

UOT 659.118

QEYRİ-SƏLİS MƏNTİQİ NƏTİCƏ ÇIXARMA SİSTEMİNİN TƏTBİQİ

Məmmədova K.A., Həsənpuliyeva M.M., Abbasova İ.

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
AZ1010, Bakı şəh., Azadlıq pr. 20
E-mail: k.a.mammadova@yandex.ru

Xülasə. Böyük verilənlərin təhlilinin həyata keçirilməsi tədqiqatın ən mühüm mərhələsidir. Bir sıra elmi - tədqiqat işlərinin araşdırılması nəticəsində şəbəkə performansının ölçülməsi üçün mövcud olan bir çox simulyasiya mühitləri və şəbəkə simulyatorları təhlil edilmişdir. Tədqiqat işində qeyri-səlis məntiqi nəticə çıxarma sistemini (QSMNS) yaratmaq üçün sadə və aydın həll üsuluna malik olduğuna görə alqoritmlərin işlənilməsi və verilənlərin vizuallaşdırılması, verilənlərin təhlili və rəqəmsal hesablama üçün yüksək səviyyəli texniki hesablama dili və interaktiv Matlab mühiti seçilmişdir. Matlab programından istifadə etməklə böyük həcmdə verilənləri ənənəvi üsullardan fərqli olaraq daha sürətli təhlil etmək olur.

Abstract. The implementation of big data analysis is the most important stage of the research. As a result of a number of scientific studies, many existing modeling environments and network simulators have been analyzed to measure network performance. In the study, a high-level technical computing language and Matlab interactive environment for algorithm development and data visualization, data analysis and digital computing was chosen because they have a simple and straightforward solution to create a fuzzy logical reasoning system (QSMNS). For this it is very efficient to use the products of the Matlab environment.

Аннотация. Внедрение анализа больших данных является наиболее важным этапом исследования. В результате ряда научных исследований было проанализировано множество существующих сред моделирования и сетевых симуляторов для измерения производительности сети. В исследовании был выбран высокоуровневый технический вычислительный язык и интерактивная среда Matlab для разработки алгоритмов и визуализации данных, анализа данных и цифровых вычислений, поскольку они имеют простое и понятное решение для создания системы нечетких логических рассуждений (QSMNS). И очень эффективно использовать продукты среда Matlab.

Açar sözlər: böyük verilənlər, qeyri-səlis çoxluqlar, məntiqi nəticəçıxarma, qaydalar sistemi, mənsubiyyət funksiyası, qeyri-səlis hesab

Ключевые слова: большие данные, нечеткие множества, логический вывод, система правил, функция принадлежности, нечеткая арифметика.

Key words: *big data, fuzzy sets, logical inference, system of rules, affiliation function, fuzzy arithmetic*

Giriş. Matlab-dan signal və təsvirin emalı, rabitə, idarəetmə dizaynı, sınaq və ölçmə, maliyyə modelləşdirməsi və təhlil, hesablama biologiyası daxil olmaqla geniş tətbiqlərdə istifadə etmək olur. Əlavə alət qutuları (xüsusi təyinatlı Matlab funksiyalar toplusu) müxtəlif tətbiq sahələrində problemlərin xüsusi kateqoriyalarını həll etmək üçün Matlab mühitini daha da genişləndirir.

Matlab mühitinə işin formalaşdırılması və paylaşılması üçün bir sıra funksiyalar daxildir. Matlab texniki hesablamalar üçün yüksək səviyyəli dilə, kod, fayl və verilənlərin idarə edilməsi üçün işlənmə mühitinə, iterativ axtarış, dizayn və problem həlli üçün interaktiv alətlərə, xətti cəbrə, statistikaya, Furiye analizi funksiyalarına, filtrasiya, optimallaşdırma və ədədi integrasiya üçün riyazi funksiyalara, Məlumatların vizuallaşdırılması üçün 2-D və 3-D qrafik funksiyalara, Xüsusi qrafik istifadəçi interfeyslərinin qurulması üçün alətlər kitabxanasına malikdir. Matlab kodunu digər dillər və proqramlarla, məsələn, Matlab əsaslı alqoritmlərin C, C++, FORTRAN, Java™, COM və Microsoft Excel kimi xarici proqram və dillərlə integrasiyası funksiyalarına malik olması onun digər mühitlərdən üstünlüyünü təşkil edir [40].

