http://doi.org/10.58225/sw.2024.2-159-167

QEYRİ-SƏLİS MƏNTİQƏ ƏSASLANAN SÜNİ İNTELLEKTƏ MALİK DƏM QAZLARINA NƏZARƏT SİSTEMLƏRİ ÜÇÜN ALQORİTMİN İŞLƏNMƏSİ

Xurşudov Dursun Qədir oğlu-baş müəllim, İnformasiya texnologiyaları və sistemləri kafedrası, AzMİU, dursuncosqun@gmail.com.
Əliyeva Samirə Farif qızı-assistent, İnformasiya texnologiyaları və sistemləri kafedrası, AzMİU, samiraaliyeva67@gmail.com.
Sultanova Könül İsmayıl qızı- assistent, İnformasiya texnologiyaları və sistemləri kafedrası, AzMİU, sultanovakonul80@gmail.com

Xülasə. Qeyri-səlis məntiqə əsaslanan süni intellekt (Sİ) sistemlərinin dəm qazlarının ölçülməsinə və nəzarət olunmasına tətbiqi üçün bir çox tədqiqatlar aparılmışdır. Bu sistemlər, dəm qazlarının temperatur, təzyiq və digər parametrlərdən asılılığına nəzarət etmək üçün məntiqi alqoritmlər və modelə üzrə təcrübələrə əsaslanan öyrədilmə alqoritmləri ilə işləyir. Bu alqoritmlərdə, dəm qazlarının davranışlarını nəzərə alaraq, optimal nəzarət strategiyalarını təyin etmək üçün məntiqi qaydalar tətbiq edilir. Məntiqə əsaslanan Sİ sistemləri, dəm qazlarının göstəricilərini izləyərək, sensor məlumatlarını təhlil edir və nəzarət əməliyyatlarını təyin edir. Bu alqoritmlər, dəm qazlarının dəyərlərini optimal səviyyədə saxlamaq, enerji effektliliyini artırmaq və təhlükəsizlik tələblərini qarşılayan nəzarət strategiyalarını təyin etmək üçün istifadə olunur. Əsasən, bu alqoritmlər, məntiqi nəzarət prinsipləri və optimallaşdırma üsullarını tətbiq etmək, dəm qazlarına nəzarət sistemlərinin effektivliyini artırmaq üçün istifadə olunur. Bu isə, daha yüksək performans və daha təhlükəsiz işləmə imkanı yaradır.
Açar sözlər: Karbon monooksid-dəm qazı, Məntiqi Nəzarət Alqoritmləri, Qeyri-səlilləşdirmə, Qeyri-səlis neyron şəbəkəsi, öyrətmə alqoritmləri.

ALGORITHM DEVELOPMENT FOR FUME GAS CONTROL SYSTEMS WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE BASED ON FUZZY LOGIC

Khurshudov Dursun Gadir-head teacher, department of Information Technologies and Systems, AzMIU, dursuncosqun@gmail.com.
Aliyeva Samira Farif- assistant, department of Information Technologies and Systems, AzMIU, samiraaliyeva67@gmail.com.
Sultanova Konül Ismayil- assistant, department of Information Technologies and Systems, AzMIU, sultanovakonul80@gmail.com

Abstract. Many studies have been conducted to apply fuzzy logic-based artificial intelligence (AI) systems to carbon monoxide measurement and control. These systems work with logic algorithms and learning algorithms based on modeling experiences to control the dependence of flue gases on temperature, pressure and other parameters. In these algorithms, logical rules are applied to determine the optimal control strategies, taking into account the behaviors of the flue gases. Logic-based AI systems monitor emissions, analyze sensor data, and determine control actions. These algorithms are used to determine control strategies that maintain flue gas values at optimal levels, increase energy efficiency, and meet safety requirements. Basically, these algorithms are used to apply logic control principles and optimization techniques to improve the efficiency of exhaust gas control systems. This enables higher performance and safer operation.
Keywords: Carbon monoxide-carbon monoxide, Logical Control Algorithms, Fuzzification, Fuzzy neural network, training algorithms

Giriş. Karbon monooksidin (CO) toksik təsiri nəticəsində zəhərlənmə kimyəvi patologiyaların geniş yayılmış və ağır formalarından biri sayılır. Azərbaycanda kəskin kimyəvi mənşəli zəhərlənmələrin ölüm səbəblərinin strukturunda birinci yeri karbon monooksid tutur. Bu

zəhərlənmədən ölüm əsasən hadisə yerində baş verir. Toksikoloji mərkəzin məlumatına görə, XXI əsrin əvvəllərindən etibarən Azərbaycanda dəm qazı ilə zəhərlənmə hadisəsinin kəskin artması müşahidə olunub. Beləliklə, 2002 ci ildən 2022 ci ilə qədər olan dövrdə hər il dəm qazı ilə zəhərlənmə hadisələrinin sayının stabil artması müşahidə edilmişdir. Bu təhlükəli tendensiya bir tərəfdən Azərbaycan əhalisinin qaz ilə təminatının yaxşılaşması və təbii qaz istehlakçılarının sayının artması ilə, digər tərəfdən istifadəçilər tərəfindən qaz qurğularının istifadəsi zamanı sadə təhlükəsizlik qaydalarının əməl edilməməsi və qaz tədarükçüləri və əhali tərəfindən müntəzəm qaz avadanlıqlarının yoxlanılmaması ilə əlaqəlidir. Qış dövründə respublika sakinləri tərəfindən istifadə olunan qazın həcminin artması zamanı təbii qazın təmizlənmə keyfiyyəti aşağı düşür ki, bunun özü də müəyyən rol oynayır.

