Metody detekcji uszkodzeń oparte na wiedzy — Wprowadzenie

Dariusz Uciński

Instytut Sterowania i Systemów Informatycznych
Universytet Zielonogórski

Wykład 6

Systemy biologiczne vs systemy sztuczne

System biologiczny

System sztuczny

Przetwarzanie neuronowe

- Przetwarzanie neuronowe
  - Mózg (w szczególności ludzki) jest wysoce złożonym, nieliniowym i równoległym systemem przetwarzania informacji.
  - Konwencjonalne komputery wykonują obliczenia szybciej i precyzyjniej niż ludzki mózg.
  - Ludzki mózg jest bardziej efektywny od dowolnego komputera na polu rozpoznawania obrazów, przetwarzania sygnałów czy podejmowania decyzji.
  - Elementy elektroniczne (tranzystory) działają tysiące razy szybciej od biologicznych komórek nerwowych.
- CEL — połączenie szybkości działania elementów elektronicznych z właściwościami ludzkiego mózgu — bardzo efektywne narzędzie do rozwiązywania szerokiej gamy problemów.
- Sztuczna sieć neuronowa jest maszyną, która jest tak zaprojektowana, aby modelowała sposób w jaki mózg rozwiązuje postawiony przed nimn problem.

Przetwarzanie neuronowe

- Przetwarzanie neuronowe
  - Mózg (w szczególności ludzki) jest wysoce złożonym, nieliniowym i równoległym systemem przetwarzania informacji.
  - Konwencjonalne komputery wykonują obliczenia szybciej i precyzyjniej niż ludzki mózg.
  - Ludzki mózg jest bardziej efektywny od dowolnego komputera na polu rozpoznawania obrazów, przetwarzania sygnałów czy podejmowania decyzji.
  - Elementy elektroniczne (tranzystory) działają tysiące razy szybciej od biologicznych komórek nerwowych.
- CEL — połączenie szybkości działania elementów elektronicznych z właściwościami ludzkiego mózgu — bardzo efektywne narzędzie do rozwiązywania szerokiej gamy problemów.
- Sztuczna sieć neuronowa jest maszyną, która jest tak zaprojektowana, aby modelowała sposób w jaki mózg rozwiązuje postawiony przed nimn problem.

Przetwarzanie neuronowe

- Przetwarzanie neuronowe
  - Mózg (w szczególności ludzki) jest wysoce złożonym, nieliniowym i równoległym systemem przetwarzania informacji.
  - Konwencjonalne komputery wykonują obliczenia szybciej i precyzyjniej niż ludzki mózg.
  - Ludzki mózg jest bardziej efektywny od dowolnego komputera na polu rozpoznawania obrazów, przetwarzania sygnałów czy podejmowania decyzji.
  - Elementy elektroniczne (tranzystory) działają tysiące razy szybciej od biologicznych komórek nerwowych.
- CEL — połączenie szybkości działania elementów elektronicznych z właściwościami ludzkiego mózgu — bardzo efektywne narzędzie do rozwiązywania szerokiej gamy problemów.
- Sztuczna sieć neuronowa jest maszyną, która jest tak zaprojektowana, aby modelowała sposób w jaki mózg rozwiązuje postawiony przed nimn problem.

Przetwarzanie neuronowe

- Przetwarzanie neuronowe
  - Mózg (w szczególności ludzki) jest wysoce złożonym, nieliniowym i równoległym systemem przetwarzania informacji.
  - Konwencjonalne komputery wykonują obliczenia szybciej i precyzyjniej niż ludzki mózg.
  - Ludzki mózg jest bardziej efektywny od dowolnego komputera na polu rozpoznawania obrazów, przetwarzania sygnałów czy podejmowania decyzji.
  - Elementy elektroniczne (tranzystory) działają tysiące razy szybciej od biologicznych komórek nerwowych.
- CEL — połączenie szybkości działania elementów elektronicznych z właściwościami ludzkiego mózgu — bardzo efektywne narzędzie do rozwiązywania szerokiej gamy problemów.
- Sztuczna sieć neuronowa jest maszyną, która jest tak zaprojektowana, aby modelowała sposób w jaki mózg rozwiązuje postawiony przed nimn problem.

Przetwarzanie neuronowe

- Przetwarzanie neuronowe
  - Mózg (w szczególności ludzki) jest wysoce złożonym, nieliniowym i równoległym systemem przetwarzania informacji.
  - Konwencjonalne komputery wykonują obliczenia szybciej i precyzyjniej niż ludzki mózg.
  - Ludzki mózg jest bardziej efektywny od dowolnego komputera na polu rozpoznawania obrazów, przetwarzania sygnałów czy podejmowania decyzji.
  - Elementy elektroniczne (tranzystory) działają tysiące razy szybciej od biologicznych komórek nerwowych.
- CEL — połączenie szybkości działania elementów elektronicznych z właściwościami ludzkiego mózgu — bardzo efektywne narzędzie do rozwiązywania szerokiej gamy problemów.
- Sztuczna sieć neuronowa jest maszyną, która jest tak zaprojektowana, aby modelowała sposób w jaki mózg rozwiązuje postawiony przed nimn problem.

Przetwarzanie neuronowe

- Przetwarzanie neuronowe
  - Mózg (w szczególności ludzki) jest wysoce złożonym, nieliniowym i równoległym systemem przetwarzania informacji.
  - Konwencjonalne komputery wykonują obliczenia szybciej i precyzyjniej niż ludzki mózg.
  - Ludzki mózg jest bardziej efektywny od dowolnego komputera na polu rozpoznawania obrazów, przetwarzania sygnałów czy podejmowania decyzji.
  - Elementy elektroniczne (tranzystory) działają tysiące razy szybciej od biologicznych komórek nerwowych.
- CEL — połączenie szybkości działania elementów elektronicznych z właściwościami ludzkiego mózgu — bardzo efektywne narzędzie do rozwiązywania szerokiej gamy problemów.
- Sztuczna sieć neuronowa jest maszyną, która jest tak zaprojektowana, aby modelowała sposób w jaki mózg rozwiązuje postawiony przed nimn problem.

Elementy neurobiologii

- System informacyjny żywego organizmu można podzielić na dwie części: nerwową i hormonalną.
- Pewną część funkcji informacyjnych spełnia także system immunologiczny.
- System nerwowy składa się z trzech głównych podsystemów.

Elementy neurobiologii

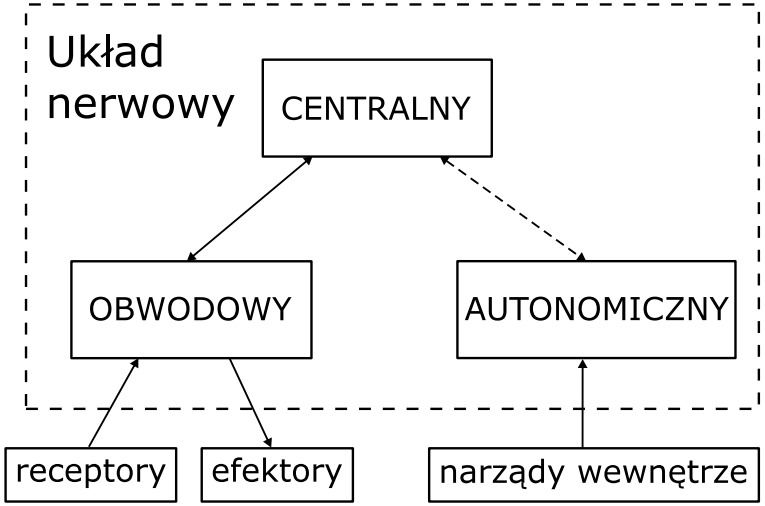
- System informacyjny żywego organizmu można podzielić na dwie części: nerwową i hormonalną.
- Pewną część funkcji informacyjnych spełnia także system immunologiczny.
- System nerwowy składa się z trzech głównych podsystemów.

Elementy neurobiologii

- System informacyjny żywego organizmu można podzielić na dwie części: nerwową i hormonalną.
- Pewną część funkcji informacyjnych spełnia także system immunologiczny.
- System nerwowy składa się z trzech głównych podsystemów.