Tədqiqat işində qeyri-səlis məntiqin mühüm hissəsi olan qeyri-səlis nəticə çıxarma sisteminin təsviri, simulyasiyası və analizi məqsədilə Matlab mühitindən istifadə edilmişdir. Əksər praktik tətbiqlərdə belə sistemlər dəqiq qeyri-xətti təsviri həyata keçirir ki, bu da mövcud problem haqqında ekspert və ya ümumi mənada bilikləri kodlayan qeyri-səlis qaydalar şəklində təqdim edilir.

Tədqiqatda biz internet saytından yüklənən verilənlər cəmiyyətindən istifadə edilmişdir [41]. Bu, son vaxtlar aktual olan bir mövzudur. O, yüksək verilənlər həcmində malikdir: 23 post və 10755 şərh. Facebook Graph API-dən istifadə edərək hər post üçün bütün şərhlər ilk 30000 saniyə ərzində toplanıb. Verilənləri paylanmış fayl sistemində saxlamaq asan olduğu üçün düz cədvəl formatından (məsələn, CSV faylı) istifadə edilmişdir. CSV faylının başlığı aşağıdakı sütunlardan ibarət cədvələ malikdir: Verilənlərin daxil olma vaxtı, Mövzunun adı, Post, Şərh, Müsbət, Mənfi. Seçilmiş mövzu, şəkil 1-də göstərilən son vaxtlar aktual olan “2021-cı il ABŞ prezident seçkiləri”dir [42].

1. Qeyri-səlis məntiqi nəticə çıxarma sistemlərinin tətbiq texnologiyası

Qeyri-səlis nəticə çıxarma, qeyri-səlis məntiqdən istifadə edərək giriş/çıxış təsvirlərinin formalaşdırılması prosesidir. Fuzzy Logic Toolbox (Qeyri-səlis məntiqi alət qutusu) proqram təminatı Mamdani və Sugeno qeyri-səlis sistemlərinin yaradılması üçün əmrlər sətrinə və xətti funksiyalara malikdir [43].

Qeyri-səlis nəticə çıxarma sistemləri avtomatik idarəetmə, verilənlərin təsnifatı, qərarların təhlili, ekspert sistemləri və kompüter görməsi kimi bir sıra sahələrdə uğurla tətbiq edilmişdir [44]. Qeyri-səlis nəticə çıxarma sistemləri aşağıdakı arxitektura malikdir (şəkil 1):



Şəkil 1. Qeyri-səlis nəticə çıxarma sistemlərinin ümumi arxitekturası

QSMNS-lərinin yerinə yetirdiyi qeyri-səlis əsaslandırma (qeyri-səlis IF–THEN qaydaları üzərində nəticə çıxarma əməliyyatları) aşağıdakı mərhələlər üzrə yerinə yetirilir:

1. Hər bir linqvistik dəyişənlərin seçilmiş mənsubiyyət funksiyalarına görə mənsubiyyət qiymətlərini əldə etmək. (Bu mərhələ çox vaxt fuzzifikasiya adlanır.)
2. Hər bir qaydanın gücünü təyin etmək üçün əsas hissədəki mənsubiyyət qiymətlərini min və ya max məntiq əməllərinə görə birləşdirmək.
3. Yerinə yetirilmə dərəcəsindən asılı olaraq müvafiq nəticələr (qeyri-səlis və ya səlis (dəqiq)) və ya qaydalar yaratmaq.
4. Qeyri dəqiq (qeyri-səlis) nəticə əldə etmək üçün müvafiq nəticələri toplamaq.
5. Defuzzifikasiya [44].

Qeyri-səlis məntiqi alət sistemlərinin qurulması. Qeyri-səlis məntiqi alət qutusunda qeyri-səlis nəticə çıxarma sistemlərini qurmaq, redaktə etmək və müşahidə etmək üçün beş əsas Qİİ (qrafik istifadəçi interfeysi) aləti mövcuddur: qeyri-səlis nəticə çıxarma sistemi və ya QSMNS Editoru, mənsubiyyət funksiyası editoru, qayda görüntüləyicisi və səthi görüntüləyici. Bu Qİİ-lər bir-birindən dinamik şəkildə bağlıdır. Belə ki, onların birindən istifadə edərkən QSMNS-də edilən dəyişikliklər digər açıq Qİİ-lərin hər hansı birinə təsir edə bilər. Onların hər hansı birini və ya hamısını istənilən sistem üçün açıq etmək olar.



