

Izabela ĆWIKLIŃSKA, Agnieszka NOWAK-BRZEZIŃSKA
Uniwersytet Śląski
Instytut Informatyki
e-mail: cwiklinskaizabela@gmail.com

PORÓWNANIE ALGORYTMÓW WNIOSKOWANIA KLASYCZNEGO I ROZMYTEGO NA PRZYKŁADZIE SYSTEMU WSPOMAGANIA DECYZJI PERSONALNYCH MENEDŻERA

Streszczenie. Celem pracy jest porównanie działania algorytmów wnioskowania dwuwartościowego i rozmytego. Artykuł zawiera opis teoretycznych podstaw działania obu algorytmów, użycia każdego z nich w innej wersji systemu wspomaganie decyzji menedżera. Następnie pokazano bazę wiedzy oraz dokładny algorytm wnioskowania, a także przykład użycia w praktyce systemu z wnioskowaniem klasycznym. Ostatnią częścią pracy jest opis analizy podobieństw i różnic pomiędzy algorytmami oraz wynikających z niej wniosków.

Słowa kluczowe: regułowe bazy wiedzy, systemy ekspertowe, wnioskowanie klasyczne, wnioskowanie rozmyte

COMPARISON OF ALGORITHMS CLASSIC AND FUZZY INFERENCE ON EXAMPLE OF MANAGER'S PERSONNEL DECISION SUPPORT SYSTEM

Summary. The aim of the study is to compare operation of divalent and fuzzy inference. The article contains describing the theoretical basis of operation of both algorithms and illustrated is to use each of them with a different version of the manager's decision support system. Next is shown knowledge base and accurate inference algorithm and also example of use system of classic inference in practice. The last part of the work is to describe the analysis of the similarities and differences between algorithms and of its conclusions.

Keywords: rule-based knowledge base, expert systems, classic inference, fuzzy inference

1. Wprowadzenie

Systemy wspomaganie decyzji przeżywają obecnie wielopłaszczyznowy rozwój. Przede wszystkim rozszerza się zakres branż, jakie systemy te obejmują. Nadal eksplorowana jest też medycyna, która leży u podstaw wspomaganie decyzji. Systemy zarządcze ewoluują w inteligentnych asystentów w ramach prężnej gałęzi Business Intelligence. Zmiany w systemach ekspertowych, będących inteligentną gałęzią systemów wspomaganie decyzji, dotyczą również sposobu implementacji. Desktopowe systemy oparte na logice dwuwartościowej zastępuje się systemami bardziej uniwersalnymi, operującymi logiką rozmytą. Skutkuje to głęboką eksploracją wiedzy (również niepewnej), pozwalającą wydobyć znacznie większą ilość informacji niż z analogicznego systemu bazującego na logice boolowskiej. Coraz częściej istnieje potrzeba dostępu do systemu niezależnie od lokalizacji jego użytkownika i stąd wspomaganie decyzji przez aplikacje mobilne bądź te dostępne online.

Pomimo wspomnianych zmian nadal jednak w zarządzaniu królują systemy ekspertowe mające głównie zbierać dane liczbowe i analizować je w celu dysponowania zasobami (np. cały system EPR firmy IMPAQ lub Estibook.pl dla menedżerów spa). Tworzone są też bardziej dopasowane systemy zarządcze (w formie dedykowanej, chociażby aplikacja Mobile Manager firmy Comarch¹). Brak jednak na rynku wyraźnej gałęzi wsparcia menedżera w zarządzaniu zespołem.

Współautorka pracy zaprojektowała i zaimplementowała więc narzędzie wspomagające decyzje menedżera, w którym wiedza dziedzinowa bazowała na logice boolowskiej, po czym podjęła próbę rozwiązania problemu podejmowania decyzji w takiej dziedzinie poprzez wykorzystanie mechanizmu wnioskowania rozmytego. Pozwoliło to na uzyskanie niejednoznacznego wyniku wnioskowania, co w większym stopniu oddaje specyfikę pracy z ludźmi².