Elementy neurobiologii

- System informacyjny żywego organizmu można podzielić na dwie części: nerwową i hormonalną.
- Pewną część funkcji informacyjnych spełnia także system immunologiczny.
- System nerwowy składa się z trzech głównych podsystemów.



Elementy neurobiologii

- Centralny (ośrodkowy) system nerwowy
  - obejmuje mózg i rdzeń kręgowy
  - jest to skupisko gęsto upakowanych komórek nerwowych tworzących złożone sieci
  - zadanie systemu – analiza i przetwarzanie informacji
- Obwodowy system nerwowy
  - system komunikacyjny
  - przesyła sygnały pobierane z receptorów do systemu centralnego
  - przekazuje sygnały sterujące od systemu centralnego do efektorów (odbiorników rozkazów) umieszczonych w różnych częściach ciała
- Autonomiczny system nerwowy — regulator procesów wegetatywnych, zachodzących w narządach wewnętrznych decydujących o funkcjonowaniu organizmu

Elementy neurobiologii

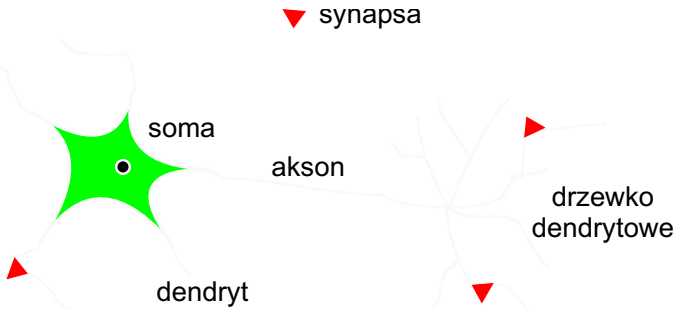
- Centralny (ośrodkowy) system nerwowy
  - obejmuje mózg i rdzeń kręgowy
  - jest to skupisko gęsto upakowanych komórek nerwowych tworzących złożone sieci
  - zadanie systemu – analiza i przetwarzanie informacji
- Obwodowy system nerwowy
  - system komunikacyjny
  - przesyła sygnały pobierane z receptorów do systemu centralnego
  - przekazuje sygnały sterujące od systemu centralnego do efektorów (odbiorników rozkazów) umieszczonych w różnych częściach ciała
- Autonomiczny system nerwowy — regulator procesów wegetatywnych, zachodzących w narządach wewnętrznych decydujących o funkcjonowaniu organizmu

Elementy neurobiologii

- Centralny (ośrodkowy) system nerwowy
  - obejmuje mózg i rdzeń kręgowy
  - jest to skupisko gęsto upakowanych komórek nerwowych tworzących złożone sieci
  - zadanie systemu – analiza i przetwarzanie informacji
- Obwodowy system nerwowy
  - system komunikacyjny
  - przesyła sygnały pobierane z receptorów do systemu centralnego
  - przekazuje sygnały sterujące od systemu centralnego do efektorów (odbiorników rozkazów) umieszczonych w różnych częściach ciała
- Autonomiczny system nerwowy — regulator procesów wegetatywnych, zachodzących w narządach wewnętrznych decydujących o funkcjonowaniu organizmu

Elementy neurobiologii

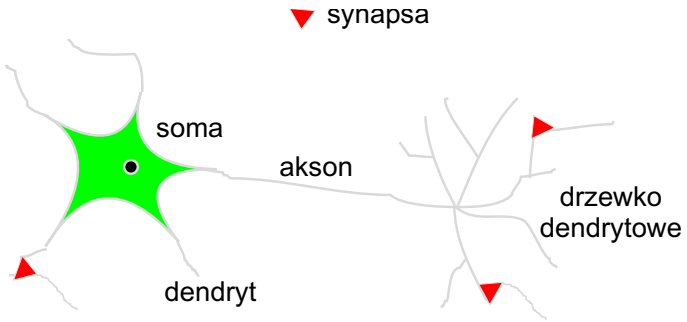
- Mózg i system nerwowy nie tworzą struktury ciągłej
- Podstawowym elementem systemu nerwowego jest komórka nerwowa — neuron



- System nerwowy zawiera ok. 10^{18}, z których ok. 10^{11} stanowią komórki połączone w sieć
- Dzięki temu realizowane są funkcje emocji, pamięci, inteligencji i zdolności twórczych
- Średnio na jeden neuron przypada kilka tysięcy połączeń, ale dla poszczególnych komórek te wartości mogą się znacznie różnić

Elementy neurobiologii

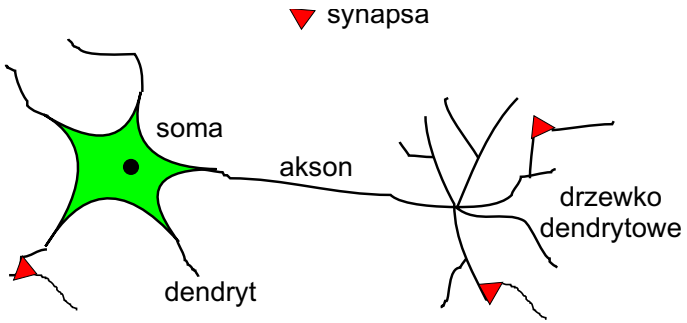
- Mózg i system nerwowy nie tworzą struktury ciągłej
- Podstawowym elementem systemu nerwowego jest komórka nerwowa — neuron



- System nerwowy zawiera ok. 10^{18}, z których ok. 10^{11} stanowią komórki połączone w sieć
- Dzięki temu realizowane są funkcje emocji, pamięci, inteligencji i zdolności twórczych
- Średnio na jeden neuron przypada kilka tysięcy połączeń, ale dla poszczególnych komórek te wartości mogą się znacznie różnić

Elementy neurobiologii

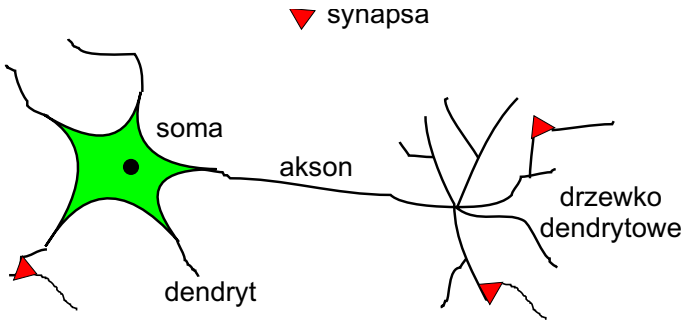
- Mózg i system nerwowy nie tworzą struktury ciągłej
- Podstawowym elementem systemu nerwowego jest komórka nerwowa — neuron



- System nerwowy zawiera ok. 10^{18}, z których ok. 10^{11} stanowią komórki połączone w sieć
- Dzięki temu realizowane są funkcje emocji, pamięci, inteligencji i zdolności twórczych
- Średnio na jeden neuron przypada kilka tysięcy połączeń, ale dla poszczególnych komórek te wartości mogą się znacznie różnić

Elementy neurobiologii

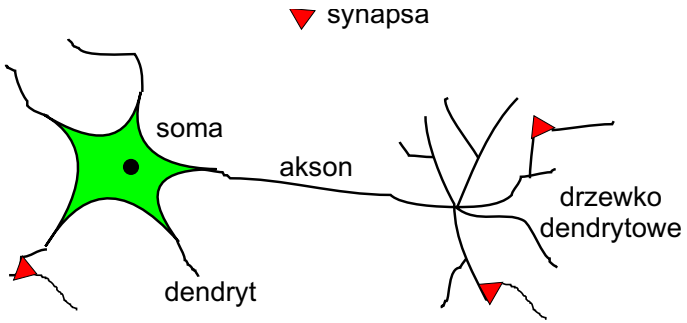
- Mózg i system nerwowy nie tworzą struktury ciągłej
- Podstawowym elementem systemu nerwowego jest komórka nerwowa — neuron