Şəkil 2. Fuzzy Logic ToolBox ilə sistemin qurulması

QSMNS Editoru sistem üçün yüksək səviyyəli məsələləri həll edir: Neçə giriş və çıxış dəyişəni var? Onların adı nədir? Fuzzy Logic Toolbox girişlərin sayını məhdudlaşdırmır. Bununla belə, girişlərin sayı maşınınızın mövcud yaddaşı ilə məhdudlaşdırıla bilər. Əgər girişlərin sayı çoxdursa və ya mənsubiyyət funksiyalarının sayı çox böyükdürsə, digər Qİİ alətlərindən istifadə edərək QSMNS-i təhlil etmək də çətin ola bilər.

Membership Function Editor (Mənsubiyyət Funksiyası Editoru) hər bir dəyişənlə əlaqəli bütün mənsubiyyət funksiyalarının formalarını müəyyən etmək üçün istifadə olunur.

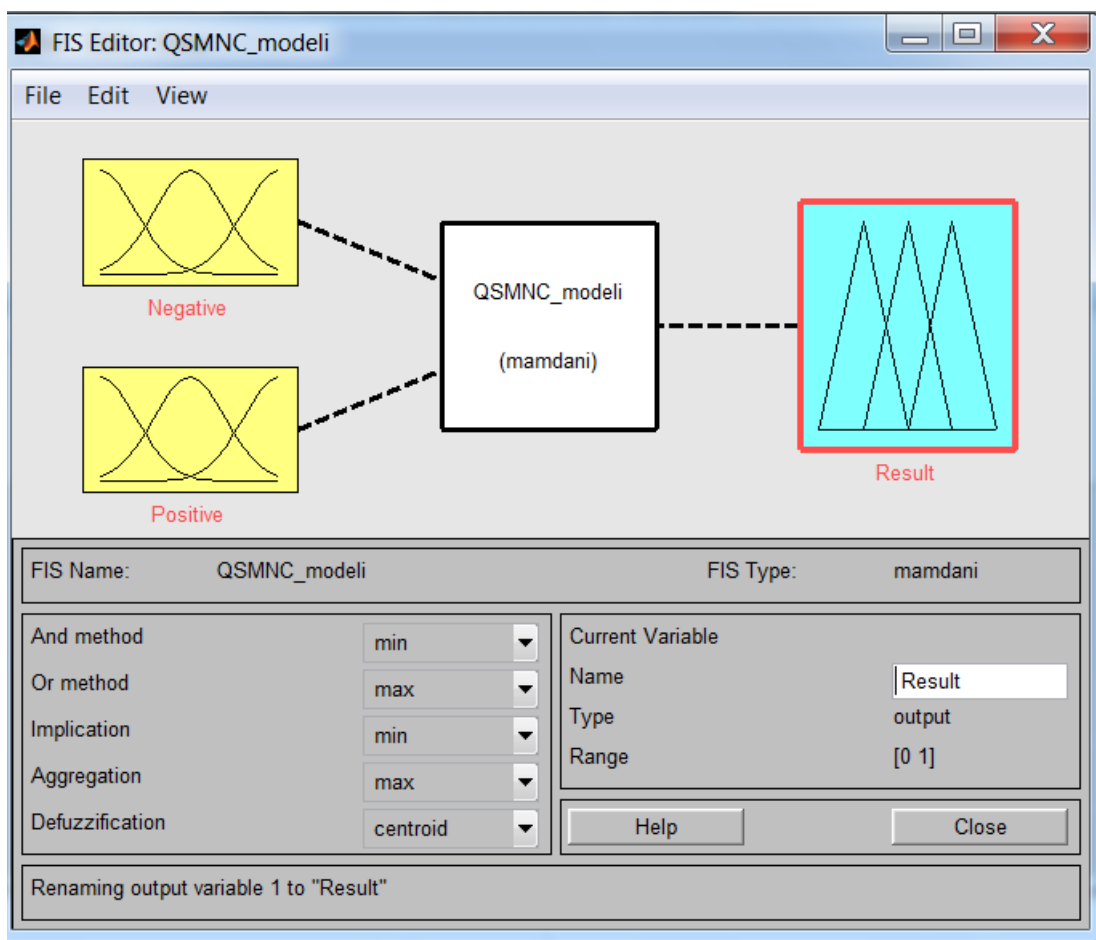
Rule Editor (Qayda Editoru) sistemin fəaliyyətini təyin edən qaydaların siyahısını redaktə etmək üçündür.

