

## **WPROWADZENIE**

System elektroenergetyczny to połączenie elementów elektrycznych, które są wykorzystywane do wytwarzania, przesyłania, dystrybucji i zużycia energii elektrycznej. Silniki, generatory i transformatory to elementy systemu elektroenergetycznego. W dobie energoelektroniki zastosowania sztucznej inteligencji (AI) są ogromne. Sztuczna inteligencja to system inteligencji prezentowany przez oprogramowanie i maszynę: na przykład osobiści asystenci, tacy jak Siri, Alexa i roboty, są wykorzystywani do różnych aplikacji itp. Sztuczna inteligencja jest wykorzystywana do rozwijania systemu o cechach i atrybutach, takich jak ludzie, tj. zdolność do myślenia rozumowania, odnajdywać sens, rozróżniać, uczyć się na błędach, a także je korygować. AI to system mający możliwość realizacji dowolnego zadania w całości w oparciu o aplikację.

## **POTRZEBA SZTUCZNEJ INTELIGENCJI W SYSTEMIE ZASILANIA**

Analiza systemu elektroenergetycznego tradycyjnymi technikami stała się trudna z następujących powodów:

- i. Struktura systemu elektroenergetycznego jest bardzo rozległa i trudno jest ręcznie obliczyć różne parametry w systemie elektroenergetycznym.
- ii. Tradycyjne techniki zajmują więcej czasu obliczeniowego, a ponadto występują trudności z dokładnością ze względu na duży system zasilania (obsługa danych).

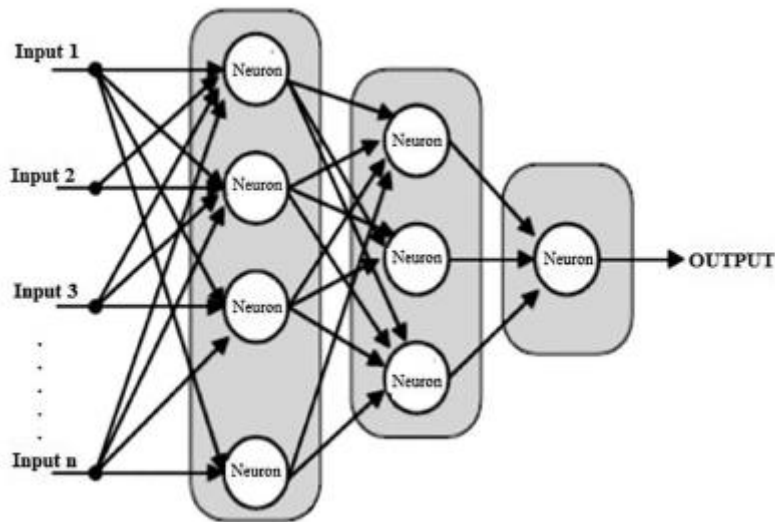
Dzisiejszy nowoczesny system elektroenergetyczny pracuje w ograniczeniach ze względu na stale rosnący pobór mocy oraz rozbudowę istniejących obecnie sieci i linii przesyłowych. Warunek ten jest wymagany, ponieważ praca i sterowanie systemem elektroenergetycznym realizowane jest poprzez regularne monitorowanie całego systemu w sposób szczegółowy. Współczesna technika komputerowa dysponuje różnymi narzędziami do analizy systemu elektroenergetycznego, na przykład pracy systemu elektroenergetycznego, sterowania, planowania i monitorowania. Spośród tych narzędzi komputerowych technika sztucznej inteligencji wzrosła wykładniczo w ciągu ostatnich kilku lat i została umieszczona w różnych obszarach systemu elektroenergetycznego.

## **RODZAJE I KLASYFIKACJA SZTUCZNYCH INTELIGENTNYCH TECHNIK**

W tej sekcji omówiono rodzaje i klasyfikacje technik sztucznej inteligencji wraz z ich zaletami i wadami.

### **Sztuczna sieć neuronowa**

Inspirowana biologicznie sztuczna sieć neuronowa (ANN) może zmienić różne dane wejściowe na inne dane wyjściowe sieci neuronowej, gdzie każdy neuron daje wynik na podstawie danych wejściowych. Neuron można również nazwać procesorem. Analiza funkcji neuronu i jego unikalnej struktury może pomóc w syntezie różnych funkcji komputera, takich jak rozpoznawanie i interpretacja wzorców. Każdy neuron jest połączony z innym neuronem łączem, jak pokazano na rysunku 1.