- System nerwowy zawiera ok. 10^{18}, z których ok. 10^{11} stanowią komórki połączone w sieć
- Dzięki temu realizowane są funkcje emocji, pamięci, inteligencji i zdolności twórczych
- Średnio na jeden neuron przypada kilka tysięcy połączeń, ale dla poszczególnych komórek te wartości mogą się znacznie różnić

Elementy neurobiologii

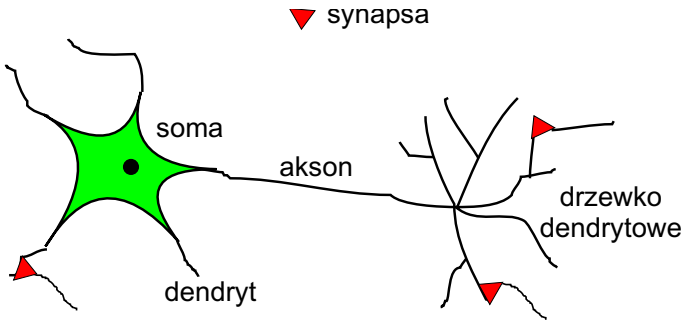
- Mózg i system nerwowy nie tworzą struktury ciągłej
- Podstawowym elementem systemu nerwowego jest komórka nerwowa — neuron



- System nerwowy zawiera ok. 10^{18}, z których ok. 10^{11} stanowią komórki połączone w sieć
- Dzięki temu realizowane są funkcje emocji, pamięci, inteligencji i zdolności twórczych
- Średnio na jeden neuron przypada kilka tysięcy połączeń, ale dla poszczególnych komórek te wartości mogą się znacznie różnić

Elementy neurobiologii

- Mózg i system nerwowy nie tworzą struktury ciągłej
- Podstawowym elementem systemu nerwowego jest komórka nerwowa — neuron



- System nerwowy zawiera ok. 10^{18}, z których ok. 10^{11} stanowią komórki połączone w sieć
- Dzięki temu realizowane są funkcje emocji, pamięci, inteligencji i zdolności twórczych
- Średnio na jeden neuron przypada kilka tysięcy połączeń, ale dla poszczególnych komórek te wartości mogą się znacznie różnić

Właściwości sieci neuronowych

- Uczenie się i adaptacja
  - proces uczenia sieci neuronowej to wyznaczenie wartości wag połączeń pomiędzy neuronami
  - uczenie nadzorowane
  - uczenie nienadzorowane
- Przetwarzanie równoległe
  - sieci neuronowe przetwarzają informację równolegle
  - typowy impuls neuronowy trwa kilka *ms*
  - układy półprzewodnikowe są kilka milionów razy szybsze
  - realizacja sieci neuronowej w postaci półprzewodnikowej

Właściwości sieci neuronowych

- Uczenie się i adaptacja
  - proces uczenia sieci neuronowej to wyznaczenie wartości wag połączeń pomiędzy neuronami
  - uczenie nadzorowane
  - uczenie nienadzorowane
- Przetwarzanie równoległe
  - sieci neuronowe przetwarzają informację równolegle
  - typowy impuls neuronowy trwa kilka *ms*
  - układy półprzewodnikowe są kilka milionów razy szybsze
  - realizacja sieci neuronowej w postaci półprzewodnikowej

Właściwości sieci neuronowych

- Uczenie się i adaptacja
  - proces uczenia sieci neuronowej to wyznaczenie wartości wag połączeń pomiędzy neuronami
  - uczenie nadzorowane
  - uczenie nienadzorowane
- Przetwarzanie równoległe
  - sieci neuronowe przetwarzają informację równolegle
  - typowy impuls neuronowy trwa kilka *ms*
  - układy półprzewodnikowe są kilka milionów razy szybsze
  - realizacja sieci neuronowej w postaci półprzewodnikowej

Właściwości sieci neuronowych

- Uczenie się i adaptacja
  - proces uczenia sieci neuronowej to wyznaczenie wartości wag połączeń pomiędzy neuronami
  - uczenie nadzorowane
  - uczenie nienadzorowane
- Przetwarzanie równoległe
  - sieci neuronowe przetwarzają informację równolegle
  - typowy impuls neuronowy trwa kilka *ms*
  - układy półprzewodnikowe są kilka milionów razy szybsze
  - realizacja sieci neuronowej w postaci półprzewodnikowej

Właściwości sieci neuronowych

- Uczenie się i adaptacja
  - proces uczenia sieci neuronowej to wyznaczenie wartości wag połączeń pomiędzy neuronami
  - uczenie nadzorowane
  - uczenie nienadzorowane
- Przetwarzanie równoległe
  - sieci neuronowe przetwarzają informację równolegle
  - typowy impuls neuronowy trwa kilka *ms*
  - układy półprzewodnikowe są kilka milionów razy szybsze
  - realizacja sieci neuronowej w postaci półprzewodnikowej

Właściwości sieci neuronowych

- Uczenie się i adaptacja
  - proces uczenia sieci neuronowej to wyznaczenie wartości wag połączeń pomiędzy neuronami
  - uczenie nadzorowane
  - uczenie nienadzorowane
- Przetwarzanie równoległe
  - sieci neuronowe przetwarzają informację równolegle
  - typowy impuls neuronowy trwa kilka *ms*
  - układy półprzewodnikowe są kilka milionów razy szybsze
  - realizacja sieci neuronowej w postaci półprzewodnikowej

Właściwości sieci neuronowych

- Uczenie się i adaptacja
  - proces uczenia sieci neuronowej to wyznaczenie wartości wag połączeń pomiędzy neuronami
  - uczenie nadzorowane
  - uczenie nienadzorowane
- Przetwarzanie równoległe
  - sieci neuronowe przetwarzają informację równolegle
  - typowy impuls neuronowy trwa kilka *ms*
  - układy półprzewodnikowe są kilka milionów razy szybsze
  - realizacja sieci neuronowej w postaci półprzewodnikowej

Właściwości sieci neuronowych

- Uczenie się i adaptacja
  - proces uczenia sieci neuronowej to wyznaczenie wartości wag połączeń pomiędzy neuronami
  - uczenie nadzorowane
  - uczenie nienadzorowane
- Przetwarzanie równoległe
  - sieci neuronowe przetwarzają informację równolegle
  - typowy impuls neuronowy trwa kilka *ms*
  - układy półprzewodnikowe są kilka milionów razy szybsze
  - realizacja sieci neuronowej w postaci półprzewodnikowej

Właściwości sieci neuronowych

- Uczenie się i adaptacja
  - proces uczenia sieci neuronowej to wyznaczenie wartości wag połączeń pomiędzy neuronami
  - uczenie nadzorowane
  - uczenie nienadzorowane
- Przetwarzanie równoległe
  - sieci neuronowe przetwarzają informację równolegle
  - typowy impuls neuronowy trwa kilka *ms*
  - układy półprzewodnikowe są kilka milionów razy szybsze
  - realizacja sieci neuronowej w postaci półprzewodnikowej

Właściwości sieci neuronowych

- Odporność na uszkodzenia
  - z przetwarzania równoległego płynie odporność sieci neuronowych na uszkodzenia
  - w mózgu człowieka komórki umierają nieustannie co nie wpływa ujemnie na jego funkcjonowanie
  - przy dużej liczbie powiązań neuronowych sieć staje się odporna na błędy występujące w niektórych połączeniach
  - funkcje uszkodzonych połączeń przejmują inne
  - pojedyncza waga niesie tylko jedynie niewielką informację o problemie
- Zdolność uogólniania (generalizacja)
  - sieć wytrenowana na pewnej liczbie wzorców potrafi skojarzyć nabytą wiedzę i wykazać poprawne działanie na danych, które nie uczestniczyły w uczeniu
  - dostępne dane dzieli się na zbiór uczący L i testujący T. W zbiorze uczącym wydziela się podzbiór V, służący do weryfikacji postępów uczenia
  - ilościowa miara uogólniania – trudna do zdefiniowania