CO ilə zəhərlənmə insan orqanizminin sistem və orqanlarının ciddi zədələnməsinə səbəb olur. İntoksikasiya birbaşa və təxirəsalınmış fəsadlarla, xəstəliyin gedişatının ağırlaşması ilə müşayiət olunur. Keçirilmiş zəhərlənmənin nəticəsi tez tez əmək qabiliyyətinin itirilməsinə və əlilliyə gətirib çıxarır.

Karbonmonooksid (CO) – dəm qazı, karbon (II) oksid – CAS №630080 – tərkibində karbon olan natamam yanma məhsuludur. Dəm qazı rəngsiz, iysiz, dadsız, suda pis həll olun maqla (21 mq/l), arakəsmələrdən, divarlardan, torpaq qatlarından diffuziya etməyə malikdir. Kimyəvi for mulu – CO. Karbonmonooksid – molyar kütləsi 28,0101±0,0011 q/mol, 760 mm. Hg. süt., 0 oC tem peraturda sıxlığı 1,250 q/ldir (havaorta nisbi molyar kütləsi 28,965338 q/mol, 760 mm. Hg. süt., 0 oC tem peraturda sıxlığı 1,2929 q/l). Karbon qazı (CO2) əmələ gələnə qədər karbonmonooksid mavi alovla yanır. Havada dəm qazının partlayış törətmə səviyyəsi 12,574%dir.

Karbonmonooksid – iri meşə yanğınları, vulkan püskürməsi və s. kimi təbii fəlakətlər zamanı əsas zərərli amillərdən biridir. Yandırıcı tərkibli qarışıqlar yanarkən karbonmonooksidin və karbon qazının yüksək qatılığı əmələ gəlir.

Karbonmonooksid ilə yarımkəskin zəhərlənən məişətdə isidici və su qızdırıcı cihazların düzəldil məməsi, eləcə də, istehsalatda karbon oksidin texnoloji prosesdə əmələ gəlmə və ya istifadəsini nəzərdə tutan professional sahədə hər hansı bir qeyri ştat hadisələr nəticəsində inkişaf edir.

Dəm qazı (CO) rəngsiz, iysiz, dadsız qazdır. Dəm qazı insan orqanizminə toksiki təsir göstərir, çox asanlıqla qanda olan hemoqlabinlə birləşə bilir. Bu qazın havada müxtəlif qatılıqlarının insan orqanizminə təsiri cədvəl 1- də göstərilmişdir [1].

Cədvəl 1.Dəm qazı qatqılarının insan orqanizminə təsiri [1]

CO – nun havada miqdarı		Təsirin müddəti və xarakteri
həcm %	mq/l	
0,01	0,125	Bir neçə saat ərzində təsir göstərmir
0,05	0,625	1 saat ərzində gözəçərpan təsiri olmur
0,1	1,25	1 saatdan sonra baş ağrısı, ürəkbulanması baş verir
0,5	6,25	20 – 30 dəqiqədən sonra öldürücü təsir göstərir.

Qeyri-səlis məntiqə əsaslanan nəzarət alqoritmləri. Süni intellekt (Sİ) və qeyri-səlis məntiqə əsaslanan sistemlər (QSM) dəm qazlarına nəzarət sistemləri üçün çeşitli alqoritmlər tətbiq etmək üçün effektiv və inkişaf etmiş bir yoldur. Bu, prosesin təhlükəsiz və effektiv bir şəkildə idarə olunmasına kömək edir. Aşağıda, bu sahədə işlədilə biləcək bir neçə əsas alqoritma nümunəsi vardır [6-7]:

Məntiqi Nəzarət Alqoritmləri:PI (Proportional-Integral) və PID (Proportional-Integral-Derivative) Nəzarət: Bu nəzarət alqoritmləri dəm qazlarının temperaturunu, təzyiqini və sair göstəricilərini düzəltmək üçün istifadə olunur. Süni intellektin, bu alqoritmləri təyin edilmiş məqsədə çatmaq üçün parametrləri dinamik şəkildə tənzimləyə bilir.

