

Piotr WODARSKI, Katedra Biomechatroniki, Politechnika Śląska, Gliwice

PRZYKŁAD IMPLEMENTACJI BIOCYBERNETYCZNYCH ALGORYTMÓW LOGIKI ROZMYTEJ W URZĄDZENIU Z PREDYKCJĄ POGODY

1. WSTĘP

Opracowane przez prof. Lotfi Zadeha w połowie lat sześćdziesiątych [1] elementy logiki rozmytej coraz częściej znajdują zastosowanie w nowoczesnych urządzeniach elektronicznych gdzie nie mamy precyzyjnie określonych wartości sygnałów wejściowych. Na lokalnym rynku pojawiają się sterowniki i przyrządy wspierające pracę lekarzy czy automatyków, dokonujące wnioskowania przybliżonego często na subiektywnie określonych danych wejściowych opisanych takimi stwierdzeniami jak: poziom bólu jest wysoki oraz temperatura ciała podwyższona. Te nieprecyzyjne stwierdzenia stają się podstawą np. do określenia czy należy podać pacjentowi więcej środka znieczulającego, czy dawka jest już odpowiednia. Stosowanie logiki rozmytej w projektach, w których najważniejsze jest bezpieczeństwo i zdrowie ludzkie, może świadczyć o wysokiej skuteczności tych biocybernetycznych algorytmów. Stają się one jednym z wielu sposobów na rozwiązywanie skomplikowanych zagadnień, coraz częściej, nie tylko medycznych. Doskonałym przykładem złożonego zagadnienia może być problem predykcji pogody. Należy wspomnieć, że przy przewidywaniu pogody mamy do czynienia z ogromną machiną posiadającą wiele stopni swobody o często nieprecyzyjnie określonych parametrach składowych. Dotychczasowe spotykane na rynku rozwiązania radzą sobie z tym zagadnieniem lepszym, bądź gorszym skutkiem. Nie osiągają jednak 100% skuteczności. Podjęto zatem próbę implementacji algorytmu predykcji pogody z wykorzystaniem logiki rozmytej w specjalnie do tego celu zaprojektowanym sterowniku stacji meteorologicznej.

2. METODYKA BADAŃ

2.1. Założenia projektowe

Projekt zakładał zaprojektowanie, wykonanie i opracowanie oprogramowania sterownika domowej stacji meteorologicznej ze zdalnym pomiarem parametrów pogodowych oraz z zaimplementowanym algorytmem predykcji pogody wykorzystującym logikę rozmytą. Nawiązując do wcześniejszych prac o podobnej tematyce, w celu uniknięcia występujących problemów np. takich jak: problem lokalizacji czujników, które zbyt blisko budynków zwiększały swoją bezwładność [2], czy bardzo długich przewodów do czujników, które stwarzały problemy przy wyprowadzaniu na zewnątrz [3] zastosowano bezprzewodową transmisję danych. Problematyka przewidywania pogody, która opiera się wyłącznie na obserwacji ciśnienia [3], została udoskonalona poprzez uwzględnienie wpływu temperatury. Mierzone wartości są prezentowane na kolorowym wyświetlaczu LCD w formie histogramów ciśnienia i temperatury, a wynik wnioskowania przedstawia para ikon z przewidywanym stanem pogody. Ikony zostały zaprojektowane w taki sposób by intuicyjnie

i jednoznacznie przedstawiały konkretny stan atmosfery zgodnie z rysunkiem nr.1 Jedna przedstawia sytuację pogodową na nadchodzący dzień, a druga na nadchodzącą noc.