Właściwości sieci neuronowych

- Odporność na uszkodzenia
  - z przetwarzania równoległego płynie odporność sieci neuronowych na uszkodzenia
  - w mózgu człowieka komórki umierają nieustannie co nie wpływa ujemnie na jego funkcjonowanie
  - przy dużej liczbie powiązań neuronowych sieć staje się odporna na błędy występujące w niektórych połączeniach
  - funkcje uszkodzonych połączeń przejmują inne
  - pojedyncza waga niesie tylko jedynie niewielką informację o problemie
- Zdolność uogólniania (generalizacja)
  - sieć wytrenowana na pewnej liczbie wzorców potrafi skojarzyć nabytą wiedzę i wykazać poprawne działanie na danych, które nie uczestniczyły w uczeniu
  - dostępne dane dzieli się na zbiór uczący L i testujący T. W zbiorze uczącym wydziela się podzbiór V, służący do weryfikacji postępów uczenia
  - ilościowa miara uogólniania – trudna do zdefiniowania

Właściwości sieci neuronowych

- Odporność na uszkodzenia
  - z przetwarzania równoległego płynie odporność sieci neuronowych na uszkodzenia
  - w mózgu człowieka komórki umierają nieustannie co nie wpływa ujemnie na jego funkcjonowanie
  - przy dużej liczbie powiązań neuronowych sieć staje się odporna na błędy występujące w niektórych połączeniach
  - funkcje uszkodzonych połączeń przejmują inne
  - pojedyncza waga niesie tylko jedynie niewielką informację o problemie
- Zdolność uogólniania (generalizacja)
  - sieć wytrenowana na pewnej liczbie wzorców potrafi skojarzyć nabytą wiedzę i wykazać poprawne działanie na danych, które nie uczestniczyły w uczeniu
  - dostępne dane dzieli się na zbiór uczący L i testujący T. W zbiorze uczącym wydziela się podzbiór V, służący do weryfikacji postępów uczenia
  - ilościowa miara uogólniania – trudna do zdefiniowania

Właściwości sieci neuronowych

- Odporność na uszkodzenia
  - z przetwarzania równoległego płynie odporność sieci neuronowych na uszkodzenia
  - w mózgu człowieka komórki umierają nieustannie co nie wpływa ujemnie na jego funkcjonowanie
  - przy dużej liczbie powiązań neuronowych sieć staje się odporna na błędy występujące w niektórych połączeniach
  - funkcje uszkodzonych połączeń przejmują inne
  - pojedyncza waga niesie tylko jedynie niewielką informację o problemie
- Zdolność uogólniania (generalizacja)
  - sieć wytrenowana na pewnej liczbie wzorców potrafi skojarzyć nabytą wiedzę i wykazać poprawne działanie na danych, które nie uczestniczyły w uczeniu
  - dostępne dane dzieli się na zbiór uczący L i testujący T. W zbiorze uczącym wydziela się podzbiór V, służący do weryfikacji postępów uczenia
  - ilościowa miara uogólniania – trudna do zdefiniowania

Właściwości sieci neuronowych

- Odporność na uszkodzenia
  - z przetwarzania równoległego płynie odporność sieci neuronowych na uszkodzenia
  - w mózgu człowieka komórki umierają nieustannie co nie wpływa ujemnie na jego funkcjonowanie
  - przy dużej liczbie powiązań neuronowych sieć staje się odporna na błędy występujące w niektórych połączeniach
  - funkcje uszkodzonych połączeń przejmują inne
  - pojedyncza waga niesie tylko jedynie niewielką informację o problemie
- Zdolność uogólniania (generalizacja)
  - sieć wytrenowana na pewnej liczbie wzorców potrafi skojarzyć nabytą wiedzę i wykazać poprawne działanie na danych, które nie uczestniczyły w uczeniu
  - dostępne dane dzieli się na zbiór uczący L i testujący T. W zbiorze uczącym wydziela się podzbiór V, służący do weryfikacji postępów uczenia
  - ilościowa miara uogólniania – trudna do zdefiniowania

Właściwości sieci neuronowych

- Odporność na uszkodzenia
  - z przetwarzania równoległego płynie odporność sieci neuronowych na uszkodzenia
  - w mózgu człowieka komórki umierają nieustannie co nie wpływa ujemnie na jego funkcjonowanie
  - przy dużej liczbie powiązań neuronowych sieć staje się odporna na błędy występujące w niektórych połączeniach
  - funkcje uszkodzonych połączeń przejmują inne
  - pojedyncza waga niesie tylko jedynie niewielką informację o problemie
- Zdolność uogólniania (generalizacja)
  - sieć wytrenowana na pewnej liczbie wzorców potrafi skojarzyć nabytą wiedzę i wykazać poprawne działanie na danych, które nie uczestniczyły w uczeniu
  - dostępne dane dzieli się na zbiór uczący L i testujący T. W zbiorze uczącym wydziela się podzbiór V, służący do weryfikacji postępów uczenia
  - ilościowa miara uogólniania – trudna do zdefiniowania

Właściwości sieci neuronowych

- Odporność na uszkodzenia
  - z przetwarzania równoległego płynie odporność sieci neuronowych na uszkodzenia
  - w mózgu człowieka komórki umierają nieustannie co nie wpływa ujemnie na jego funkcjonowanie
  - przy dużej liczbie powiązań neuronowych sieć staje się odporna na błędy występujące w niektórych połączeniach
  - funkcje uszkodzonych połączeń przejmują inne
  - pojedyncza waga niesie tylko jedynie niewielką informację o problemie
- Zdolność uogólniania (generalizacja)
  - sieć wytrenowana na pewnej liczbie wzorców potrafi skojarzyć nabytą wiedzę i wykazać poprawne działanie na danych, które nie uczestniczyły w uczeniu
  - dostępne dane dzieli się na zbiór uczący L i testujący T. W zbiorze uczącym wydziela się podzbiór V, służący do weryfikacji postępów uczenia
  - ilościowa miara uogólniania – trudna do zdefiniowania

Właściwości sieci neuronowych

- Odporność na uszkodzenia
  - z przetwarzania równoległego płynie odporność sieci neuronowych na uszkodzenia
  - w mózgu człowieka komórki umierają nieustannie co nie wpływa ujemnie na jego funkcjonowanie
  - przy dużej liczbie powiązań neuronowych sieć staje się odporna na błędy występujące w niektórych połączeniach
  - funkcje uszkodzonych połączeń przejmują inne
  - pojedyncza waga niesie tylko jedynie niewielką informację o problemie
- Zdolność uogólniania (generalizacja)
  - sieć wytrenowana na pewnej liczbie wzorców potrafi skojarzyć nabytą wiedzę i wykazać poprawne działanie na danych, które nie uczestniczyły w uczeniu
  - dostępne dane dzieli się na zbiór uczący L i testujący T. W zbiorze uczącym wydziela się podzbiór V, służący do weryfikacji postępów uczenia
  - ilościowa miara uogólniania – trudna do zdefiniowania

Właściwości sieci neuronowych

- Odporność na uszkodzenia
  - z przetwarzania równoległego płynie odporność sieci neuronowych na uszkodzenia
  - w mózgu człowieka komórki umierają nieustannie co nie wpływa ujemnie na jego funkcjonowanie
  - przy dużej liczbie powiązań neuronowych sieć staje się odporna na błędy występujące w niektórych połączeniach
  - funkcje uszkodzonych połączeń przejmują inne
  - pojedyncza waga niesie tylko jedynie niewielką informację o problemie
- Zdolność uogólniania (generalizacja)
  - sieć wytrenowana na pewnej liczbie wzorców potrafi skojarzyć nabytą wiedzę i wykazać poprawne działanie na danych, które nie uczestniczyły w uczeniu
  - dostępne dane dzieli się na zbiór uczący L i testujący T. W zbiorze uczącym wydziela się podzbiór V, służący do weryfikacji postępów uczenia
  - ilościowa miara uogólniania – trudna do zdefiniowania