Głównym tematem niniejszego artykułu jest wykonanie, przez ogólną analizę oraz opis konkretnych przypadków, porównania działania wnioskowania klasycznego i rozmytego w ramach stworzonego systemu.

2. Algorytmy wnioskowania

Poniższy rozdział zawiera ogólną charakterystykę oraz analizę efektywności wnioskowań klasycznego i rozmytego. Główną różnicą pomiędzy nimi jest logika, na której się opierają.

¹ Signerska J., Bartoszek K.: Logika rozmyta. Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej, Politechnika Gdańska, Gdańsk 2006.

² Ćwiklińska I.: System wspomaganie decyzji menedżera. Praca inżynierska, promotor Dr Agnieszka Nowak-Brzezińska, Uniwersytet Śląski, WliNoM, Sosnowiec 2015.

W pierwszym przypadku jest to logika dwuwartościowa, w której dany element (np. fakt w bazie wiedzy) może jedynie należeć lub nie do zbioru. W drugim przypadku element może również należeć do zbioru w sposób częściowy. Samo działanie systemów ekspertowych różni się też na wiele sposobów, np. poprzez stopień skomplikowania algorytmu³ lub wynik wnioskowania⁴.

2.1. Wnioskowanie klasyczne

Podstawą klasycznego działania jest logika dwuwartościowa, dokładnie zaś reguła modus ponens (reguła odrywania), zakładająca, iż jeśli z A wynika B, a A jest prawdziwe, to B również jest prawdziwe i daje się zapisać w formie implikacji logicznej o następującej postaci:

$$\frac{A \Rightarrow B, A}{B},$$

co czytamy jako: Jeżeli prawdziwa jest implikacja typu „Jeżeli A to B”, i A jest prawdziwe, to również B uznajemy za prawdziwe. W ramach wnioskowania klasycznego wyróżnić można następujące algorytmy: wnioskowanie w przód, wstecz oraz mieszane. Ze względu na charakter algorytmu zastosowanego w omawianym niżej systemie ekspertowym (rozdział 3.2) w rozdziale tym opisany został algorytm wnioskowania w przód.

Algorytm ten polega na generowaniu nowych faktów, na podstawie dostępnych reguł i innych faktów, do czasu uzyskania postawionego celu (hipotezy). Niestety w ten sposób nieograniczenie zwiększa się liczba nowych faktów, zapisywanych w bazie wiedzy, co może utrudniać użytkownikowi poprawną interpretację nadmiaru nowej wiedzy w krótkim czasie. Z drugiej strony taki przyrost wiedzy pozwala w przyszłości przyspieszyć wnioskowanie, które staje się korzystne ze względu na rozbudowywanie bazy przy systemach początkowo niewielkich bądź niekorzystne ze względu na obciążanie pamięci operacyjnej przy systemach większych (lub niewielkim zakresie pamięci do dyspozycji). Poniżej przedstawiony został uogólniony algorytm wnioskowania w przód:

BW := Fakty (początkowe)

UNTIL osiągnięto cel lub brak możliwości uaktywnienia jakiegokolwiek reguły DO

Określić zbiór R reguł w bazie wiedzy BW, dla których przesłanki są spełnione.

Wybrać ze zbioru R regułę Rx na podstawie strategii sterowania wnioskowaniem⁵.

BW := Wynik uaktywnienia reguły Rx działający na BW + istniejąca BW⁶.

³ Klasyczny – to wniosek z reguły, zaś rozmyty – algorytm wielostopniowy, opisany w rozdziale 2.2.

⁴ We wnioskowaniu klasycznym jest jednoznaczny, natomiast wnioskowanie rozmyte dopuszcza jednoczesne istnienie kilku wniosków przy różnym wskaźniku ich należności do zbioru wyników danego wnioskowania.