Qərar Dəstəkləmə Sistemləri (QDS): Süni intellektin, qərar dəstəkləmə sistemləri vasitəsilə müəyyən bir qərarın ən optimal olmağını təmin edə bilər. Bu, dəm qazlarının işlənməsi üçün lazım olan qurğuların çeşidliliyini və tənzimləmələrini həyata keçirir.

Maşın Öyrənmə Alqoritmləri: Qarşılaşdırıcı Öyrənmə: Süni intellektin, dem qazları ilə əlaqəli olan çeşidliliyi müəyyən etmək və nəzarət sistemlərini tənzim etmək üçün qarşılaşdırıcı öyrənmə tətbiq edə bilər. Bu, sistemlərin fəaliyyətinə dair daha dəqiq proqnozlar təyin etməyə kömək edə bilər.

Optimizasiya Alqoritmləri:Bunlara genetik alqoritmləri aid etmək olar. Genetik alqoritmlər, optimal nəzarət parametrlərini tapmaq və tənzimləmə üçün tətbiq edilə bilər. Bu, dəm qazları ilə əlaqəli müxtəlif dəyişənləri gözləmə və optimallaşdırmaq üçün istifadə oluna bilər.

Birləşdirilmiş Alqoritmlər: Bəzən, müstəqil alqoritmlərin bir birləşdirilməsi nəticəsində daha effektiv və optimal nəticələr əldə edilə bilər. Bu, dəm qazları ilə əlaqəli nəzarət sistemlərini tənzim etmək üçün də tətbiq edilə bilər.

Əsas məqsəd, alqoritmlərin sistemi mümkün ən effektiv və təhlükəsiz şəkildə idarə etməkdən asılı olaraq, müxtəlif alqoritmlərin bir kombinasiyasını seçməkdir. Bu, dəm qazları ilə əlaqəli nəzarət sistemlərinin daha çevik, effektiv və çoxfunksiyalı olmasına kömək edir.

Bu alqoritmlər, qeyri-səlis neyron şəbəkəsi ilə qurulmuş nəzarət sistemlərində tətbiq edilə biləcək geniş spektrdəki üsullardan yalnız bəzilərdir. Ən optimal alqoritma seçimi, konkret tələblər və sistemin strukturuna əsaslanmalıdır.

Qeyri-səlis neyron şəbəkəsi əsasında qurulmuş dəm qazına nəzarət sisteminin alqoritmini nəzərdən keçirək. Sistem obyektlərinin tənzimlənməsi qeyri-səlis məntiq qaydalarının nəticələri əsasında işləyən Fuzzy Controller tərəfindən həyata keçirilir.

Əslində, fuzzy nəzarəti (ya da qeyri-səlis nəzarəti) sistem obyektlərinin tənzimlənməsində müstəqil məntiq qaydalarının nəticələrini əsas alaraq çalışan bir nəzarət metodologiyasıdır. Bu metod, məntiq qaydalarını ifadə etmək və nəticələri təyin etmək üçün "yumuşaq" (fuzzy) həllərə əsaslanır. Fuzzy Controller (Qeyri-səlis Nəzarətçi), bu məntiq qaydalarını tətbiq edir və sistem obyektlərinin dinamiklərini nəzarət altında saxlamağa kömək edir. Fuzzy Controllerin əsas komponentləri [7] aşağıdakılardır:

Fuzzyfication (Qeyri-səlilləşdirmə):

Giriş məlumatları (məsələn, sensorməlumatları) qeyri-səlis dildəki qiymətlərə çevrilir. Bu, mümkün olan hər bir girişə qarşı müəyyən bir üzrə qiymət təyin etmək üçün istifadə olunan bir prosesdir.

Məntiq Qaydaları: Qeyri-səlis məntiq qaydaları, əgər-sonsaq, ya da-ya da, kimi sadə ifadələrdən ibarətdir və sistem davranışını müəyyən etmək üçün ifadə edilir. Məntiq qaydaları insan tərəfindən təyin edilir və müxtəlif durumları əhatə edir.

İnferens (Çıxış): Qeyri-səlis məntiq qaydalarının təsiri altında, sistem obyektlərinin nəzarəti üçün lazım olan məntiq çıxışlar (output) təyin edilir. Bu, girişlərin məntiq qiymətlərinin və qaydaların nəzərə alınması ilə həyata keçirilir.

Defuzzyfication (Qeyri-səlilləşdirilmənin əks çevrilməsi): Nəticə olan qeyri-səlis çıxış qiymətləri müstəqil (standart) dildəki riyazi qiymətlərə çevrilir. Bu, nəticələrin praktik tətbiq edilməsi və nəzarətin həyata keçirilməsi üçün tələb olunan şəkildir.

Məntiqi nəzarət alqoritminin işlənməsi. Qeyri-səlis nəzarəti, qarışıq və dəyişkən sistemlərin tənzimlənməsində geniş istifadə olunur. Bu metodologiya, məntiq şəbəkələrindən fərqli olaraq, nəzəriyələrə əsaslanan bir təcrübə mühitinin modellə almanması üçün daha effektivdir. Sistem obyektlərin qarışıqlığı və dəyişkənliliyi ilə başa çıxmaq üçün, bu nəzarət metodologiyası müstəqil bir qaydalar sistemini müəyyənləşdirir və optimal nəzəriyyəvi qaydaları tətbiq edir.