The Rule Viewer (Qaydalara baxış) və The Surface Viewer (Səthi baxış) redaktə etmədən fərqli olaraq QSMNS-nə nəzarət etmək üçün istifadə olunur. Onlar əsasən yalnız oxuna bilən alətlərdir. The

Rule Viewer qeyri-səlis nəticə çıxarma diaqramının Matlab əsaslı ekranıdır. Diagnostika kimi istifadə olunaraq, o, hansı qaydaların aktiv olduğunu və ya ayrı-ayrı mənsubiyyət funksiyası formalarının nəticələrə necə təsir etdiyini göstərə bilər. The Surface Viewer, çıxışlardan birinin hər hansı bir və ya iki girişdən asılılığını göstərmək üçün istifadə olunur, yəni sistem üçün çıxış səthi xəritəsini yaradır.

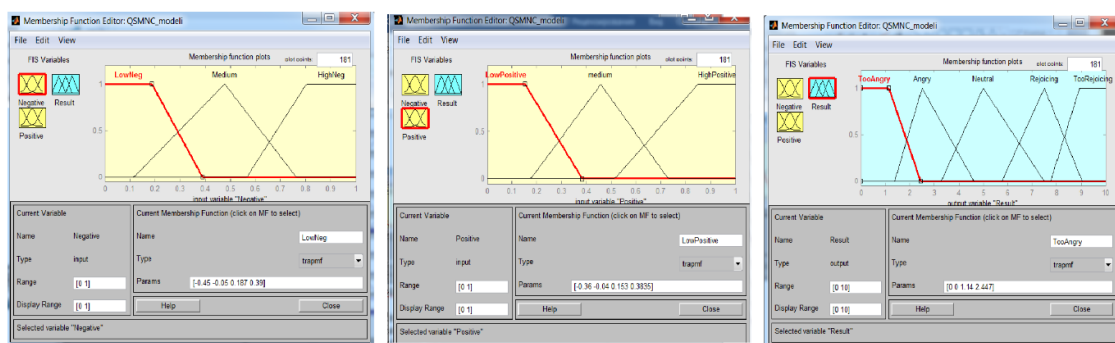
Qeyri-səlis məntiqi nəticə çıxarma sistemi ilə tətbiq texnologiyası. Tətbiqdə Matlab mühitindən istifadə edərək şəkil 2-də göstəriləndiyi kimi qeyri-səlis məntiqi nəticə çıxarma sistemi tətbiq etmək və simulyasiya etmək üçün yüklənə bilən verilənlər çoxluğundan Negative (mənfi) və Positive (müsbət) sütunların matrisini daxil etdik.

Girişlərin qeyri-səlisləşdirilməsi. Birinci mərhələ girişləri qəbul etmək və onların mənsubiyyət funksiyaları vasitəsilə müvafiq qeyri-səlis çoxluqların hər birinə aid olma dərəcəsini müəyyən etməkdir, giriş həmişə səlis ədədi qiymətdir. Çıxış isə müvafiq linqvistik çoxluqda qeyri-səlis mənsubiyyət dərəcəsinə malikdir [45].



Şəkil 3. QSMNS-nin tətbiqi

Qeyri-səlis nəticə çıxarma sistemində tətbiqimiz iki giriş üzərində qurulub: müsbət və mənfi (şəkil 4-də göstəriləndiyi kimi); doqquz qayda və bu qaydaların hər biri girişlərin bir neçə fərqli qeyri-səlis linqvistik çoxluqlarının həllindən asılıdır: aşağı müsbət hesab (Low Positive), orta müsbət hesab (Medium Positive), yüksək müsbət hesab (High Positive) və mənfi giriş üçün də analoji olaraq aşağı mənfi hesab (Low Negative), orta mənfi hesab (Medium Negative), yüksək mənfi hesab (High Negative) olacaq. Çıxış üçün beş qeyri-səlis linqvistik dəyişənlər çoxluğumuz var: Çox Sevinmək (Too Rejoicing), Sevinmək (Rejoicing), Neytral (Neutral), Hirsələnmək (Angry), Çox hirsələnmək (Too Angry). Qaydaları qiymətləndirməzdən əvvəl, giriş və çıxışlar bu linqvistik çoxluqların hər birinə uyğun olaraq fəzailəşdirilməlidir.