⁵ Strategia sterowania wnioskowaniem określa kolejność aktywacji poszczególnych reguł z bazy wiedzy. Wyróżnia się strategie: świeżości, blokowania i specyficzności.

⁶ Mulawka J.J.: Systemy ekspertowe. WNT, Warszawa 1996, s. 82.

2.2. Wnioskowanie rozmyte

Używanie rozmytych systemów ekspertowych uzasadnione jest tam, gdzie niemożliwe jest stworzenie konkretnego modelu matematycznego opisującego wnioskowanie⁷. Najczęściej praktykuje się je w ramach baz danych, systemów sterujących czy operujących na języku naturalnym.

Pracę na tego typu danych umożliwia zastosowanie zbioru rozmytego. Zbiór rozmyty, w odróżnieniu od zbioru klasycznego, pozwala na definiowanie przynależności obiektu do zbioru w części, nie ograniczając się jedynie do klasyfikacji binarnej: należy bądź nie należy. Definicyjnie zbiorem rozmytym A w pewnej (niepustej) przestrzeni X , co zapisujemy jako $A \subseteq X$, nazywamy zbiór par $A = \{(x, \mu_A(x)); x \in X\}$ gdzie $\mu_A: X \rightarrow [0,1]$, jest funkcja przynależności zbioru rozmytego A ⁸.

Istotne w mechanizmie wnioskowania jest przyjrzenie się regułom wnioskowania. Odpowiednikiem rozumowania **modus ponens** w logice rozmytej będzie następująca reguła:

$$\frac{x \text{ jest } A', A \rightarrow B}{y \text{ jest } B'}$$

W tym przypadku x i y to zmienne lingwistyczne, zaś A, A', B, B' to zbiory rozmyte⁹. Dla umożliwienia systemowi ekspertowemu operowania na takich nieprecyzyjnych określeniach stosuje się właśnie teorię zbiorów i logiki rozmytej w formie sterowników rozmytych. Stosowane są chociażby rozmyte realizacje dwóch podstawowych działań logicznych: implikacji oraz wnioskowania. Klasyczny schemat wnioskowania rozmytego posiada składowe widoczne na poniższej liście:

1. Blok rozmywania (fuzyfikacji) – jego rola polega na przekształcaniu sygnałów wejściowych z ilościowych na wielkości jakościowe, reprezentowane przez zbiory rozmyte na podstawie określających je funkcji przynależności.
2. Blok wnioskowania (inferencji) – blok ten używa zbioru reguł rozmytych do wyznaczania w dziedzinie jakościowej wartości wyjść na podstawie wejść.
3. Baza reguł – reprezentacja wiedzy w postaci zbioru reguł rozmytych w postaci

$$\underbrace{\text{IF..THEN. IF } u_1 \text{ jest } F_1 \text{ i..i } u_d \text{ jest } F_d}_{\text{Część poprzedników (przesłanki)}} \text{ THEN } y \text{ jest } Y_k$$

Część poprzedników (przesłanki) Część następników (konkluzje)

4. Blok wyostrzania (defuzyfikacji) – przekształca sygnały wyjściowe systemu z jakościowych na ilościowe.

⁷ Tam, gdzie wiedza jest często „instynktowna”.

⁸ Signerska J., Bartoszek K.: op.cit.

⁹ Marszałek A.: Inżyniera wiedzy. Wnioskowanie rozmyte. Zakład Inteligencji Obliczeniowej Instytut Informatyki, Politechnika Krakowska, Kraków, s. 4.