Alqoritm qeyri-səlis qaydalara əsaslanaraq dəyişənlərin daxil olan vəziyyət vektoru ilə dəyişənlərin ideal vəziyyət vektoru arasındakı uyğunsuzluğu minimuma endirməyə imkan verir. Qeyri-səlis məntiq qeyri-dəqiq və ya təxmini əsaslandırmalarla insani qabiliyyətləri formalaşdırmaq üçün nəzərdə tutulmuşdur, bu isə qeyri-müəyyənliyi olan situasiyaları daha düzgün təsvir etməyə imkan verir. Klassik məntiqlə qeyri-müəyyənlik problemi heç bir şəkildə həll edilmir, çünki bütün əsaslandırmalar və müddəalar “doğru” (VƏ, 1) və ya “yalan” (YOX, 0) ola bilər ki, bu da insanın

“hə” və ya "yox" sözlərinə bərabərdir. Lakin insan müxtəlif qərarlar verə bilər, məsələn, “Bəlkə də olar”, “Deyə bilmərəm”, “Bəlkə də yox”, “Artıq yox” və s. "Doğru" və ya "Yanlış"dan başqa da fərqli qərarlar qəbul edə bilər.

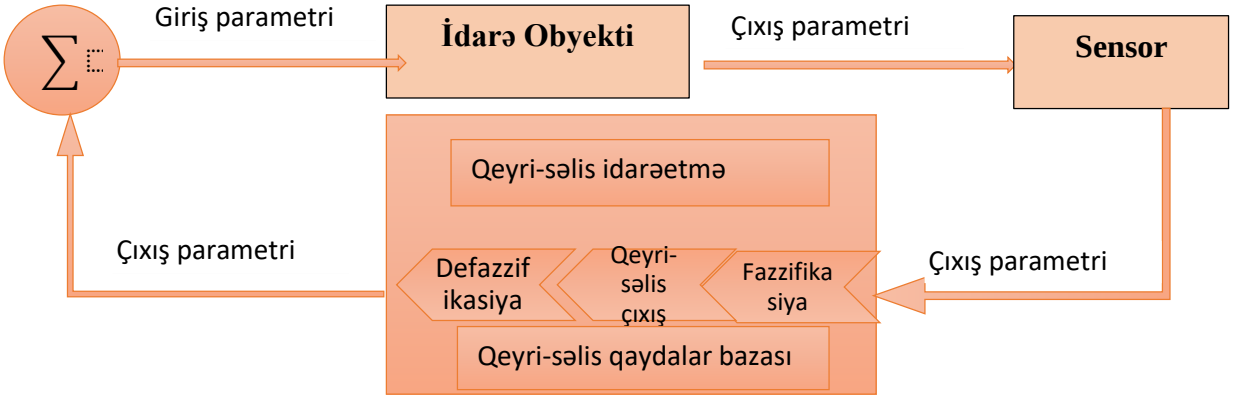
Qeyri-müəyyən mənaları ifadə edə bilmək üçün hər hansı bir ifadənin ikili məntiqdən “VƏ” və ya “YOX”dan fərqlənən həqiqi mənaya malik olmasına imkan verəcək müəyyən məntiqi sistem qurmaq lazımdır. {VƏ, YOX} həqiqi dəyərlər toplusunu genişləndirmək üçün bir yanaşma vardır. Bu da ifadələrdə əlavə həqiqi dəyərləri almağa imkan verəcəkdir.

L.Zadə qeyri-səlis məntiqdə həqiqi qiymətlər çoxluğunun müəyyən edilməsi variantını təklif etmişdir. Bu variantda ifadələrin qiymətləri həqiqi dəyərlərin [0,1] intervalına daxil edilir, bununla da ifadə verilmiş intervaldan istənilən qiymət ala bilər. Bu yanaşma qeyri-müəyyənliklə əsaslandırmaq və ifadənin doğruluğunu qiymətləndirmək üçün məntiqi dövrə qurmağa imkan verir. Məsələn, “Qatarın sürəti kifayət qədər yüksəkdir” və s.

Qeyri-səlis nəticə çıxarma sistemi- obyektin cari vəziyyəti haqqında məlumatları əks etdirən ilkin və ya qeyri-səlis şərtlər əsasında tələb olunan idarə etməni yerinə yetirən qeyri-səlis nəticələrin əldə edilməsi prosesidir. Bu proses qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsinin bütün əsas anlayışlarını: linqvistik dəyişənlər, qeyri-səlis məntiqi əməliyyatlar, qeyri-səlis implikasiya və qeyri-səlis kompozisiya üsulları özündə birləşdirir.