Każde łącze jest powiązane z wagą, która daje dane i najcenniejsze informacje o neuronie do wykonywania różnych aplikacji. Każdy neuron ma sygnał aktywacyjny w swoim stanie wewnętrznym. Połączenie sygnału wejściowego i aktywującego zapewnia sygnał wyjściowy, który jest dalej przesyłany do innych jednostek.

### **Klasyfikacja sztucznej sieci neuronowej**

SSN można sklasyfikować według wzorców sprzężenia zwrotnego, powtarzalnego i łączności. Ponadto SSN ma trzy warstwy: warstwę wejściową, warstwę ukrytą i warstwę wyjściową. Rola każdej warstwy jest opisana w następujący sposób:

- i. Warstwa wejściowa: Węzły warstwy wejściowej dystrybuują dane i informacje do warstwy ukrytej bez ich przetwarzania.
- ii. Ukryta warstwa: Węzły ukrytej warstwy są w stanie mapować i rozwiązywać problemy nieliniowe.
- iii. Warstwa wyjściowa: Węzły warstwy wyjściowej dostarczają dane wyjściowe do innych jednostek.

### **Zalety i wady sztucznej sieci neuronowej**

#### Zalety:

Korzystanie z ANN do celów przewidywania i szacowania ma następujące zalety i korzyści:

- i. ANN charakteryzuje się dużą szybkością przetwarzania.
- ii. ANN ma możliwość radzenia sobie z sytuacją, w której brakuje danych i informacji.
- iii. ANN jest w stanie tolerować błędy.

#### Wady:

Korzystając z ANN, często występują następujące wady lub wady:

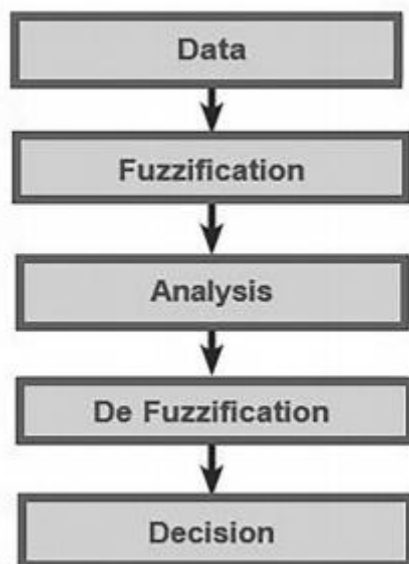
- i. ANN ma duże wymiary.
- ii. ANN zawsze generuje dokładne wyniki, nawet jeśli dane są nieodpowiednie.

Zastosowania ANN w systemie elektroenergetycznym

Współczesne systemy elektroenergetyczne mają problem z zakodowaniem nieliniowej funkcji nieliniowej, która jest odpowiednia dla sieci ANN. Zgodnie z ich zaletami, takimi jak prędkość, mogą dać szybszy wynik w przypadku problemów awaryjnych. SSN to to samo, co biologiczna sieć neuronowa służąca do oceny rzeczywistych problemów - trudności w wytwarzaniu, przesyłaniu i dystrybucji mocy są przesyłane do ANN w celu określenia odpowiedniego rozwiązania. Musimy zaspokoić ograniczenia rzeczywistego systemu przesyłowego i dystrybucyjnego, aby uzyskać rzeczywistą wartość parametrów. Na przykład parametry linii przesyłowej, tj. indukcyjność, pojemność i rezystancja, mogą być obliczane przez SSN, biorąc pod uwagę takie czynniki, jak warunki niezrównoważenia, czynniki środowiskowe i inne czynniki. Inny przykład SSN w systemie elektroenergetycznym można ocenić, przyjmując parametry rezystancji, pojemności i indukcyjności jako dane wejściowe do SSN i łącząc je z zadaną wartością. Otrzymany parametr może być w stanie przewyżżyć efekt bliskości i naskórkowości.

### **Logika rozmyta**

System logiki rozmytej (FLS) to rodzaj systemu logicznego o różnych standardach i regułach, które dają określone wyniki, jak pokazano na rysunku2.



FLS jest tym samym, co ludzki system podejmowania decyzji, mający zdolność do zapewnienia odpowiedniego rozwiązania nawet dla zniekształconych, niekompletnych, nieodpowiednich i niedokładnych danych rozmytych. Logika rozmyta to system mający taką samą zdolność działania jak ludzki umysł, wykorzystujący ludzki proces decyzyjny w maszynie, dzięki czemu możemy wykonywać lub obsługiwać maszyny jak ludzie. Proces przekształcania lub zmiany prostego wejścia na dane wyjściowe z fuzzifowaniem jest znany jako fuzzifation. FLS jest prosty, dokładny i łatwy do implementacji systemu, a także służy do wykonywania wielu aplikacji. W systemie elektroenergetycznym FLS najlepiej nadaje się do zastosowań, w których wymagane jest natychmiastowe podejmowanie decyzji.