3. Specyfika bazy wiedzy dla systemu wspomaganie decyzji menedżera

Jednym z zadań menedżera grupy sprzedażowej jest osiągnięcie jak najwyższej sprzedaży. W tym celu musi między innymi zebrać dane dotyczące poziomu sprzedaży oraz historii ocen danego pracownika. Na tej podstawie może dokonać oceny pracownika¹⁰. W opisanym powyżej systemie po wprowadzeniu danych sprzedaży ocenianego okresu oraz ewentualnej oceny okresu poprzedniego menedżer otrzymuje wskazówkę, jaką strategię postępowania wobec pracownika ma podjąć w najbliższym czasie¹¹. Jest to możliwe dzięki zapisaniu wiedzy dziedzinowej opartej na doświadczeniu eksperta w formie 320 (wnioskowanie klasyczne) lub 1504 (wnioskowanie rozmyte) reguł. Reguły te pogrupowane są według następujących okresów oceny o łącznej liczbie piętnastu: dwanaście tygodni (od tygodnia 1_1 do tygodnia 3_4) oraz okresy zbiorcze – miesiąc, dwa miesiące oraz kwartał. Liczba reguł ze względu na coraz większą dostępną listę faktów rośnie przez pierwsze pięć okresów. Następnie pozostaje stała dla okresu ocen tygodniowych. Większa jest dla okresu dwóch miesięcy i kwartału. W tabeli 1 widoczne są przykłady reguł systemu ilustrujących ocenę trzech miesięcy pracy w ramach ścieżki MAX, opisanej w rozdziale 4 oraz zilustrowanej w tabeli 3.

Tabela 1

Przykłady reguł systemu

WNIO- SKO- WANIE/ REGUŁA	WARUNEK 1	WARUNEK 2	WARUNEK 3	WARUNEK 4	KONKLUZJA
Klasyczne 318	Jeśli sprzedaż/miesiąc3 > średnia_sprzedaż/miesiąc3	i ocena tydzień4 miesiąc3 =	i ocena miesiąc1 =	i ocena miesiąc2 =	to wzmocnienie = LIDER
Rozmyte 1487	Jeśli sprzedaż/miesiąc3 > 1,375 średniej_sprzedaży/miesiąc3 oraz ≤ 1,875 średniej_sprzedaży /miesiąc3	POCHWAŁA	POCHWAŁA/ NAGRODA/ LIDER	POCHWAŁA/ NAGRODA/ LIDER	

3.1. Schemat wnioskowania dla systemu wspomaganie decyzji menedżera

Opisany poniżej algorytm odnosi się do działania obu wariantów systemu wspomaganie decyzji menedżera **ĆWIKŁA** – zarówno klasycznego, jak i opartego na wnioskowaniu rozmytym. Zastosowano w nim wnioskowanie w przód. Algorytm bazuje na regułach pozwalających na wygenerowanie nowych faktów na podstawie faktów już istniejących. Co charakterystyczne, fakty wygenerowane z jednego okresu wykorzystywane są w kolejnym, a użytkownik systemu w każdej chwili dowolnie wybiera okres oceny. W każdej regule

¹⁰ Dokładny opis pracy menedżera sprzedaży zawarty jest w pracy inżynierskiej współautorki: *Ćwiklińska I.: System wspomaganie decyzji menedżera*. Praca inżynierska, promotor Dr Agnieszka Nowak-Brzezińska, Uniwersytet Śląski, WInoM, Sosnowiec 2015.

¹¹ Hojny M.: *Podstawy zarządzania*. Zakład Systemów Zarządzania i Marketingu, Politechnika Wroclawska, Wroclaw 2010.

przesłankami reguł jest sprzedaż z danego okresu¹² oraz ocena z okresu poprzedniego¹³ (z wyjątkiem pierwszego tygodnia). Wyjątkiem są okresy dwóch oraz trzech miesięcy. W nich po uwagę brane są również oceny odpowiednio: z jednego miesiąca oraz z miesięcy – jednego i dwóch (w formie grup – wzmocnienia pozytywne (pochwała, nagroda, lider), negatywne (nagana, rozmowa dyscyplinująca, program naprawczy) oraz neutralne – od nowa). W tabeli 2 widoczna jest lista okresów oceny wraz z przypisanymi im regułami oraz wnioskami, które reguły te wprowadzają do bazy faktów.