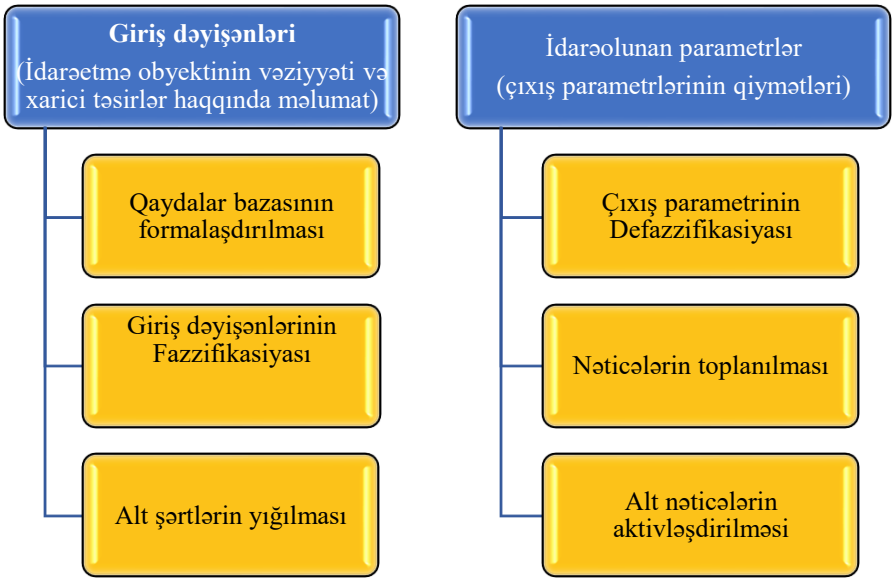
Qeyri-səlis nəticə çıxarma sistemləri bu prosesi həyata keçirmək üçün nəzərdə tutulmuşdur və bütün müasir qeyri-səlis məntiq üçün konseptual baza rolunu oynayır. Bu sistemlər avtomatik idarəetmə, verilənlərin təsnifatı, obrazların tanınması, qərarların qəbulu, maşın öyrənməsi və daha çox məsələləri həll etməyə imkan verir.

Qeyri-səlis idarəetmə arxitekturası klassik idarəetmə sisteminin qeyri-səlis idarəetmə sistemi ilə dəyişdirilməsinə əsaslanır. Burada isə Qeyri-səlis nəticə çıxarma sistemlərindən istifadə olunur (Şəkil 1).



Şəkil 1. Qeyri-səlis idarəetmə modeli [2]

Şəkil 2-də Qeyri-səlis nəticə əldəetmə prosesinin diaqramını göstərilmişdir.



Şəkil 2. Qeyri-səlis nəticə əldəetmə sisteminin struktur sxemi [3]

Qeyri-səlis nəticə əldəetmə sisteminin qurulması üçün qeyri-səlis istehsal qaydalarının bazasını formalaşdırmaq və linqivistik dəyişənlər kimi təsəvvür edilmiş şərtlər əsasında nəticələrin qeyri səlis olması fikrini reallaşdırmaq lazımdır.

Qeyri-səlis nəticə əldəetmə sisteminin əsas mərhələləri bunlardır:

1. Giriş dəyişənlərinin Fazzifikasiyası – bu mərhələ qeyri səlis nəticənin icrası və adi ilk məlumatlar əsasında qeyri-səlis çoxluqların mənsubiyyət funksiyalarının qiymətlərinin tapılması prosedurudur. $\gamma_A^i(y_{j)}$
2. Mənsubiyyət funksiyalarının aqreqasiyası düstur 1 ilə tapılır.

$$w_i = \gamma_A^i(y_{j)} \quad (1)$$

Aqreqasiya qeyri-səlis nəticə çıxarma sisteminin hər bir qaydası üçün şərtlərin doğruluq dərəcəsinin müəyyən edilməsi prosedurudur.

3. Hər bir qayda üçün siqnalların yaradılması düstur 2-dən istifadə etməklə tapılır.

$$z_i(\mathrm{y}) = p_{i0} + \sum_{j=1}^{N} \mathrm{p}_{ij} y_j \quad (2)$$

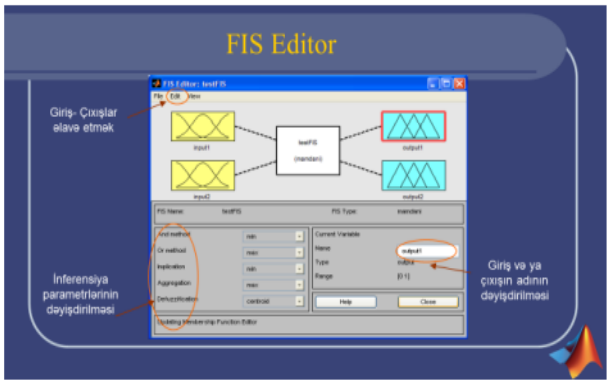
4. Nəticələrin toplanması – bu, siqnalların $z_i(\mathrm{y})$ çəkilərlə wi vurulmasıdır (çıxış linqvistik dəyişənlərinin hər biri üçün mənsubiyyət funksiyasının tapılması).
5. Defzzifikasiya- çəkinin orta qiymətinin hesablanmasıdır. Defzzifikasiya aşağıdakı düstur 3 ilə müəyyən edilir.