Şəkil 4. Mənsubiyyət funksiyasının redaktoru (Membership Function Editor)

Qaydalar, min əməliyyatı əsasında aşağıdakı kimi qurulur:

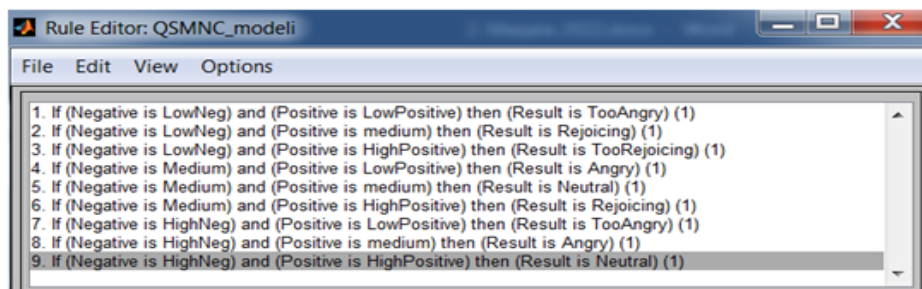
1. Əgər negative iz LowNegative (mənfi AşağıMənfidirsə) və positive iz LowPositive (müsbət AşağıMüsbətdirsə) olarsa, onda Result iz TooAngry (çıxış Çox hirsənmək) olacaq;
2. Əgər negative iz LowNegative (mənfi AşağıMənfidirsə) və positive iz MedPositive (müsbət OrtaMüsbətdirsə) olarsa, onda Result iz Rejoicing (çıxış Sevinmək) olacaq;
3. Əgər negative iz LowNegative (mənfi AşağıMənfidirsə) və positive iz HighPositive (müsbət YüksəkMüsbətdirsə) olarsa, onda Result iz Too Rejoicing (çıxış Çox Sevinmək) olacaq;
4. Əgər negative iz MediumNegative (mənfi OrtaMənfidirsə) və positive iz LowPositive (müsbət AşağıMüsbət) olarsa, onda Result iz Angry (çıxış hirsənmək) olacaq;
5. Əgər negative iz MediumNegative (mənfi OrtaMənfidirsə) və positive iz MediumPositive (müsbət OrtaMüsbət) olarsa, onda Result iz Neutral (çıxış Neytral) olacaq;
6. Əgər negative iz MediumNegative (mənfi OrtaMənfidirsə) və positive iz HighPositive (müsbət YüksəkMüsbət) olarsa, onda Result iz Rejoicing (çıxış Sevinmək) olacaq;
7. Əgər negative iz HighNegative (mənfi YüksəkMənfidirsə) və positive iz LowPositive (müsbət AşağıMüsbətdirsə) olarsa, onda Result iz TooAngry (çıxış Çox hirsənmək) olacaq;
8. Əgər negative iz HighNegative (mənfi YüksəkMənfidirsə) və positive iz MediumPositive (müsbət OrtaMüsbət) olarsa, onda Result iz Angry (çıxış hirsənmək) olacaq;
9. Əgər negative iz HighNegative (mənfi YüksəkMənfidirsə) və positive iz HighPositive (müsbət YüksəkMüsbət) olarsa, Result iz Neutral (çıxış Neytral) olacaq (cədvəl).

Cədvəl

Qaydalar cədvəli

	Positive	LowPositive	MediumPositive	HighPositive
Negative				
LowNegative		TooAngry	Rejoicing	Too Rejoicing
MediumNegative		Angry	Neutral	Rejoicing
HighNegative		TooAngry	Angry	Neutral