Tabela 2

Schemat okresów oceny

OKRES OCENY	WNISKOWANIE KLASYCZNE		WNISKOWANIE ROZMYTE	
	ZAKRES REGUL	WNIOSKI	ZAKRES REGUL	WNIOSKI
TYDZIEŃ 1 1	1 i 2	N, P	4–8	N, P, NG, RD
TYDZIEŃ 1 2	4–6	RD, NAGRODA	9–40	PN, ON, W
TYDZIEŃ 1 3	7–14	PN, L	40–96	Z, L
TYDZIEŃ 1 4	15–26	Z, ON	97–160	Pula faktów jest pełna.
MIESIĄC 1	27–40	Pula faktów jest pełna.	161–224	Reguły będą z niej tylko korzystać, nie dokładając wartości.
TYDZIEŃ 2 1 - 2 4	41–96	Reguły będą z niej tylko korzystać, nie dokładając wartości.	225–480	
DWA MIESIĄCE	97–138		481–672	
TYDZIEŃ 3 1 - 3 4	139–194		673–928	
KWARTAŁ	195–320		929–1504	

N – nagana, P – pochwała, NG – nagroda, W – wyróżnienie, L – lider, ON – od nowa, RD – rozmowa dyscyplinująca, PR – program naprawczy, Z – zwolnienie

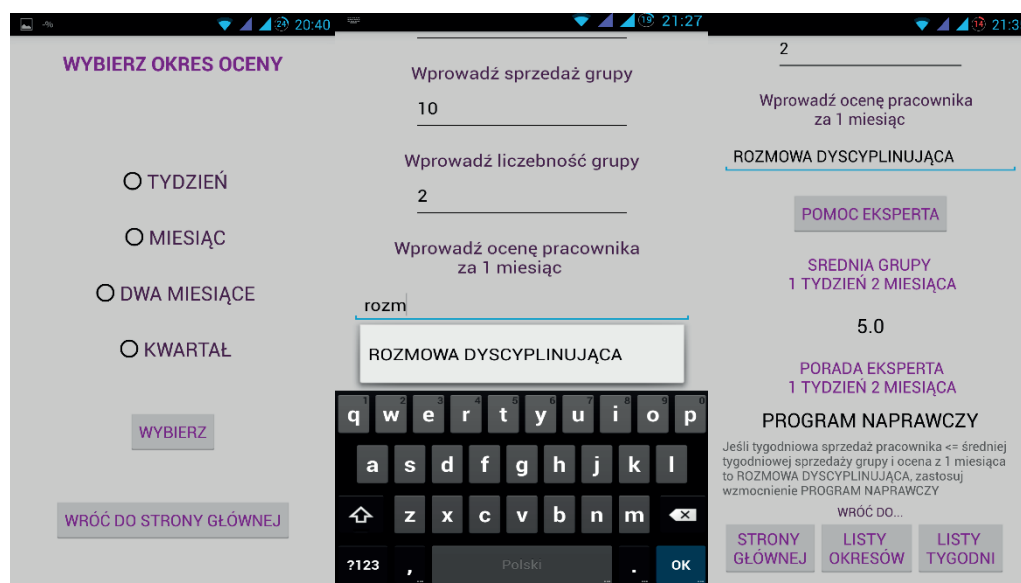
3.2. Opis działania systemu w praktyce

Opisany w podrozdziałach 3.1 i 3.2 algorytm wnioskowania klasycznego zaimplementowany został w postaci aplikacji mobilnej Ćwikła, funkcjonującej w systemie Android (od wersji 4.2). Na rysunku 1 widoczna jest przykładowa ścieżka wnioskowania przeprowadzona na działającym programie.

Zakładamy, że interesuje nas ocena pracownika za jego sprzedaż w pierwszym tygodniu drugiego miesiąca pracy. Przykładowe dane sprzedaży to: sprzedaż jednostkowa = 2, sprzedaż grupy = 10 oraz liczebność grupy = 2. Po uzupełnieniu danych i kliknięciu przycisku POMOC EKSPERTA następuje realizacja algorytmu wnioskowania. Zobaczyć można średnią sprzedaży grupy oraz ocenę eksperta wraz z uzasadnieniem.