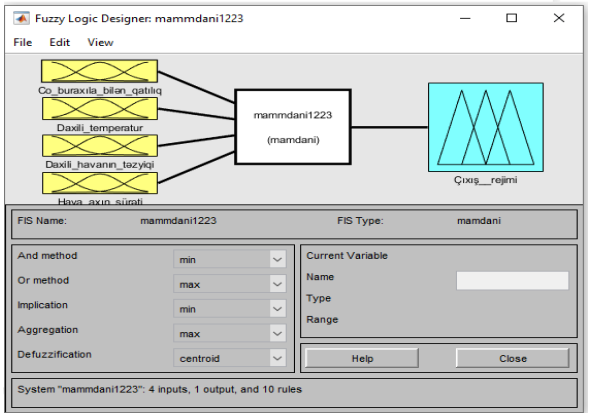
$$\bar{y} = \sum_{i=1}^{n} w_i * y_i \quad (3)$$

6. Nəticənin əldə olunması.

Qeyri-səlis tənzimləyicinin qurulması zamanı ƏGƏR (ilkin şərt), ONDA (nəticə) formasında qaydaların bazasını formalaşdırmaq və ilkin şərtlər üçün əlavə funksiyaları olan verilənlər bazası, yəni bütün linqvistik qaydaları linqvistik dəyişənlər və terminlərlə müəyyən etmək lazımdır.

Matlab proqram paketində nəzarət və öyrətmə alqoritminin işlənməsi. Matlab proqram paketində yerinə yetirilmiş girişləri çıxışlara uyğun qrafik və vizual nəticələr göstərilmişdir. Proqramın pəncərəsində "fuzzy" açar sözünü yazarıq və ekranda açılmış pəncərədə "Edit" bölməsindən işimizə uyğun olaraq dörd giriş və bir çıxış əlavə edirik, girişləri və çıxışı uyğun olaraq adlandıraq (Şəkil 3). [2-4].

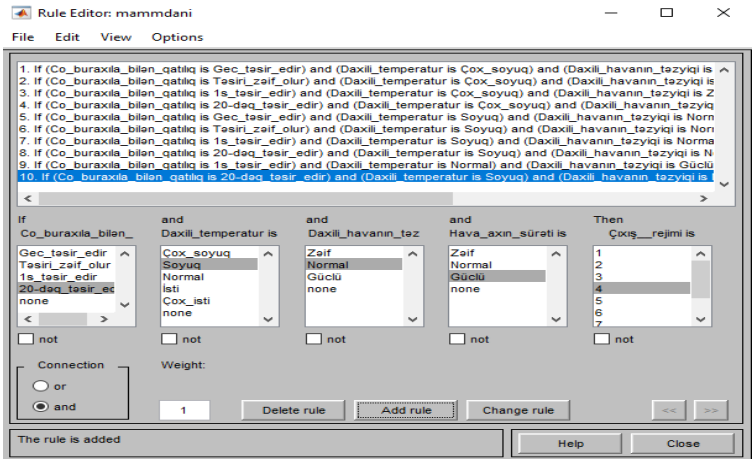




Şəkil 3. Giriş və çıxışların əlavə edilməsi [4]

Girişlərin və çıxış mənsubiyyət funksiyalarının butonlarının üstündən basmaqla açılan pəncərədə aralıqlar təyin edilir, həmçinin parametrlər qeyd olunur.

Şəkil 4-də evlərdə dəm qazının idarə edilməsi üçün qaydalar bazasının tərtib edilməsi nümunəsini göstərir.



Şəkil 4. Neyron şəbəkənin linqvistik qaydalarının əsası [5]

Aşağıdakı göstərici dəyərləri giriş dəyişənləri vektoru kimi seçilmişdir:

–daxili havada CO buraxılabilən qatılığı y1;

–daxili havanın temperaturu y2;

– daxili havanın təzyiqi y3;

–otaqda hava axınının sürəti y4.

Gəlin çıxış məlumatlarının vektorunu yaradaq:

$$Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \end{pmatrix} \quad (4)$$

Göstəricilərin ideal dəyərlərinin vektoru otaqdakı havada qazın cari dəyərini istədiyiniz dəyərə çatdırmaq üçün lazımdır:

Mənzildə daxili havada CO buraxılabilən qatılığı 2 mq/m3 təşkil edir bu dəyişən $y1_0$;

İstənilən daxili havanın temperaturu $y3_0$, 18 ilə 22 °C arasında;

Mənzildə daxili havanın təzyiqi $y2_0$;

Otaqda hava axınının istənilən sürəti 0,3 ilə 0,5 m/s arasında dəyişən $y4_0$-dır.