Właściwości sieci neuronowych

- Odporność na uszkodzenia
  - z przetwarzania równoległego płynie odporność sieci neuronowych na uszkodzenia
  - w mózgu człowieka komórki umierają nieustannie co nie wpływa ujemnie na jego funkcjonowanie
  - przy dużej liczbie powiązań neuronowych sieć staje się odporna na błędy występujące w niektórych połączeniach
  - funkcje uszkodzonych połączeń przejmują inne
  - pojedyncza waga niesie tylko jedynie niewielką informację o problemie
- Zdolność uogólniania (generalizacja)
  - sieć wytrenowana na pewnej liczbie wzorców potrafi skojarzyć nabytą wiedzę i wykazać poprawne działanie na danych, które nie uczestniczyły w uczeniu
  - dostępne dane dzieli się na zbiór uczący L i testujący T. W zbiorze uczącym wydziela się podzbiór V, służący do weryfikacji postępów uczenia
  - ilościowa miara uogólniania – trudna do zdefiniowania

Właściwości sieci neuronowych

- Realizacja sprzętowa
  - możliwość realizacji w technice o wielkim stopniu integracji
  - perspektywa zbudowania uniwersalnego procesora
  - realizacja sprzętowa – daleko w tyle za realizacjami programowymi
  - pojawiają ciekawe rozwiązania sprzętowe
    - układy w postaci komponentów mogących współpracować z klasycznymi komputerami
    - predykcja wykonywania zadań w procesorze Intel Pentium
    - komputery neuronowe, np. TRW MARK III i TRW MARK IV. Ostatni składa się z 250000 neuronów i 5.5 miliona połączeń synaptycznych

Właściwości sieci neuronowych

- Realizacja sprzętowa
  - możliwość realizacji w technice o wielkim stopniu integracji
  - perspektywa zbudowania uniwersalnego procesora
  - realizacja sprzętowa – daleko w tyle za realizacjami programowymi
  - pojawiają ciekawe rozwiązania sprzętowe
    - układy w postaci komponentów mogących współpracować z klasycznymi komputerami
    - predykcja wykonywania zadań w procesorze Intel Pentium
    - komputery neuronowe, np. TRW MARK III i TRW MARK IV. Ostatni składa się z 250000 neuronów i 5.5 miliona połączeń synaptycznych

Właściwości sieci neuronowych

- Realizacja sprzętowa
  - możliwość realizacji w technice o wielkim stopniu integracji
  - perspektywa zbudowania uniwersalnego procesora
  - realizacja sprzętowa – daleko w tyle za realizacjami programowymi
  - pojawiają ciekawe rozwiązania sprzętowe
    - układy w postaci komponentów mogących współpracować z klasycznymi komputerami
    - predykcja wykonywania zadań w procesorze Intel Pentium
    - komputery neuronowe, np. TRW MARK III i TRW MARK IV. Ostatni składa się z 250000 neuronów i 5.5 miliona połączeń synaptycznych

Właściwości sieci neuronowych

- Realizacja sprzętowa
  - możliwość realizacji w technice o wielkim stopniu integracji
  - perspektywa zbudowania uniwersalnego procesora
  - realizacja sprzętowa – daleko w tyle za realizacjami programowymi
  - pojawiają ciekawe rozwiązania sprzętowe
    - układy w postaci komponentów mogących współpracować z klasycznymi komputerami
    - predykcja wykonywania zadań w procesorze Intel Pentium
    - komputery neuronowe, np. TRW MARK III i TRW MARK IV. Ostatni składa się z 250000 neuronów i 5.5 miliona połączeń synaptycznych

Właściwości sieci neuronowych

- Realizacja sprzętowa
  - możliwość realizacji w technice o wielkim stopniu integracji
  - perspektywa zbudowania uniwersalnego procesora
  - realizacja sprzętowa – daleko w tyle za realizacjami programowymi
  - pojawiają ciekawe rozwiązania sprzętowe
    - układy w postaci komponentów mogących współpracować z klasycznymi komputerami
    - predykcja wykonywania zadań w procesorze Intel Pentium
    - komputery neuronowe, np. TRW MARK III i TRW MARK IV. Ostatni składa się z 250000 neuronów i 5.5 miliona połączeń synaptycznych

Właściwości sieci neuronowych

- Realizacja sprzętowa
  - możliwość realizacji w technice o wielkim stopniu integracji
  - perspektywa zbudowania uniwersalnego procesora
  - realizacja sprzętowa – daleko w tyle za realizacjami programowymi
  - pojawiają ciekawe rozwiązania sprzętowe
    - układy w postaci komponentów mogących współpracować z klasycznymi komputerami
    - predykcja wykonywania zadań w procesorze Intel Pentium
    - komputery neuronowe, np. TRW MARK III i TRW MARK IV. Ostatni składa się z 250000 neuronów i 5.5 miliona połączeń synaptycznych

Właściwości sieci neuronowych

- Realizacja sprzętowa
  - możliwość realizacji w technice o wielkim stopniu integracji
  - perspektywa zbudowania uniwersalnego procesora
  - realizacja sprzętowa – daleko w tyle za realizacjami programowymi
  - pojawiają ciekawe rozwiązania sprzętowe
    - układy w postaci komponentów mogących współpracować z klasycznymi komputerami
    - predykcja wykonywania zadań w procesorze Intel Pentium
    - komputery neuronowe, np. TRW MARK III i TRW MARK IV. Ostatni składa się z 250000 neuronów i 5.5 miliona połączeń synaptycznych

Właściwości sieci neuronowych

- Aproksymacja dowolnych nieliniowości
  - ta właściwość odnosi się do określonej klasy sieci neuronowych (wielowarstwowych jednokierunkowych i radialnych)
  - przy doborze odpowiedniej liczby warstw i neuronów możliwe jest zrealizowanie aproksymacji dowolnej nieliniowej funkcji z żądaną dokładnością
  - sieci wielowarstwowe i radialne najczęściej stosowane w wielu dziedzinach
- Wielowymiarowość
  - budowanie systemów o wielu wejściach i wielu wyjściach (MIMO)
  - z technicznego punktu widzenia uczenia nie ma różnicy czy system jest typu SISO, MISO czy MIMO
  - dla systemów o wielu wyjściach uczenie może sprawiać kłopoty – sieć musi nauczyć się kilku zadań jednocześnie

Właściwości sieci neuronowych

- Aproksymacja dowolnych nieliniowości
  - ta właściwość odnosi się do określonej klasy sieci neuronowych (wielowarstwowych jednokierunkowych i radialnych)
  - przy doborze odpowiedniej liczby warstw i neuronów możliwe jest zrealizowanie aproksymacji dowolnej nieliniowej funkcji z żądaną dokładnością
  - sieci wielowarstwowe i radialne najczęściej stosowane w wielu dziedzinach
- Wielowymiarowość
  - budowanie systemów o wielu wejściach i wielu wyjściach (MIMO)
  - z technicznego punktu widzenia uczenia nie ma różnicy czy system jest typu SISO, MISO czy MIMO
  - dla systemów o wielu wyjściach uczenie może sprawiać kłopoty – sieć musi nauczyć się kilku zadań jednocześnie

Właściwości sieci neuronowych

- Aproksymacja dowolnych nieliniowości
  - ta właściwość odnosi się do określonej klasy sieci neuronowych (wielowarstwowych jednokierunkowych i radialnych)
  - przy doborze odpowiedniej liczby warstw i neuronów możliwe jest zrealizowanie aproksymacji dowolnej nieliniowej funkcji z żądaną dokładnością
  - sieci wielowarstwowe i radialne najczęściej stosowane w wielu dziedzinach
- Wielowymiarowość
  - budowanie systemów o wielu wejściach i wielu wyjściach (MIMO)
  - z technicznego punktu widzenia uczenia nie ma różnicy czy system jest typu SISO, MISO czy MIMO
  - dla systemów o wielu wyjściach uczenie może sprawiać kłopoty – sieć musi nauczyć się kilku zadań jednocześnie

Właściwości sieci neuronowych

- Aproksymacja dowolnych nieliniowości
  - ta właściwość odnosi się do określonej klasy sieci neuronowych (wielowarstwowych jednokierunkowych i radialnych)
  - przy doborze odpowiedniej liczby warstw i neuronów możliwe jest zrealizowanie aproksymacji dowolnej nieliniowej funkcji z żądaną dokładnością
  - sieci wielowarstwowe i radialne najczęściej stosowane w wielu dziedzinach
- Wielowymiarowość
  - budowanie systemów o wielu wejściach i wielu wyjściach (MIMO)
  - z technicznego punktu widzenia uczenia nie ma różnicy czy system jest typu SISO, MISO czy MIMO
  - dla systemów o wielu wyjściach uczenie może sprawiać kłopoty – sieć musi nauczyć się kilku zadań jednocześnie