### **Zalety i wady logiki rozmytej**

#### Zalety:

Używanie logiki rozmytej do celów szacowania i przewidywania ma następujące zalety i korzyści:

i. FLS jest elastyczny.

- ii. FLS jest łatwy do opracowania i rozpoznania.
- iii. FLS ma możliwość rozwiązania złożonego problemu.

Wady:

Korzystając z logiki rozmytej, często występują następujące wady lub wady:

- i. FLS nie stosuje systematycznego podejścia do projektowania logiki rozmytej.
- ii. FLS stosuje się tylko wtedy, gdy nie ma potrzeby wysokiej perfekcji.

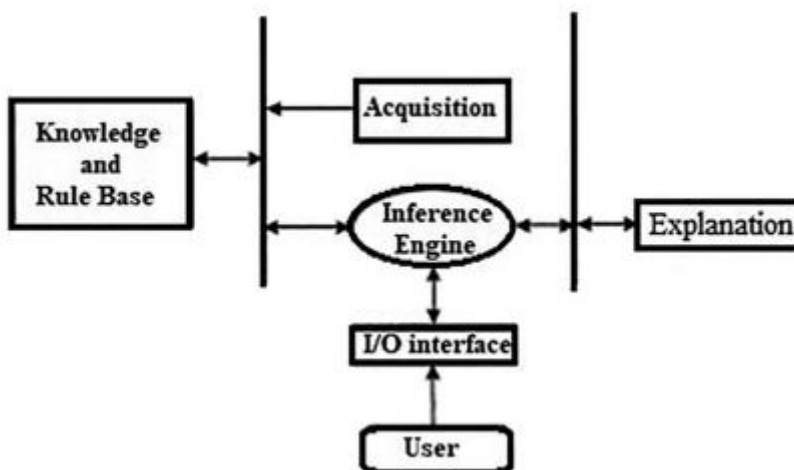
**Zastosowania logiki rozmytej w systemie elektroenergetycznym**

Może być używany do planowania i kreślenia różnych elementów, od małych do dużych, a także poprawia wydajność różnych elementów w nowoczesnym systemie elektroenergetycznym.

- i. FLS stosowany w planowaniu i sterowaniu systemem elektroenergetycznym.
- ii. Służy do diagnostyki usterek.
- iii. Prognozowanie obciążenia można oceniać za pomocą logiki rozmytej.

**System ekspercki**

System ekspercki (ES) w obszarze AI jest jedną z ważnych dziedzin badawczych. ES zdobywa zrozumienie ludzi i wykorzystuje tę wiedzę w maszynowym wykonaniu. ES to forma programu komputerowego przeznaczonego do rozwiązywania różnych prac w określonym obszarze. Schemat blokowy ES pokazano na rysunku 3.



**Zalety i wady systemu eksperckiego**

Używanie ES do celów szacowania i przewidywania ma następujące zalety i korzyści:

Zalety :

- i. Kieruje i pomaga ludziom w podejmowaniu decyzji.
- ii. Łatwo to zrozumieć.
- iii. Jest niezawodny i bardzo responsywny.

### Wady :

Korzystając z ES, występują następujące wady lub wady:

- i. ES ma trudności z przystosowaniem się lub podążaniem za nowymi trudnościami lub okolicznościami.

### **Zastosowania Systemu Ekspertskiego w Systemie Elektroenergetycznym**

Istnieje wiele zastosowań ES stosowanych w systemie elektroenergetycznym, takich jak system monitorowania, system sterowania, podejmowanie decyzji itp. ES posiada programy komputerowe do rozwiązywania problemów z ogromną ilością danych i informacji w krótkim czasie. ES to rodzaj programów komputerowych. Musimy więc pisać kody w prostszy niż w rzeczywistości sposób obliczania parametrów systemu elektroenergetycznego, takich jak dystrybucja, przesył i wytwarzanie. Ze względu na zaletę, jaką jest łatwość modyfikacji programu komputerowego, technika ta jest bardzo przydatna w systemie elektroenergetycznym.

### **Algorytm genetyczny (gA)**

Algorytm genetyczny (GA) to oparte na badaniach podejście optymalizacyjne oparte na analizie genetyki i ich selekcji. GA rozwiązuje problemy, aby określić optymalne rozwiązanie trudnych problemów, których rozwiązanie zajmuje całe życie. Opiera się na zasadzie, że populacja ma najsilniejszego osobnika o największym prawdopodobieństwie i największej szansie na przeżycie. GA jest rozwijany w celu rozwiązania problemu optymalizacji w uczeniu maszynowym i badaniach.