Rys. 1 Ikony predykcji pogody

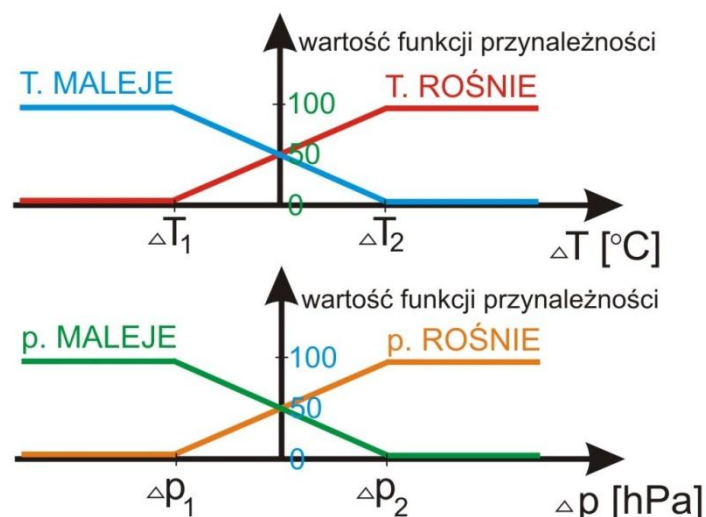
2.2. Opis algorytmu predykcji

Większość algorytmów przewidywania pogody dla klimatu środkowoeuropejskiego bazuje głównie na obserwacjach zmian ciśnienia. I to wystarczy by w dobrym stopniu przewidzieć nadchodzącą pogodę, co udowodniono w pracach o podobnej tematyce [3]. Niemniej jednak algorytm ten może być modyfikowany poprzez uwzględnienie np. gwałtownych zmian temperatury. Taki właśnie algorytm zaproponowano i zaimplementowano w sterowniku stacji meteorologicznej. Bazuje on głównie na obserwacji zmian ciśnienia w okresie dziesięciu godzin i zmian temperatury w okresie trzech godzin. Opiera się on na następujących założeniach:

- wzrost ciśnienia i temperatury jest oznaką poprawy pogody,
- spadek ciśnienia i temperatury najczęściej zwiastuje deszczową pogodę,
- stała wartość ciśnienia i wzrost temperatury rano oznaczają słoneczny dzień,
- stała wartość ciśnienia i temperatury przez dłuższy czas może spowodować zmianę sytuacji pogodowej.

Dane wejściowe jak i parametry pogodowe są niedokładne i nieprecyzyjne dlatego zdecydowano się zastosować algorytm wnioskowania rozmytego. Parametrami wejściowymi są: zmiana ciśnienia obliczana jako różnica pomiędzy bieżącą wartością, a wartością z przed dziesięciu godzin oraz zmiana temperatury obliczana jako różnica pomiędzy wartością bieżącą, a wartością z przed trzech godzin.

Zmienne lingwistyczne ΔT i Δp przyjmują odpowiednio wartości T.rośnie, T.majeje oraz p.rośnie, p.majeje. Ich wartości lingwistyczne są opisane zbiorami rozmytymi, których funkcje przynależności mają kształt jak na rys. 2.



Rys. 2. Wykresy wartości lingwistycznych zmiennych różnicy temperatury i różnicy ciśnienia

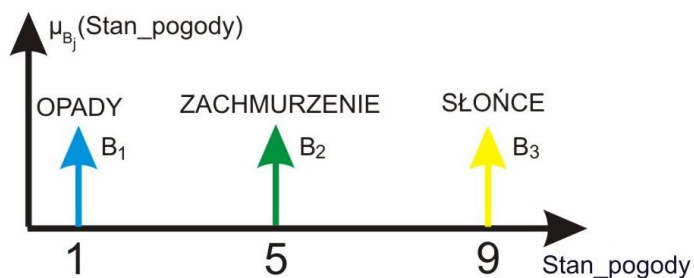
Wartości graniczne zostały ustalone empirycznie (na podstawie kilku prób tak by uzyskać jak najlepszą zgodność wyniku wnioskowania z bieżącym stanem pogodowym) w następujący sposób: $\Delta T_1 = -10^\circ\text{C}$, $\Delta T_2 = 10^\circ\text{C}$, $\Delta p_1 = -8$ hPa, $\Delta p_2 = 8$ hPa.

Następnie zmienne te trafiają do tablicy z regułami wnioskowania (rys. 3). Jako iloczyn odpowiadających sobie wartości, podzielony przez 100, ustalane są trzy wartości lingwistyczne (słońce, zachmurzenie i opady) jakie może przyjmować zmienna lingwistyczna Stan_pogody.

