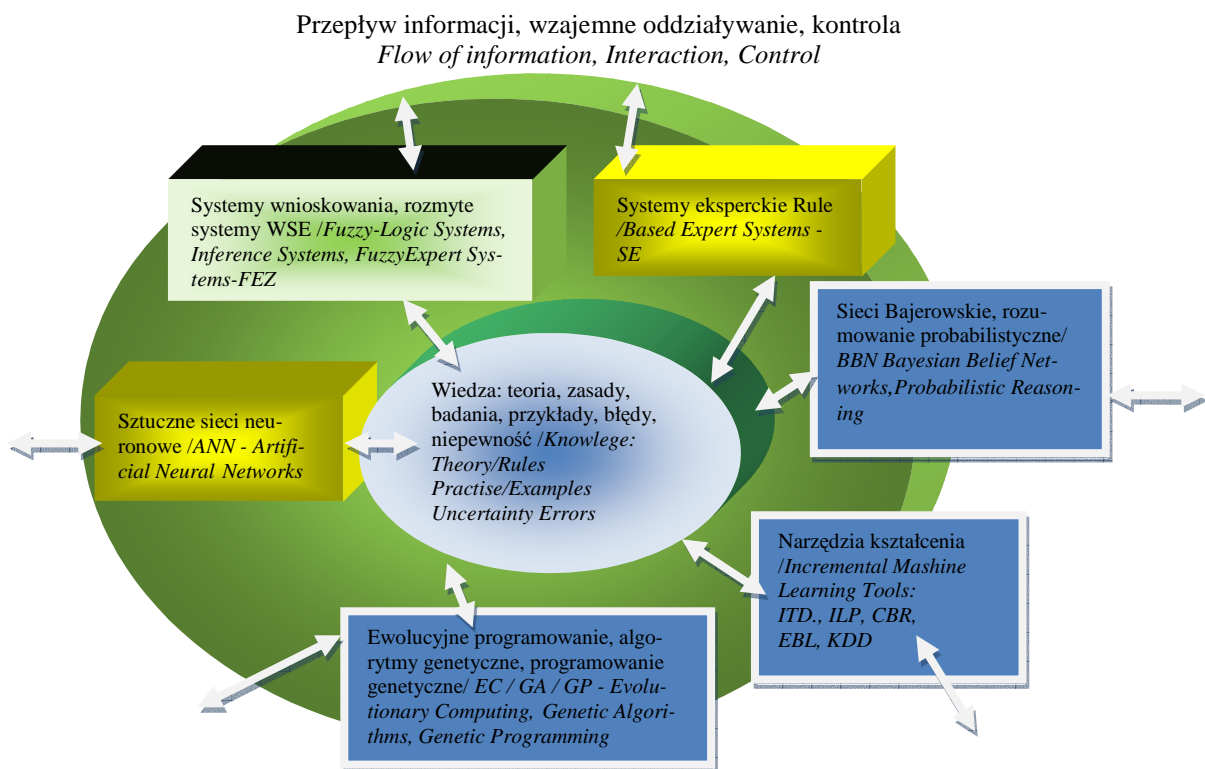
Baza naturalnej ludzkiej inteligencji to wiele „hybrydowych” sposobów jej reprezentacji i manipulacji. Na tym wzoruje się aplikowanie systemów hybrydowych w dziedzinie sztucznej inteligencji. Odbywa się to przez:

- inferencję,
- wzięcie za podstawę wcześniejsze doświadczenia,
- zdobycie i zastosowanie wszechstronnej, kompletnej i dostępnej wiedzy w temacie rozwiązywanego problemu,
- konsolidację wiedzy uzyskanej z różnych źródeł (np. ekspertów i baz danych),
- manipulację możliwościami wielu typów informacji: numerycznej, symbolicznej, nieściślej, nieprecyzyjnej czasami niekompletnej,
- przedstawienie wielu różnych algorytmów rozumowania i bardziej celnego znajdowania odpowiedzi na kierowane pytania,
- udoskonalenie ogólnej skuteczności systemu poprzez uzyskanie komplementarności,
- uformowanie kreatywnych i gigantycznych systemów wywodzenia (myślącej maszyny).