Właściwości sieci neuronowych

- Aproksymacja dowolnych nieliniowości
  - ta właściwość odnosi się do określonej klasy sieci neuronowych (wielowarstwowych jednokierunkowych i radialnych)
  - przy doborze odpowiedniej liczby warstw i neuronów możliwe jest zrealizowanie aproksymacji dowolnej nieliniowej funkcji z żądaną dokładnością
  - sieci wielowarstwowe i radialne najczęściej stosowane w wielu dziedzinach
- Wielowymiarowość
  - budowanie systemów o wielu wejściach i wielu wyjściach (MIMO)
  - z technicznego punktu widzenia uczenia nie ma różnicy czy system jest typu SISO, MISO czy MIMO
  - dla systemów o wielu wyjściach uczenie może sprawiać kłopoty – sieć musi nauczyć się kilku zadań jednocześnie

Właściwości sieci neuronowych

- Aproksymacja dowolnych nieliniowości
  - ta właściwość odnosi się do określonej klasy sieci neuronowych (wielowarstwowych jednokierunkowych i radialnych)
  - przy doborze odpowiedniej liczby warstw i neuronów możliwe jest zrealizowanie aproksymacji dowolnej nieliniowej funkcji z żądaną dokładnością
  - sieci wielowarstwowe i radialne najczęściej stosowane w wielu dziedzinach
- Wielowymiarowość
  - budowanie systemów o wielu wejściach i wielu wyjściach (MIMO)
  - z technicznego punktu widzenia uczenia nie ma różnicy czy system jest typu SISO, MISO czy MIMO
  - dla systemów o wielu wyjściach uczenie może sprawiać kłopoty – sieć musi nauczyć się kilku zadań jednocześnie

Właściwości sieci neuronowych

- Aproksymacja dowolnych nieliniowości
  - ta właściwość odnosi się do określonej klasy sieci neuronowych (wielowarstwowych jednokierunkowych i radialnych)
  - przy doborze odpowiedniej liczby warstw i neuronów możliwe jest zrealizowanie aproksymacji dowolnej nieliniowej funkcji z żądaną dokładnością
  - sieci wielowarstwowe i radialne najczęściej stosowane w wielu dziedzinach
- Wielowymiarowość
  - budowanie systemów o wielu wejściach i wielu wyjściach (MIMO)
  - z technicznego punktu widzenia uczenia nie ma różnicy czy system jest typu SISO, MISO czy MIMO
  - dla systemów o wielu wyjściach uczenie może sprawiać kłopoty – sieć musi nauczyć się kilku zadań jednocześnie

Właściwości sieci neuronowych

- Aproksymacja dowolnych nieliniowości
  - ta właściwość odnosi się do określonej klasy sieci neuronowych (wielowarstwowych jednokierunkowych i radialnych)
  - przy doborze odpowiedniej liczby warstw i neuronów możliwe jest zrealizowanie aproksymacji dowolnej nieliniowej funkcji z żądaną dokładnością
  - sieci wielowarstwowe i radialne najczęściej stosowane w wielu dziedzinach
- Wielowymiarowość
  - budowanie systemów o wielu wejściach i wielu wyjściach (MIMO)
  - z technicznego punktu widzenia uczenia nie ma różnicy czy system jest typu SISO, MISO czy MIMO
  - dla systemów o wielu wyjściach uczenie może sprawiać kłopoty – sieć musi nauczyć się kilku zadań jednocześnie

Zastosowania sieci neuronowych

Przy pomocy sieci neuronowych cztery grupy problemów

- Autoasocjacja
  - Obraz jest rekonstruowany przez sieć neuronową z obrazu niekompletnego i/lub zaszumionego
  - przykład: sieć Hopfielda, rozpoznawanie i odtwarzanie znaków alfanumerycznych
- Heteroasocjacja
  - sieć realizuje odwzorowanie wejście-wyjście, dla obrazu 1 podawanego na wejście siec generowany jest obraz 2 na jej wyjściu
  - przykłady: problem aproksymacji, problem modelowania obiektów dynamicznych, kompresja danych

Zastosowania sieci neuronowych

Przy pomocy sieci neuronowych cztery grupy problemów

- Autoasocjacja
  - Obraz jest rekonstruowany przez sieć neuronową z obrazu niekompletnego i/lub zaszumionego
  - przykład: sieć Hopfielda, rozpoznawanie i odtwarzanie znaków alfanumerycznych
- Heteroasocjacja
  - sieć realizuje odwzorowanie wejście-wyjście, dla obrazu 1 podawanego na wejście siec generowany jest obraz 2 na jej wyjściu
  - przykłady: problem aproksymacji, problem modelowania obiektów dynamicznych, kompresja danych

Zastosowania sieci neuronowych

Przy pomocy sieci neuronowych cztery grupy problemów

- Autoasocjacja
  - Obraz jest rekonstruowany przez sieć neuronową z obrazu niekompletnego i/lub zaszumionego
  - przykład: sieć Hopfielda, rozpoznawanie i odtwarzanie znaków alfanumerycznych
- Heteroasocjacja
  - sieć realizuje odwzorowanie wejście-wyjście, dla obrazu 1 podawanego na wejście siec generowany jest obraz 2 na jej wyjściu
  - przykłady: problem aproksymacji, problem modelowania obiektów dynamicznych, kompresja danych

Zastosowania sieci neuronowych

Przy pomocy sieci neuronowych cztery grupy problemów

- Autoasocjacja
  - Obraz jest rekonstruowany przez sieć neuronową z obrazu niekompletnego i/lub zaszumionego
  - przykład: sieć Hopfielda, rozpoznawanie i odtwarzanie znaków alfanumerycznych
- Heteroasocjacja
  - sieć realizuje odwzorowanie wejście-wyjście, dla obrazu 1 podawanego na wejście siec generowany jest obraz 2 na jej wyjściu
  - przykłady: problem aproksymacji, problem modelowania obiektów dynamicznych, kompresja danych

Zastosowania sieci neuronowych

Przy pomocy sieci neuronowych cztery grupy problemów

- Autoasocjacja
  - Obraz jest rekonstruowany przez sieć neuronową z obrazu niekompletnego i/lub zaszumionego
  - przykład: sieć Hopfielda, rozpoznawanie i odtwarzanie znaków alfanumerycznych
- Heteroasocjacja
  - sieć realizuje odwzorowanie wejście-wyjście, dla obrazu 1 podawanego na wejście siec generowany jest obraz 2 na jej wyjściu
  - przykłady: problem aproksymacji, problem modelowania obiektów dynamicznych, kompresja danych

Zastosowania sieci neuronowych

Przy pomocy sieci neuronowych cztery grupy problemów

- Autoasocjacja
  - Obraz jest rekonstruowany przez sieć neuronową z obrazu niekompletnego i/lub zaszumionego
  - przykład: sieć Hopfielda, rozpoznawanie i odtwarzanie znaków alfanumerycznych
- Heteroasocjacja
  - sieć realizuje odwzorowanie wejście-wyjście, dla obrazu 1 podawanego na wejście siec generowany jest obraz 2 na jej wyjściu
  - przykłady: problem aproksymacji, problem modelowania obiektów dynamicznych, kompresja danych

Zastosowania sieci neuronowych

- Klasyfikacja
  - sieć przypisuje do odpowiednich klas (zbiorów) różne obrazy wejściowe
  - w zadaniu rozpoznawania cyfr i liter, po podaniu litery sieć generuje 1 po podaniu cyfry 0
  - przykłady: problem parzystości, detekcja uszkodzeń w urządzeniach przemysłowych
- Detekcja regularności
  - wykrywanie statystycznie istotnych cech w obrazie wejściowym
  - nie ma zadanego *a priori* zbioru kategorii, według których klasyfikuje się obrazy wejściowe
  - system samodzielnie tworzy swoją własną reprezentację obrazów wejściowych
  - przykłady: analiza czynników głównych, kompresja obrazów, wykrywanie uszkodzeń