		ΔT	
		T. MALEJE	T. ROŚNIE
Δp	p. ROŚNIE	OPADY	ZACHMU- RZENIE
	p. MALEJE	ZACHMU- RZENIE	SŁOŃCE
		Stan_pogody	

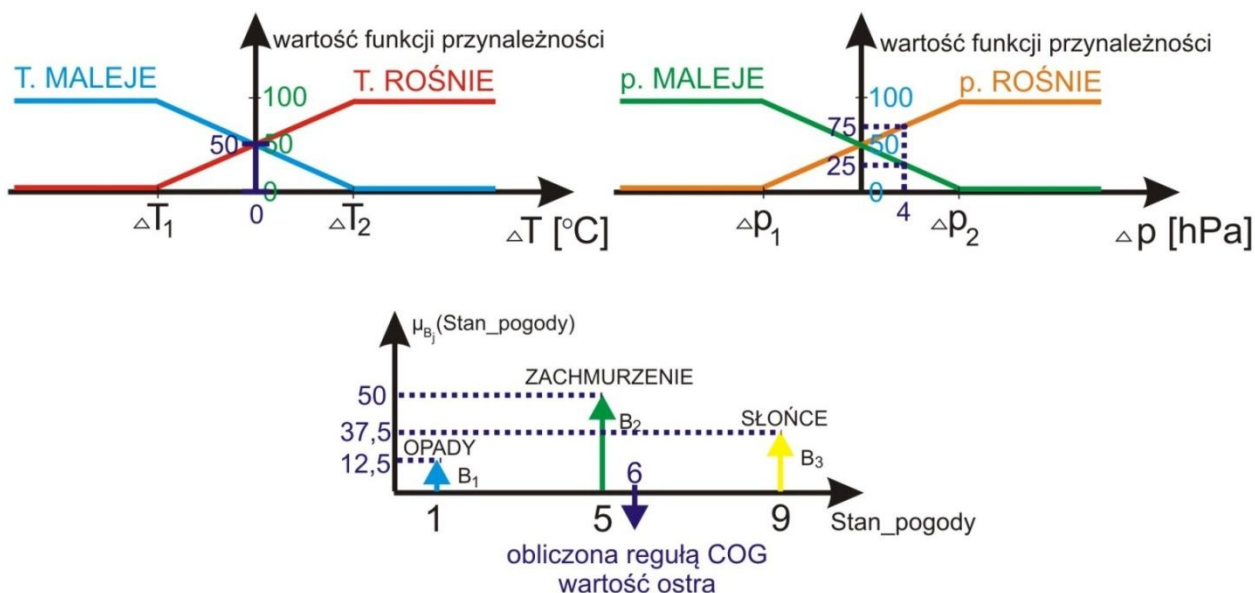
Rys. 3. Tablica z regułami wnioskowania

Wartości lingwistyczne: opady, zachmurzenie i słońce są opisane zbiorami rozmytymi B_0 , B_1 , B_2 zgodnie z rys. 4.



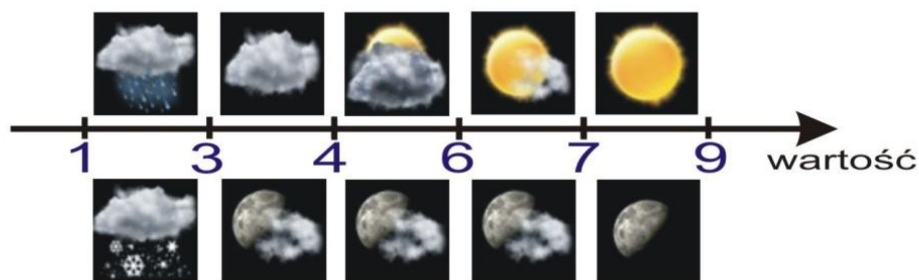
Rys. 4. Wartości lingwistyczne zmiennej Stan_pogody

Np. dla obliczonej różnicy temperatury równej 0°C i obliczonej różnicy ciśnienia równej 4 hPa uzyskano następujące wartości zmiennych lingwistycznych zgodnie z rys. 5.



Rys. 5. Przykładowe wartości zmiennych lingwistycznych

Następnie w procesie wyostrzania obliczana jest wyjściowa wielkość nierozmyta zgodnie z regułą środka ciężkości (COG) [1]. Na podstawie tej wielkości wybierana jest para obrazków zgodnie z rys 6. Jeden obrazek symbolizuje pogodę w ciągu dnia, drugi w ciągu nocy. Inaczej jest w przypadku opadów, gdzie mamy symbolikę deszczu i śniegu niezależnie od pory doby. Tak dla przykładu z rys. 6 obliczona wartość ostra wynosi 6 i zostanie wybrany obrazek z przedziału pomiędzy 6 i 7.



Rys. 6. Ikony symbolizujące pogodę, wybierane na podstawie wyniku algorytmu predykcji

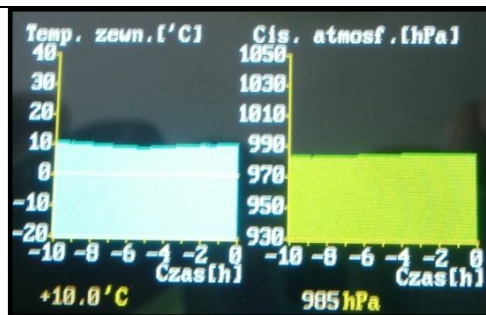
2.3. Sposób przeprowadzenia badań

Zaimplementowany biocybernetyczny algorytm jest przystosowany do przewidywania pogody krótkoterminowo tj. od 12 do 48 godzin. Jego sprawdzalność powinna być modyfikowana w zależności od klimatu, w którym stacja pracuje. Modyfikacje powinny polegać głównie na ustalaniu wartości progowych w procesach rozmycia i wyostrzenia.