¹² Podstawę stanowi stosunek sprzedaży ocenianej jednostki do średniej sprzedaży całej grupy z tego samego okresu. Por. Zimniewicz K.: Podstawy zarządzania. Wyższa Szkoła Bankowości i Zarządzania, Poznań 2001.

¹³ Wniosek z poprzedniej reguły będący jednocześnie faktem w puli faktów. Do pewnego momentu działania systemu każda reguła wprowadza bowiem swoje wnioski do puli faktów. Kolejne reguły dostępną pulę wykorzystują zarówno jako jedną z przesłanek, jak i wniosek.



Rys. 1. Wybór okresu oceny i wprowadzanie danych oraz wynik wnioskowania
 Fig. 1. The choice of the assessment period and data entry and the result of inference

4. Eksperymenty

Celem przeprowadzonych eksperymentów było porównanie działania oraz jego wyników w przypadku wnioskowania klasycznego oraz wnioskowania rozmytego. Oczywiście oba systemy różnią się od siebie, chociaż dotyczą tego samego aspektu wspomagania początkującego menedżera. System wykorzystujący wnioskowanie rozmyte został stworzony z myślą przybliżenia jego działania do realnego działania doświadczonego menedżera sprzedaży.

W tabeli 3 widoczne jest porównanie działania systemu wspomagania menedżera w ramach wnioskowania klasycznego oraz wnioskowania rozmytego. Jako podstawę porównań przyjęto trzy grupy reguł opisujących trzy rodzaje sytuacji. Grupa pierwsza, oznaczona jako MAX, to reguły aktywujące się w sytuacji, gdy pracownik przez całą analizowaną ścieżkę miał sprzedaż na poziomie mocno przekraczającym średnią grupy (tutaj 18 sprzedanych produktów w porównaniu ze średnią grupy na poziomie 10). Grupa MIN jest jej przeciwieństwem, ilustruje więc drogę pracownika posiadającego bardzo niską sprzedaż w danym okresie (2 na 10) oraz negatywną ocenę za poprzedzające okresy. Grupa ŚREDNIA skupia reguły, które można określić jako „idealnie średnie”. Dotyczy ona przypadków, kiedy sprzedawca dokonał sprzedaży równej ze średnią grupy, zaś jego poprzednie oceny były opisane jako „OD NOWA”. Wewnątrz każdej z grup zauważyć można następny podział – według okresu oceny. Wzięte pod uwagę zostały trzy okresy, kiedy w grupach sprzedażowych dokonuje się oceny zbiorczej wyników sprzedaży – miesiąc (1m), dwa miesiące (2m) oraz trzy miesiące (3m).

Jak widać, niezależnie od analizowanego obszaru w ramach wnioskowania klasycznego zawsze aktywowana jest jedna reguła. Jest to wynik spodziewany, wynikający ze specyfiki zastosowanego wnioskowania w przód. W związku z tym (oraz ze względu na brak w tym przypadku funkcji przynależności) nie oceniano siły reguły. W przypadku wnioskowania rozmytego liczba aktywowanych reguł jest różna, chociaż w przypadku grupy ŚREDNIA również wynosi jeden. Wynika to ze specyfiki zaimplementowanej wiedzy biznesowej. Pracownik rozpoczynający od nowa ścieżkę kariery wykazujący się idealnie średnią sprzedażą nie znajduje się na granicy żadnych decyzji menedżerskich, dopiero do nich „zmierza”. W ramach implementacji wnioskowania rozmytego widoczne jest to poprzez dość wąską w reprezentacji graficznej, funkcję przynależności dla średniej sprzedaży i jedno-reprezentacyjną grupę faktów z poprzednich okresów, na których opierają się reguły (jedynie OD NOWA)¹⁴.