İdeal dəyərlərin vektorunu yaradaq:

$$Y=\begin{pmatrix} y1_0 \\ y2_0 \\ y3_0 \\ y4_0 \end{pmatrix} \quad (5)$$

Kondisionerin iş rejimi çıxış parametri kimi istifadə olunur. Δ vektoru sistemin giriş/çıxışı arasında uyğunsuzluqdur. Bu, qanunla müəyyən edilmiş və mövcud parametrlər arasındakı fərqdir. Vektor Y′ dəm qazı sensoruna qidalanan ötürücü üçün çıxış vektorudur. Qeyri-səlis neyron şəbəkəsi aşağıdakı sloylardan ibarətdir.

Birinci sloy hər bir dəyişənin ayrıca qeyri-səlisləşdirilməsini həyata keçirir, hər bir nəticənin alınmasına görə tətbiq edilən qeyri-səlisləşdirmə funksiyasına uyğun olaraq üzvlük əmsalının $\gamma_A^i(y_j)$ qiyməti təyin edilir.

İkinci sloy vektor elementlərinin üzvlük funksiyalarının aqreqasiyasını yerinə yetirir, nəticəsi isə düstura uyğun olaraq y vektoru üçün $w_i = \gamma_A^i(y_{j)}$ dəyərini təyin edir.

$$\gamma_A^i(y_{j)} = \prod_{j=1}^{N} \left[\frac{1}{1+\left(\frac{y_j - a_j^{(i)}}{\beta_j^{(i)}}\right)^{2c_j^{(i)}}} \right] \quad (6)$$

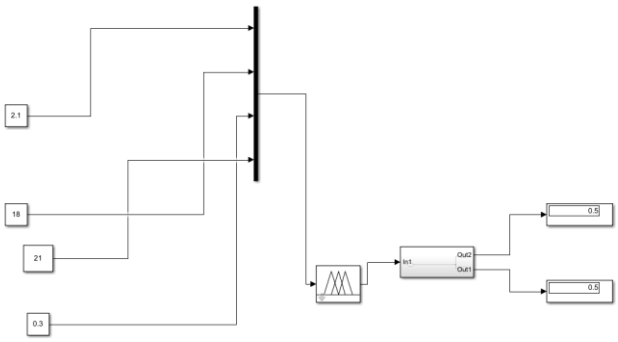
Burada $a_j^{(i)}$, $c_j^{(i)}$, $\beta_j^{(i)}$-uyğunlaşma parametrləridir.

Üçüncü sloy 7 düsturundan istifadə edərək qiymətləri hesablayan SugenoTakagi funksiyasının generatorudur.

$$z_i(\mathrm{y}) = p_{i0} + \sum_{j=1}^{N} \mathrm{p}_{ij} y_j \quad (7)$$

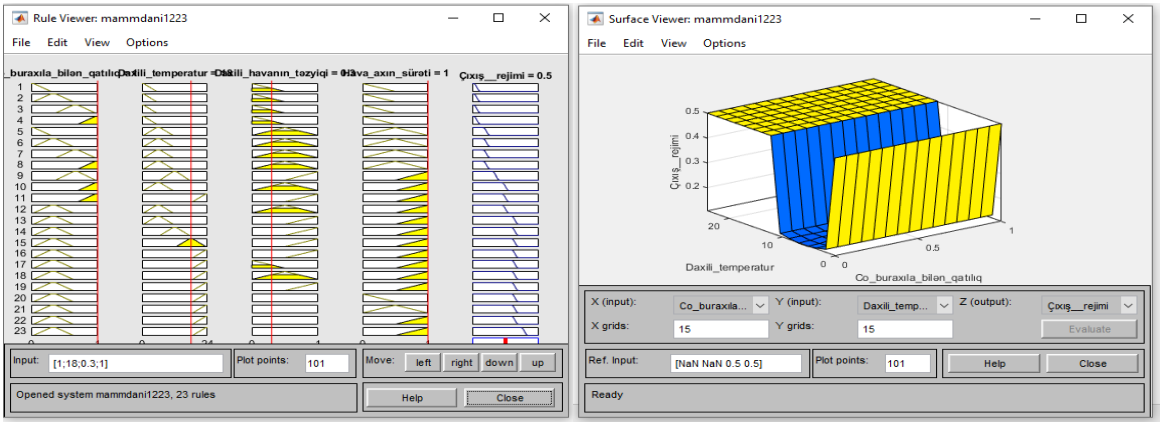
Dördüncü sloyda $z_i(\mathrm{y})$ siqnallar ikinci sloyda yaranan wi çəki əmsallarına vurulur.

Sonuncu beşinci sloyda neyron şəbəkənin nəticələri əks olunur. Simulink modelində Fuzzy Logic Controller with Ruleviewer blokunda qazların intellektual idarə edilməsini həyata keçirmək mümkündür. Bu blokda neyron şəbəkənin öyrətmə rejimi var (Şəkil 5).