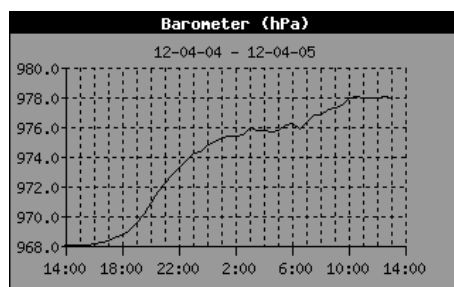
Po ustaleniu wartości progowych poddano urządzenie wielokrotnym próbom i ostatecznie uruchomiono na okres kilkunastu dni. Wartości wskazywane przez czujniki porównywano z danymi zamieszczonymi na stronie Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach [4] znajdującego się w niedalekim sąsiedztwie (około 15 km), natomiast wartości wskazywane przez ikony porównano z bieżącym zaobserwowanym w danym dniu stanem pogody. Należy również pamiętać, iż nie jest możliwe opisanie wszystkich występujących stanów pogody za pomocą ośmiu obrazków. Proponowane ikony z bardzo dobrym przybliżeniem symbolizują tylko możliwy stan pogody.

3. WYNIKI BADAŃ ORAZ WNIOSKI

Na rys. 7 przedstawiono zarejestrowane histogramy temperatury i ciśnienia dla 5 kwietnia 2012r. w miejscowości Mikołów. Na rysunku 8 widoczny jest histogram zmiany ciśnienia ze strony Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach [4]. Porównując wykresy można stwierdzić, iż wskazania projektowanego sterownika stacji meteorologicznej w dużym przybliżeniu pokrywają się ze wskazaniami certyfikowanych placówek. Obrazek symbolizujący bieżącą pogodę wskazywał na duże zachmurzenie co pokrywało się z rzeczywistością. Ikony symbolizujące predykcję nawiązywały do pogorszenia warunków pogodowych, co w rzeczywistości nastąpiło późnym wieczorem – pojawiły się niewielkie opady deszczu.



Rys. 7. Histogramy temperatury i ciśnienia dla 5 kwietnia 2012r.



Rys. 8. Histogram ciśnienia dla 5 kwietnia 2012r. ze strony GIG [4]

W dniu 5 kwietnia 2012r. zaimplementowane algorytmy okazały się niezwykle trafne, jednak po dłuższych obserwacjach, trwających kilka tygodni można stwierdzić, iż sprawdzalność algorytmu kształtuje się na poziomie 60% do 70%. Występowały takie dni, że stacja bezbłędnie wskazywała stan pogody, jednak były i takie kiedy przewidywany był słoneczny dzień, a spadał deszcz. Można także wspomnieć o tym, że na początku kwietnia 2012r. spadła niewielka ilość śniegu, czego nieprzewidziany nawet profesjonalne stacje meteorologiczne w najbliższej okolicy.

Zaobserwowano również charakterystyczne dla reguły wyostrzania COG skupianie się ostrej wartości wyjściowej blisko środka zakresu prezentowanego na rys. 6, co skutkowało tym, iż wyświetlanie obrazków skrajnych odbywało się bardzo rzadko.

Udowodniono, że biocybernetyczne algorytmy logiki rozmytej nadają się również do skomplikowanych zastosowań przemysłowych związanych z przewidywaniem zjawisk pogodowych. Ich rezultaty są na poziomie akceptowanym porównywanym z spotykanymi na rynku podobnymi urządzeniami.

4. LITERATURA

- [1] Jacek Łęski „Systemy neuronowo-rozmyte”, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne Warszawa 2008
- [2] Krzysztof Bielenkow, Praca dyplomowa magisterska, „Mikroprocesorowa stacja meteorologiczna”, Politechnika Śląska, Gliwice, 2001,
- [3] Krzysztof Dnielczyk, Praca dyplomowa magisterska, „Stacja meteorologiczna z predykcją pogody”, Politechnika Śląska, Gliwice, 2011,
- [4] Serwis internetowy Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach <http://meteo.gig.eu/>, luty 2012

EXAMPLE OF IMPLEMENTATION CYBERNETIC FUZZY LOGIC ALGORITHMS IN THE DEVICE FOR PREDICTION OF WEATHER