Tabela 3

Porównanie działania wnioskowań

WNISKOWANIE KLASYCZNE									
liczba reguł w bazie	320								
grupa wnioskowań (sprzedaż jednostki/sprzedaż grupy)	MAX (18/10)			ŚREDNIA (10/10)			MIN (2/10)		
oceniany okres	1m	2m	3m	1m	2m	3m	1m	2m	3m
liczba reguł uaktywnionych	1	1	1	1	1	1	1	1	1
reguły silne ($\mu \geq 0,5$)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
reguły średnie ($0,15 < \mu < 0,5$)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
reguły silne ($\mu \leq 0,15$)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
WNIOSEK	N	N	N	N	N	N	Z	Z	Z
WNISKOWANIE ROZMYTE									
liczba reguł w bazie	1504								
grupa wnioskowań (sprzedaż jednostki/sprzedaż grupy)	MAX (18/10)			ŚREDNIA (10/10)			MIN (2/10)		
oceniany okres	1m	2m	3m	1m	2m	3m	1m	2m	3m
liczba reguł uaktywnionych	4	4	4	1	1	1	4	4	4
reguły silne ($\mu \geq 0,5$)	2	2	2	1	1	1	2	2	2
reguły średnie ($0,15 < \mu < 0,5$)	2	2	2	0	0	0	2	2	2
reguły silne ($\mu \leq 0,15$)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WNIOSEK	W 0,5, L 0,5	W 0,5, L 0,5	L 1	ON 1	ON 1	ON 1	Z 0,5, P 0,5	Z 1	Z 1

L – lider, N – nagana, Z – zwolnienie, W – wyróżnienie, ON – od nowa, PN – program naprawczy

Co bardzo znamienne, wynik wnioskowania w przypadku grupy ŚREDNIA różni się w ramach obu metod. W metodzie klasycznej jest to zawsze NAGANA, w metodzie rozmytej – OD NOWA. Wynika to z tego, iż dopiero w ramach wnioskowania rozmytego możliwe było uwzględnienie szerszej skali i bardziej płynne ujęcie danych wejściowych, a co za tym idzie, przystosowanie uzyskanego wniosku do większej różnorodności sytuacji biznesowych.

¹⁴ Fakt OD NOWA oznacza, iż pracownik przeszedł pomyślnie PROGRAM NAPRAWCZY i uniknął zwolnienia, jednocześnie zaczynając ścieżkę sprzedawcy właśnie od nowa.

Z tego samego powodu różnią się również wnioski pomiędzy metodą klasyczną a rozmytą w ramach grupy MAX i MIN. W przypadku wnioskowania klasycznego wynik jego działania jest w każdej grupie jednolity. W przypadku wnioskowania rozmytego wyniki w ramach jednej grupy są różne. Nie zawsze jednak różnią się od tych uzyskanych w ramach tego samego okresu i grupy we wnioskowaniu w przód. Jest to zrozumiałe, nadal bowiem oba systemy implementują tę samą wiedzę menedżerską.

Charakterystyczny jest zauważalny schemat w obu wspomnianych grupach. W ramach zastosowania logiki rozmytej zawsze zamiast klasycznie jednej aktywowane są cztery reguły. Zawsze też są to dwie reguły silne i dwie słabe. W ramach innych eksperymentów udowodniono, iż liczby te wyglądają prawie zawsze tak samo (z wyżej wskazanym wyjątkiem). Przyczyną tego stanu rzeczy jest symetria systemu. W ramach tworzenia reguł dla wnioskowania rozmytego zwiększono ich liczbę w stosunku do systemu klasycznego dla zilustrowania większej różnorodności danych wejściowych (większej liczby przedziałów sprzedaży). Zamiast jednego zbioru, obejmującego np. sprzedaż większą niż średnia grupy, stworzono cztery zbiory rozmyte (OK+, DOBRZE, SUPER, REWELACJA). Również zbiór sprzedaży mniejszej lub równiej średniej zastąpiono poprzez zbiory: OK-, ŹLE, TRAGEDIA, NIC.