Zastosowania sieci neuronowych

- Klasyfikacja
  - sieć przypisuje do odpowiednich klas (zbiorów) różne obrazy wejściowe
  - w zadaniu rozpoznawania cyfr i liter, po podaniu litery sieć generuje 1 po podaniu cyfry 0
  - przykłady: problem parzystości, detekcja uszkodzeń w urządzeniach przemysłowych
- Detekcja regularności
  - wykrywanie statystycznie istotnych cech w obrazie wejściowym
  - nie ma zadanego *a priori* zbioru kategorii, według których klasyfikuje się obrazy wejściowe
  - system samodzielnie tworzy swoją własną reprezentację obrazów wejściowych
  - przykłady: analiza czynników głównych, kompresja obrazów, wykrywanie uszkodzeń

Zastosowania sieci neuronowych

- Klasyfikacja
  - sieć przypisuje do odpowiednich klas (zbiorów) różne obrazy wejściowe
  - w zadaniu rozpoznawania cyfr i liter, po podaniu litery sieć generuje 1 po podaniu cyfry 0
  - przykłady: problem parzystości, detekcja uszkodzeń w urządzeniach przemysłowych
- Detekcja regularności
  - wykrywanie statystycznie istotnych cech w obrazie wejściowym
  - nie ma zadanego *a priori* zbioru kategorii, według których klasyfikuje się obrazy wejściowe
  - system samodzielnie tworzy swoją własną reprezentację obrazów wejściowych
  - przykłady: analiza czynników głównych, kompresja obrazów, wykrywanie uszkodzeń

Zastosowania sieci neuronowych

- Klasyfikacja
  - sieć przypisuje do odpowiednich klas (zbiorów) różne obrazy wejściowe
  - w zadaniu rozpoznawania cyfr i liter, po podaniu litery sieć generuje 1 po podaniu cyfry 0
  - przykłady: problem parzystości, detekcja uszkodzeń w urządzeniach przemysłowych
- Detekcja regularności
  - wykrywanie statystycznie istotnych cech w obrazie wejściowym
  - nie ma zadanego *a priori* zbioru kategorii, według których klasyfikuje się obrazy wejściowe
  - system samodzielnie tworzy swoją własną reprezentację obrazów wejściowych
  - przykłady: analiza czynników głównych, kompresja obrazów, wykrywanie uszkodzeń

Zastosowania sieci neuronowych

- Klasyfikacja
  - sieć przypisuje do odpowiednich klas (zbiorów) różne obrazy wejściowe
  - w zadaniu rozpoznawania cyfr i liter, po podaniu litery sieć generuje 1 po podaniu cyfry 0
  - przykłady: problem parzystości, detekcja uszkodzeń w urządzeniach przemysłowych
- Detekcja regularności
  - wykrywanie statystycznie istotnych cech w obrazie wejściowym
  - nie ma zadanego *a priori* zbioru kategorii, według których klasyfikuje się obrazy wejściowe
  - system samodzielnie tworzy swoją własną reprezentację obrazów wejściowych
  - przykłady: analiza czynników głównych, kompresja obrazów, wykrywanie uszkodzeń

Zastosowania sieci neuronowych

- Klasyfikacja
  - sieć przypisuje do odpowiednich klas (zbiorów) różne obrazy wejściowe
  - w zadaniu rozpoznawania cyfr i liter, po podaniu litery sieć generuje 1 po podaniu cyfry 0
  - przykłady: problem parzystości, detekcja uszkodzeń w urządzeniach przemysłowych
- Detekcja regularności
  - wykrywanie statystycznie istotnych cech w obrazie wejściowym
  - nie ma zadanego *a priori* zbioru kategorii, według których klasyfikuje się obrazy wejściowe
  - system samodzielnie tworzy swoją własną reprezentację obrazów wejściowych
  - przykłady: analiza czynników głównych, kompresja obrazów, wykrywanie uszkodzeń

Zastosowania sieci neuronowych

- Klasyfikacja
  - sieć przypisuje do odpowiednich klas (zbiorów) różne obrazy wejściowe
  - w zadaniu rozpoznawania cyfr i liter, po podaniu litery sieć generuje 1 po podaniu cyfry 0
  - przykłady: problem parzystości, detekcja uszkodzeń w urządzeniach przemysłowych
- Detekcja regularności
  - wykrywanie statystycznie istotnych cech w obrazie wejściowym
  - nie ma zadanego *a priori* zbioru kategorii, według których klasyfikuje się obrazy wejściowe
  - system samodzielnie tworzy swoją własną reprezentację obrazów wejściowych
  - przykłady: analiza czynników głównych, kompresja obrazów, wykrywanie uszkodzeń

Zastosowania sieci neuronowych

- Klasyfikacja
  - sieć przypisuje do odpowiednich klas (zbiorów) różne obrazy wejściowe
  - w zadaniu rozpoznawania cyfr i liter, po podaniu litery sieć generuje 1 po podaniu cyfry 0
  - przykłady: problem parzystości, detekcja uszkodzeń w urządzeniach przemysłowych
- Detekcja regularności
  - wykrywanie statystycznie istotnych cech w obrazie wejściowym
  - nie ma zadanego *a priori* zbioru kategorii, według których klasyfikuje się obrazy wejściowe
  - system samodzielnie tworzy swoją własną reprezentację obrazów wejściowych
  - przykłady: analiza czynników głównych, kompresja obrazów, wykrywanie uszkodzeń

Zastosowania sieci neuronowych

- Klasyfikacja
  - sieć przypisuje do odpowiednich klas (zbiorów) różne obrazy wejściowe
  - w zadaniu rozpoznawania cyfr i liter, po podaniu litery sieć generuje 1 po podaniu cyfry 0
  - przykłady: problem parzystości, detekcja uszkodzeń w urządzeniach przemysłowych
- Detekcja regularności
  - wykrywanie statystycznie istotnych cech w obrazie wejściowym
  - nie ma zadanego *a priori* zbioru kategorii, według których klasyfikuje się obrazy wejściowe
  - system samodzielnie tworzy swoją własną reprezentację obrazów wejściowych
  - przykłady: analiza czynników głównych, kompresja obrazów, wykrywanie uszkodzeń

Obszary zastosowań

- Przestrzeń powietrzna: systemy autopilotarzu, symulacja lotu, systemy controli lotu, systemy detekcji uszkodzeń komponentow samolotu
- Motoryzacja: systemy nawigacji
- Bankowość: systemy czytające czeki i inne dokumenty bankowe
- Obronność: systemy sterowania pociskami, śledzenie obiektów, przetwarzanie sygnałów radarowych i sonarowych, przetwarzanie obrazów
- Elektronika: syntezery głosu, systemy analizy błędów podczas procesu projektowania układów elektronicznych
- Rozrywka: animacja, efekty specjalne
- Finanse: analiza linii kredytowych, predykcja kursu walut, przewidywanie cen akcji spółek giełdowych, przeszukiwanie zastawów hipotecznych

Obszary zastosowań

- Przestrzeń powietrzna: systemy autopilotarzu, symulacja lotu, systemy controli lotu, systemy detekcji uszkodzeń komponentow samolotu
- Motoryzacja: systemy nawigacji
- Bankowość: systemy czytające czeki i inne dokumenty bankowe
- Obronność: systemy sterowania pociskami, śledzenie obiektów, przetwarzanie sygnałów radarowych i sonarowych, przetwarzanie obrazów
- Elektronika: syntezery głosu, systemy analizy błędów podczas procesu projektowania układów elektronicznych
- Rozrywka: animacja, efekty specjalne
- Finanse: analiza linii kredytowych, predykcja kursu walut, przewidywanie cen akcji spółek giełdowych, przeszukiwanie zastawów hipotecznych