Dla osiągnięcia tych celów obecnie istnieją możliwości budowania struktur hybrydowych z zastosowaniem metod przedstawionych na rys. 3.



Rys. 2. Reprezentacja ideowa połączenia systemu ekspertowego z siecią neuronową (źródło: oprac. własne na podst. [1])
 Fig. 2. Ideological representation of the expert system connections with the network of neural (source: own work based on [1])



Rys. 3. Inteligentny System Hybrydowy – możliwe składowe elementy (źródło: opracowanie własne)
 Fig. 3. Hybrid Intelligent System – possible component elements (source: own work)

W zależności od rodzaju problemu zadania trafiają do odpowiedniego systemu, który gwarantuje jego najlepsze rozwiązanie. Naukowcy wynaleźli różne metody łączenia tych dwóch systemów ze sobą.

Sieć neuronowa może wstępnie przetwarzać dane wejściowe dla systemu ekspertowego (np. dane z czujników) na postać bardziej dogodną do dalszego przetwarzania. Może wówczas następować wstępne uogólnianie i oczyszczanie danych wejściowych z szumu informacyjnego.

2. Posumowanie

1. Cechą systemów hybrydowych jest zwiększony potencjał intelektualny, ponieważ korzystają one z pozytywnych wła-

ściwości każdego z wymienionych narzędzi. W efekcie następuje wzmocnienie słabych stron danej techniki przez zastosowanie silnych stron innej techniki, a także eliminację wad każdej z nich poprzez zastosowanie do konstruktywnego uczenia maszynowego narzędzi wysokiej jakości, nawet w obecności niekompletnych lub błędnych danych.

2. Integracja systemów ekspertowych z sieciami neuronowymi umożliwia imitację sposobu rozumowania człowieka eksperta, a co za tym idzie oferowanie rad i wariantowanie decyzji.

3. Systemy hybrydowe łączą w sobie systemy ekspertowe z sieciami neuronowymi, aby zyskać mocne zalety obu systemów (uczenie się sieci neuronowych i możliwości wyja-

śniania oferowane przez systemy ekspertowe). Naukowcy wynaleźli różne metody łączenia tych dwóch systemów ze sobą. W każdej technice można znaleźć wady i zalety. Dlatego w hybrydyzacji dwóch lub więcej różnych technik ważne jest, aby przewyciężyć wady poszczególnych technik.

4. Badania naukowe wykazują, że istnieje stała potrzeba nowych skutecznych technik obliczeniowych w nauce i technice. Także w aspekcie modelowania, analizowania lub optymalizowania złożonych procesów, jakim jest nawadnianie roślin, dla których bardziej precyzyjne narzędzia naukowe stosowane w przeszłości były niezdolne dać tanie i zupełne rozwiązanie.

5. Wiodącymi zaletami systemów hybrydowych są: uzyskanie komplementarności w danej domenie oraz kognitywności w odniesieniu do ściśle wybranego obszaru tematycznego.

6. Obecnie implementacja systemów hybrydowych odbywa się na klasycznym ogólnodostępnym sprzęcie komputerowym. Kolejnym krokiem na drodze do rozwoju systemów hybrydowych jest stworzenie dedykowanych architektur sprzętu (np. sterowniki rozmyte czasu rzeczywistego).

3. Bibliografia

- [1] <http://wing.comp.nus.edu.sg/pris/HybridSystems/ModelDetailed2.html> dostęp 04.01.2012.
- [2] Aftab Hussain Azhar, Bjc Perera, Ghulam Nabi Simple Soil Moisture Simulation Model to Address Irrigation Water Management Issues. Mehran University Research Journal of Engineering & Technology, 2011, vol. 30, no. 2. ISSN 0254-7821.