### **Zalety i wady algorytmu genetycznego**

Korzystanie z GA do celów szacowania i przewidywania ma następujące zalety i korzyści:

#### Zalety:

- i. Algorytm genetyczny działa szybko.
- ii. Algorytm genetyczny jest wydajny
- iii. Algorytm genetyczny optymalizuje funkcję ciągłą i dyskretną
- iv. GA jest przydatne, gdy obszar wyszukiwania jest bardzo duży i wiąże się z ogromną liczbą parametrów.

#### Wady:

Stosując algorytm genetyczny, często występują następujące wady lub wady:

- i. Algorytm genetyczny nie jest odpowiedni dla prostego problemu z dostępną informacją pochodną.
- ii. W algorytmie genetycznym nie ma gwarancji jakości i optymalności rozwiązania.

### **Zastosowania algorytmu genetycznego w systemie elektroenergetycznym**

Jeśli w linii transmisyjnej wystąpi jakakolwiek usterka, detektory usterek podłączone wzdłuż linii transmisyjnej wykrywają usterkę i przekazują ją do FLS. W FLS wejście detektora uszkodzeń podawane jest do układu fuzyfikacji, a następnie wyjście tego układu podawane jest do układu rozmytego, w którym zaimplementowano na nim reguły rozmyte. Następnie sygnał wyjściowy systemu rozmytego jest dalej podawany do systemu defuzyfikacji i otrzymujemy wyraźny sygnał wyjściowy lub rozwiązanie do wykonania operacji po błędzie. Istnieje kilka czujników środowiskowych, które są dołączone do systemu AI linii transmisyjnej, które będą wykrywać stan atmosferyczny na wyjściu czujników

środowiskowych podawanych na wejście ES i ANN. Wydajność ES i ANN jest wykorzystywana do zwiększenia wydajności linii.

- i. Planowanie: Optymalizacja mocy biernej, pozycjonowanie turbin wiatrowych, trasowanie zasilania sieciowego i optymalne rozmieszczenie kondensatorów.
- ii. Eksploatacja: sterowanie urządzeniami FACTS, harmonogramowanie hydrotermalne, harmonogramowanie remontów, minimalizacja strat.
- iii. Analiza: analiza przepływu obciążenia, kontrola częstotliwości obciążenia (LFC), redukcja zniekształceń harmoniczných, projektowanie filtrów.

## **ZASTOSOWANIA SZTUCZNEJ INTELIGENCJI W SYSTEMIE ENERGETYCZNYM**

Wielu problemów współczesnego systemu elektroenergetycznego nie da się ocenić tradycyjnymi technikami opartymi na ocenie matematycznej. Obszary zastosowania AI w systemie elektroenergetycznym to:

- i. Planowanie systemu elektroenergetycznego, takie jak rozbudowa wytwarzania, przesyłu i dystrybucji itp.
- ii. Operacje systemu elektroenergetycznego, takie jak ekonomiczne wysyłanie obciążenia, analiza obciążenia i przepływu mocy, planowanie hydrotermiczne, zaangażowanie jednostek, planowanie konserwacji.
- iii. Częstotliwość obciążenia systemu elektroenergetycznego, np. krótkoterminowa, długoterminowa i średnioterminowa.
- iv. Planista systemu energetycznego w rozdzielczej generacji, takiej jak elektrownia słoneczna w lokalach konsumenckich i inne odnawialne źródła energii.

## **WNIOSEK**

Konwencjonalnie planowanie, sterowanie, wytwarzanie, przesył, dystrybucja itp. systemu elektroenergetycznego zostały ocenione matematycznie. Konwencjonalna technika nie jest dokładna i precyzyjna, ale również wymaga czasu na obliczenia z powodu opóźnienia w podejmowaniu decyzji. Rozwijając dziedzinę systemu elektroenergetycznego wprowadzane są techniki AI. Istnieje wiele zastosowań sztucznej inteligencji w systemie elektroenergetycznym, które są dokładne, wydajne, a ich kalkulacja zajmuje mniej czasu. AI jest pomocna w podejmowaniu decyzji nawet w sytuacjach awaryjnych. W systemie elektroenergetycznym pojawia się kolejna technologia AI, czyli Smart Grid. Smart Grid to sieć mająca zdolność do automatycznego sterowania, monitorowania, planowania i konserwacji systemu elektroenergetycznego, a także integracji dystrybucyjnego wytwarzania energii.