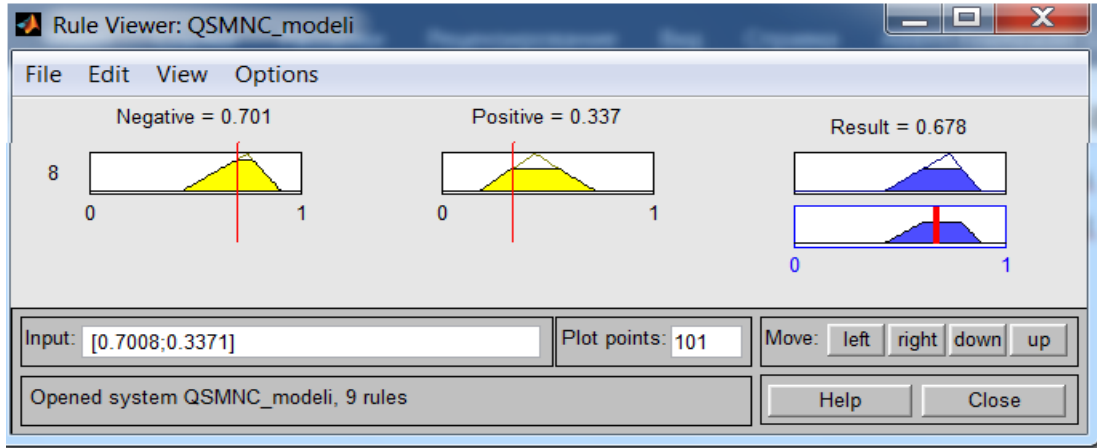
Qeyri-Səlis Operatorun tətbiqi. İstənilən sayda dəqiq müəyyən edilmiş metodlar AND və ya OR əməliyyatı üçün tətbiq edilə bilər (şəkil 4).



Şəkil 4. Rule Editor (Qaydalar redaktoru)

FIS-də istənilən funksiyanı yazaraq və seçdiyiniz metod kimi təyin etməklə AND və ya OR üçün müxtəlif metodları yaratmaq mümkündür.

Aşağıdakı şəkildə çıxışın hesablanması üçün 5-ci qaydanın təyinedənini qiymətləndirən *And operatoru min* göstərilir. Təyinedənin iki fərqli hissəsi (mənfi hesab aşağı və müsbət hesab ortadır) müvafiq olaraq 0.3 və 0.5 qeyri-səlis mənsubiyyət qiymətlərini təyin etdi. Qeyri-səlis And operatoru sadəcə olaraq iki qiymətdən minimumu, 0.5-i seçir və 5-ci qayda üçün qeyri-səlis əməliyyat tamamlanır. Ehtimal ki, And metodu yenə də 0,5 ilə nəticələnəcək. negative iz HighNegative = 0.701 AND positive iz LowPositive = 0.337, Result of implication



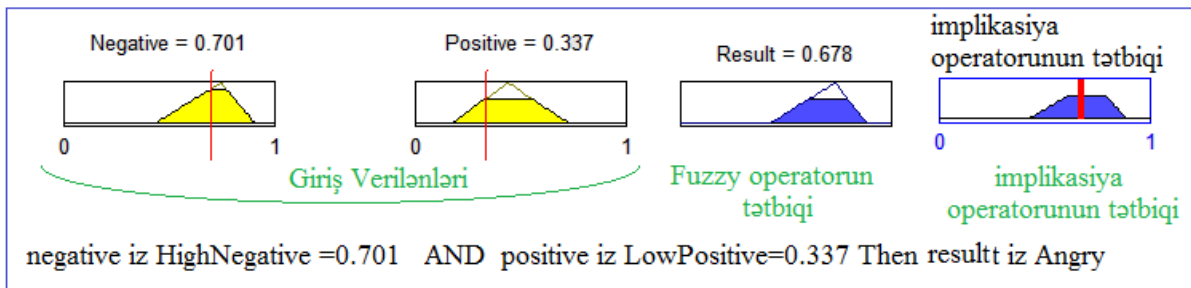
Şəkil 5. Qeyri-səlis məntiqi operator

Qayda 3.

Əgər negative iz LowNegative (mənfi AşağıMənfidirsə) və positive iz HighPositive (müsbət YüksəkMüsbətdirsə) olarsa, onda Result iz Too Rejoicing (çıxış Çox Sevinmək) olacaq.