Şəkil 5. Daxili havada qazlara nəzarət sisteminin Simulink modeli [6]

Bu bloku biz işə saldıqda neyron şəbəkənin öyrətmə alqoritminin nəticələri əks olunur.



Şəkil 6. Neyron şəbəkənin öyrətmə alqoritminin nəticələri [6]

Nəticə: Məqalədə dəm qazının insan orqanizminə təsiri məsələsinə baxılmışdır. Burada qazın hansı parametrlərdən asılılığı analiz olunmuşdur. Məntiqi nəzarət alqoritminin işlənilmişdir. Bu məqsədlə Qeyri-səlis idarə modeli formalaşdırılmış və Qeyri-səlis nəticə əldəetmə sisteminin struktur sxemi işlənmişdir. Matlab riyazi proqram paketində yerinə yetirilmiş girişləri çıxışlara uyğun qrafik və vizual nəticələr göstərilmişdir. Matlab proqram paketində nəzarət və öyrətmə alqoritminin işlənilmişdir. Qeyri-səlis neyron şəbəkələri qeyri-səlis məntiq qaydalarının tərtibinə əsaslanır. Burada məhdud istifadə olduğundan onların dezavantajına gətirib çıxarır. Bu onunla əlaqədardır ki, qaydalar bazası linqvistik və ədədi dəyişənlərin asılılıqlarının aydın göstəricisidir, bu barədə aprior fikrə sahib olmaq lazımdır. Belə şəbəkələrdə giriş parametrləri ilə çıxış parametrləri arasında aydın əlaqə mövcuddur.

Ədəbiyyat

1. Əfəndiyev İ.N., Şirəliyeva R.K., Məmmədbəyli A.K., Əliyev R.R., Seyidov N.Z., Fətullayeva L.K. (2019). Dəm qazının toksik təsirinin diaqnostika və müalicəsi (metodik vəsait). Milli Nevrologiya Jurnalı. №1 (15), 86-103s.
2. Pokorádı L. (2001), Fuzzy logic in the aircraft diagnostics, Proc. of 7th International Conference Airplanes and Helicopters Diagnostics, AIRDIAG' Ameliówka, Poland, 16- 19.10. pp. 191–197
3. Bowles J.B., Peláez C.E. (1995), Fuzzy logic prioritization of failures in a system faliure mode, effects and criticality analysis, Reliability Engineering and System Safety, 50, 203–213.
4. Xu K., Tang L. C., Xıe M., Ho S. L., Zhu M. L. (2002), Fuzzy assessment of FMEA for engine systems, Reliability Engineering and System Safety, 75. p.17–19
5. Michael Sipser. "Introduction to the Theory of Computation".
6. John E. Hopcroft, Rajeev Motwani, Jeffrey D. Ullman Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation
7. Timothy J. Ross. Fuzzy Logic with Engineering Applications

References

1. Afendiyev I.N., Shiraliyeva R.K., Mammadbeyli A.K., Aliyev R.R., Seyidov N.Z., Fatullayeva L.K. Diagnosis and treatment of the toxic effects of carbon monoxide (methodical tool). National Journal of Neurology 2019 No. 1 (15), 86-¬103p.Nevrologiya Jurnalı. №1 (15), 86-103s.
2. Pokorádı L. (2001), Fuzzy logic in the aircraft diagnostics, Proc. of 7th International Conference Airplanes and Helicopters Diagnostics, AIRDIAG' Ameliówka, Poland, 16- 19.10. pp. 191–197
3. Bowles J.B., Peláez C.E. (1995), Fuzzy logic prioritization of failures in a system faliure mode, effects and criticality analysis, Reliability Engineering and System Safety, 50, 203–213.
4. Xu K., Tang L. C., Xıe M., Ho S. L., Zhu M. L. (2002), Fuzzy assessment of FMEA for engine systems, Reliability Engineering and System Safety, 75. p.17–19

5. Michael Sipser. "Introduction to the Theory of Computation".
6. John E. Hopcroft, Rajeev Motwani, Jeffrey D. Ullman Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation
7. Timothy J. Ross. Fuzzy Logic with Engineering Applications

Məqaləyə istinad: Xurşudov D.Q. Əliyeva S.F., Sultanova K.İ. Qeyri-səlis məntiqə əsaslanan süni intellektə malik dəm qazlarına nəzarət sistemləri üçün alqoritmin işlənməsi. Elmi Əsərlər/Scientific works, AzMİU, s. 159-167, N2, 2024
For citation: Khurshudov D.G., Aliyeva S.F., Sultanova K.I. Algorithm development for fume gas control systems with artificial intelligence based on fuzzy logic. Elmi Əsərlər/Scientific works, AzUAC. p.159-167, N2, 2024

Redaksiyaya daxil olma/Received 08.11.2023
Çapa qəbul olunma/Accepted for publication 08.01.2024