5. Podsumowanie

Przeprowadzone powyżej badania wskazują, iż prawidłowym krokiem w ramach rozwoju systemu wspomaganie decyzji menedżera było stworzenie dla niego algorytmu wnioskowania rozmytego. Dało to bowiem nowe możliwości jego użytkowania.

System bazujący na logice dwuwartościowej jest odpowiedni do użytkowania przez menedżera, który dopiero rozpoczął pracę. Pierwsze trzy miesiące są dla niego na tyle dużym wyzwaniem, iż bardzo pomocna jest aplikacja mobilna, która w każdej chwili może mu pomóc przy dość trudnym, również emocjonalnie, procesie oceny pracownika. Wskazuje jednoznaczne decyzje, wokół których może budować swoje działania. Ponadto daje pewność, iż zawsze postępuje zgodnie z wytycznymi firmy, których może na razie nie znać zbyt dobrze. Są one jednak zaimplementowane w postaci reguł wewnątrz użytkowanego przez niego systemu.

W ramach dalszej ścieżki kariery menedżer poznaje już procedury oraz swoich pracowników. Ma już wiedzę, która pozwala mu interpretować informacje. Dlatego też bardziej przydatny staje się system ekspertowy wykorzystujący wnioskowanie rozmyte. Wskazuje on menedżerowi wnioski niejednoznaczne. System staje się bliższy działaniu człowieka w dwojaki sposób. Po pierwsze, sam w sobie zawiera symulację ludzkiego instynktu

i doświadczenia w postaci wnioskowania rozmytego, po drugie zaś, daje miejsce na przedłużenie tegoż u użytkownika. To on ostatecznie podejmuje decyzje. Oczywiście robił tak też w przypadku pierwszej wersji systemu, oba z nich pełnią funkcję doradczą. W tamtym przypadku mógł jedynie (również przedłużając działanie aplikacji) zgodzić się z decyzją lub nie. W ramach interakcji z systemem rozmytym dostaje informację zarówno mniej jednoznaczną (np. dwa różne wnioski), jak i bardzo dokładną (wskaźnik mocy każdego z wniosków).

Bibliografia

1. Ćwiklińska I.: Ekspert wspomagający zarządzanie. „Szef Sprzedaży”, nr 23. Explanator, Wrocław 2015.
2. Ćwiklińska I.: System wspomagania decyzji managera. Praca inżynierska, promotor Dr Agnieszka Nowak-Brzezińska, WiiNoM, Uniwersytet Śląski, Sosnowiec 2015.
3. Hopej M.: Podstawy zarządzania. Zakład Systemów Zarządzania i Marketingu, Politechnika Wrocławska, Wrocław 2010.
4. Marszałek A.: Inżyniera wiedzy. Wnioskowanie rozmyte. Zakład Inteligencji Obliczeniowej Instytut Informatyki, Politechnika Krakowska, Kraków, s. 4.
5. Mulawka J.J.: Systemy ekspertowe. WNT, Warszawa 1996, s. 82.
6. Signerska J., Bartoszek K.: Logika rozmyta. Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej, Politechnika Gdańska, Gdańsk 2006.
7. Zimniewicz K.: Podstawy zarządzania. Wyższa Szkoła Bankowości i Zarządzania, Poznań 2001.
8. <http://www.comarch.pl/handel-i-uslugi/rozwiazania/comarch-sfa/mobile-manager/>.

Abstract

All the above article shows primarily two approaches to inference – based on of divalent and fuzzy logic. On this duality is based on all the work, from description of the theoretical foundation, by illustrating operation of a specific inference algorithms, up to include a comparative analysis of the action of both of them. This look at the manager's support system allows certain regularities. First of all, that classic and fuzzy inference have their specific practical applications. These applications are both somewhat similar and very different – like same algorithms.