2. İmplikasiya metodunun tətbiqi

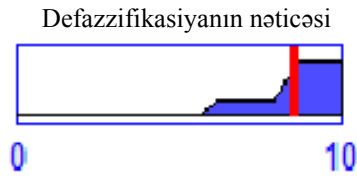
İmplikasiya metodunu tətbiq etməzdən əvvəl, qaydanın çəkisi təyin edilməlidir. Hər bir qaydanın *çəkisi* (0-dan 1-ə qədər qiymətlər ala bilər) var ki, bu da təyinedənin verdiyi ədədə tətbiq edilir. Ümumiyyətlə, bu çəki 1-dir və buna görə də implikasiya prosesinə heç bir təsiri yoxdur. Bununla belə, bir qaydanın çəki dəyərini 1-dən başqa bir ədədə dəyişdirərək digərlərinə nisbətən təsirini azaltmaq olar [45].



Şəkil 6. İmplikasiya metodu

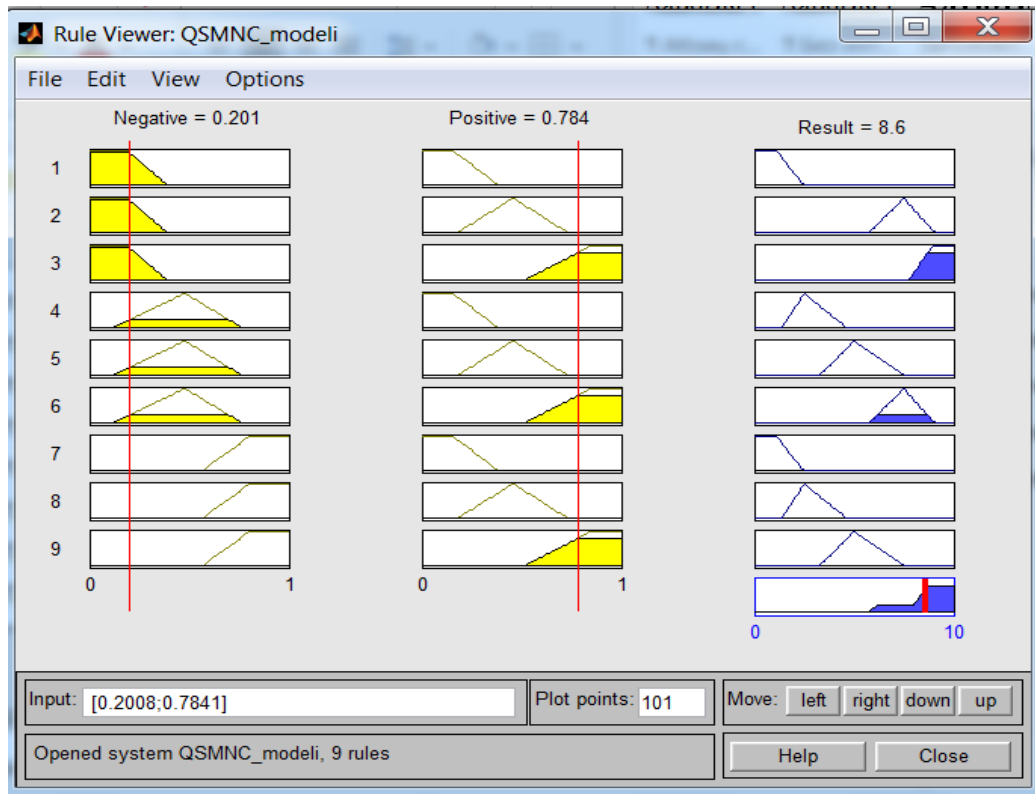
Defazzifikasiya. Defazzifikasiya toplanmış qeyri-səlis çoxluqların çıxışından səlis ədədin alınması prosesidir. Ondan qeyri-səlis nəticəni dəqiq (səlis) nəticəyə çevirmək üçün istifadə olunur [45].

Beş defazzifikasiya metodu mövcuddur: mərkəzi orta, bisektor, maksimumun orta (çıxış çoxluğunun orta maksimum dəyəri), maksimumun ən böyüyü və maksimumun ən kiçiyi. Ola bilsin ki, ən məşhur defazzifikasiya metodu aşağıda göstəriləndiyi kimi əyri altındakı sahənin mərkəzinə qaydan mərkəzi ortanın hesablanmasıdır:



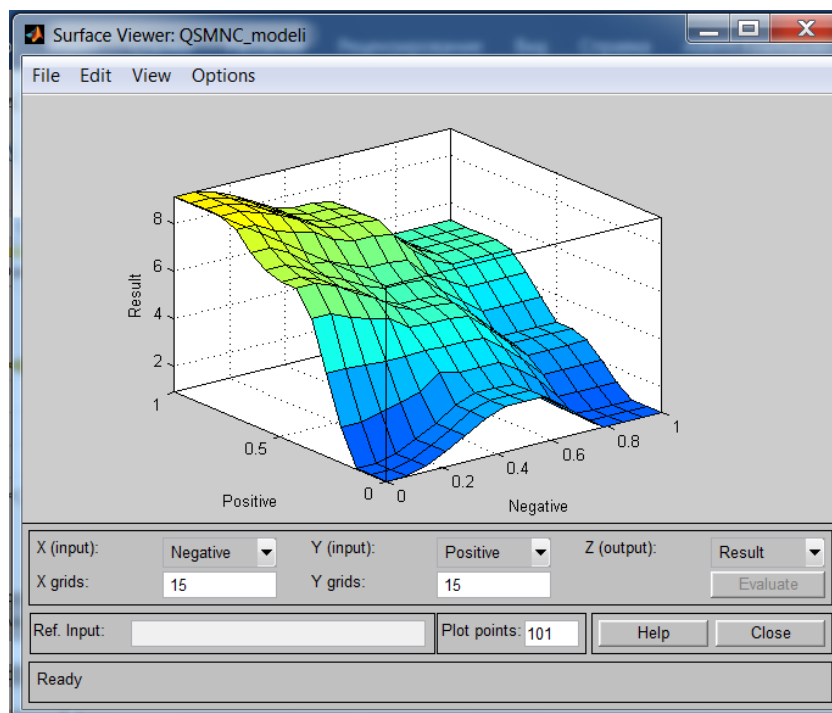
Şəkil 7. Defazzifikasiya əməliyyatı

Qeyri-səlis nəticə çıxarma diaqramı. Qeyri-səlis nəticə çıxarma diaqramı indiyə qədər təqdim olunan bütün kiçik diaqramların birləşməsidir. O, eyni vaxtda araşdırdığınız qeyri-səlis nəticə çıxarma prosesinin bütün hissələrini göstərir. Aşağıdakı şəkildə göstərildiyi kimi, məlumat qeyri-səlis nəticə çıxarma diaqramından keçir:



Şəkil 8. Qaydaların təsviri (Rule Viewer)

Aşağıdakı şəkildə çıxış və girişlərin asılılığı təsvir edilən səthin diaqramı verilir.



Şəkil 9. Editor Surface Viewer (Səthin təsviri)

Nəticə.

Bu məqalədə qeyri-səlis məntiqin mühüm hissəsi olan qeyri-səlis məntiqi nəticə çıxarma sistemi təsvir edilmişdir. Əksər praktik tətbiqlərdə belə sistemlər dəqiq qeyri-xətti təsviri həyata keçirir ki, bu da mövcud problem haqqında ekspert biliklərini kodlayan qeyri-səlis qaydalar şəklində müəyyən edilir.

Ədəbiyyat

1. Mahesh G Huddar, A Survey on Big Data Analytical Tools, Hirasugar Institute of Technology, January, -2013. -pp.243-254
2. Dr Hemlata Chahal, Big Data Analytics, Maharshi Dayanand University, February, -2016. -pp. 66-79
3. R. Vatrapu, R. R. Mukkamala, and A. Hussain, "A set theoretical approach to big social data analytics: Concepts, methods, tools, and findings," in ECCS Satellite.Workshop, 2013. -201., -pp. 22–24.
4. S. A. Himi and A. Rahman, "Workers unrest in garment industries in bangladesh: An exploratory study," Journal of Organization and Human Behaviour, -2017. Vol.2, no.3, -pp. 49–55,
5. Big Data Visualization: Turning Big Data into Big Insights. //The Rise of Visualization-based Data Discovery Tools. White Paper. Intel IT Center. -March 2013. -pp. 472-484
6. M. J. Smithson and J. Verkuilen, Fuzzy Set Theory : Applications in the Social Sciences (Quantitative Applications in the Social Sciences). SAGE Publications, Feb. 2006. [Online]. Available: <http://www.worldcat.org/isbn/076192986X>

Məqalə qəbul olunub: 21.04.2022
Təvsiyə edib: t.e.d., prof. V.H.Həsənov