Obszary zastosowań

- Przestrzeń powietrzna: systemy autopilotarzu, symulacja lotu, systemy controli lotu, systemy detekcji uszkodzeń komponentow samolotu
- Motoryzacja: systemy nawigacji
- Bankowość: systemy czytające czeki i inne dokumenty bankowe
- Obronność: systemy sterowania pociskami, śledzenie obiektów, przetwarzanie sygnałów radarowych i sonarowych, przetwarzanie obrazów
- Elektronika: syntezery głosu, systemy analizy błędów podczas procesu projektowania układów elektronicznych
- Rozrywka: animacja, efekty specjalne
- Finanse: analiza linii kredytowych, predykcja kursu walut, przewidywanie cen akcji spółek giełdowych, przeszukiwanie zastawów hipotecznych

Obszary zastosowań

- Przestrzeń powietrzna: systemy autopilotarzu, symulacja lotu, systemy controli lotu, systemy detekcji uszkodzeń komponentow samolotu
- Motoryzacja: systemy nawigacji
- Bankowość: systemy czytające czeki i inne dokumenty bankowe
- Obronność: systemy sterowania pociskami, śledzenie obiektów, przetwarzanie sygnałów radarowych i sonarowych, przetwarzanie obrazów
- Elektronika: syntezery głosu, systemy analizy błędów podczas procesu projektowania układów elektronicznych
- Rozrywka: animacja, efekty specjalne
- Finanse: analiza linii kredytowych, predykcja kursu walut, przewidywanie cen akcji spółek giełdowych, przeszukiwanie zastawów hipotecznych

Obszary zastosowań

- Przestrzeń powietrzna: systemy autopilotarzu, symulacja lotu, systemy controli lotu, systemy detekcji uszkodzeń komponentow samolotu
- Motoryzacja: systemy nawigacji
- Bankowość: systemy czytające czeki i inne dokumenty bankowe
- Obronność: systemy sterowania pociskami, śledzenie obiektów, przetwarzanie sygnałów radarowych i sonarowych, przetwarzanie obrazów
- Elektronika: syntezery głosu, systemy analizy błędów podczas procesu projektowania układów elektronicznych
- Rozrywka: animacja, efekty specjalne
- Finanse: analiza linii kredytowych, predykcja kursu walut, przewidywanie cen akcji spółek giełdowych, przeszukiwanie zastawów hipotecznych

Obszary zastosowań

- Przestrzeń powietrzna: systemy autopilotarzu, symulacja lotu, systemy controli lotu, systemy detekcji uszkodzeń komponentow samolotu
- Motoryzacja: systemy nawigacji
- Bankowość: systemy czytające czeki i inne dokumenty bankowe
- Obronność: systemy sterowania pociskami, śledzenie obiektów, przetwarzanie sygnałów radarowych i sonarowych, przetwarzanie obrazów
- Elektronika: syntezery głosu, systemy analizy błędów podczas procesu projektowania układów elektronicznych
- Rozrywka: animacja, efekty specjalne
- Finanse: analiza linii kredytowych, predykcja kursu walut, przewidywanie cen akcji spółek giełdowych, przeszukiwanie zastawów hipotecznych

Obszary zastosowań

- Przestrzeń powietrzna: systemy autopilotarzu, symulacja lotu, systemy controli lotu, systemy detekcji uszkodzeń komponentow samolotu
- Motoryzacja: systemy nawigacji
- Bankowość: systemy czytające czeki i inne dokumenty bankowe
- Obronność: systemy sterowania pociskami, śledzenie obiektów, przetwarzanie sygnałów radarowych i sonarowych, przetwarzanie obrazów
- Elektronika: syntezery głosu, systemy analizy błędów podczas procesu projektowania układów elektronicznych
- Rozrywka: animacja, efekty specjalne
- Finanse: analiza linii kredytowych, predykcja kursu walut, przewidywanie cen akcji spółek giełdowych, przeszukiwanie zastawów hipotecznych

Obszary zastosowań

- Ubezpieczenia: ocena wniosków, optymalizacja produktu,
- Medycyna: diagnostyka raka piersi, analiza sygnałów EEG i EKG, systemy szacujące możliwości zredukowania wydatków szpitala
- Przemysł: projektowanie i analiza produktu, diagnostyka procesu przemysłowego i maszyn, wizualne systemy inspekcji jakości produktu, ocena jakości papieru, analiza jakości chipów komputerowych, modelowanie procesów przemysłowych,
- Robotyka: sterowniki, sterowanie robotem po określonej trajektorii
- Mowa: systemy rozpoznawania mowy, kompresja mowy
- Telekomunikacja: kompresja danych, systemy tłumaczenia języka
- Transport: systemy diagnostyki układu hamulcowego ciężarówek, planowanie ruchu

Obszary zastosowań

- Ubezpieczenia: ocena wniosków, optymalizacja produktu,
- Medycyna: diagnostyka raka piersi, analiza sygnałów EEG i EKG, systemy szacujące możliwości zredukowania wydatków szpitala
- Przemysł: projektowanie i analiza produktu, diagnostyka procesu przemysłowego i maszyn, wizualne systemy inspekcji jakości produktu, ocena jakości papieru, analiza jakości chipów komputerowych, modelowanie procesów przemysłowych,
- Robotyka: sterowniki, sterowanie robotem po określonej trajektorii
- Mowa: systemy rozpoznawania mowy, kompresja mowy
- Telekomunikacja: kompresja danych, systemy tłumaczenia języka
- Transport: systemy diagnostyki układu hamulcowego ciężarówek, planowanie ruchu

Obszary zastosowań

- Ubezpieczenia: ocena wniosków, optymalizacja produktu,
- Medycyna: diagnostyka raka piersi, analiza sygnałów EEG i EKG, systemy szacujące możliwości zredukowania wydatków szpitala
- Przemysł: projektowanie i analiza produktu, diagnostyka procesu przemysłowego i maszyn, wizualne systemy inspekcji jakości produktu, ocena jakości papieru, analiza jakości chipów komputerowych, modelowanie procesów przemysłowych,
- Robotyka: sterowniki, sterowanie robotem po określonej trajektorii
- Mowa: systemy rozpoznawania mowy, kompresja mowy
- Telekomunikacja: kompresja danych, systemy tłumaczenia języka
- Transport: systemy diagnostyki układu hamulcowego ciężarówek, planowanie ruchu

Obszary zastosowań

- Ubezpieczenia: ocena wniosków, optymalizacja produktu,
- Medycyna: diagnostyka raka piersi, analiza sygnałów EEG i EKG, systemy szacujące możliwości zredukowania wydatków szpitala
- Przemysł: projektowanie i analiza produktu, diagnostyka procesu przemysłowego i maszyn, wizualne systemy inspekcji jakości produktu, ocena jakości papieru, analiza jakości chipów komputerowych, modelowanie procesów przemysłowych,
- Robotyka: sterowniki, sterowanie robotem po określonej trajektorii
- Mowa: systemy rozpoznawania mowy, kompresja mowy
- Telekomunikacja: kompresja danych, systemy tłumaczenia języka
- Transport: systemy diagnostyki układu hamulcowego ciężarówek, planowanie ruchu

Obszary zastosowań

- Ubezpieczenia: ocena wniosków, optymalizacja produktu,
- Medycyna: diagnostyka raka piersi, analiza sygnałów EEG i EKG, systemy szacujące możliwości zredukowania wydatków szpitala
- Przemysł: projektowanie i analiza produktu, diagnostyka procesu przemysłowego i maszyn, wizualne systemy inspekcji jakości produktu, ocena jakości papieru, analiza jakości chipów komputerowych, modelowanie procesów przemysłowych,
- Robotyka: sterowniki, sterowanie robotem po określonej trajektorii
- Mowa: systemy rozpoznawania mowy, kompresja mowy
- Telekomunikacja: kompresja danych, systemy tłumaczenia języka
- Transport: systemy diagnostyki układu hamulcowego ciężarówek, planowanie ruchu

Obszary zastosowań

- Ubezpieczenia: ocena wniosków, optymalizacja produktu,
- Medycyna: diagnostyka raka piersi, analiza sygnałów EEG i EKG, systemy szacujące możliwości zredukowania wydatków szpitala
- Przemysł: projektowanie i analiza produktu, diagnostyka procesu przemysłowego i maszyn, wizualne systemy inspekcji jakości produktu, ocena jakości papieru, analiza jakości chipów komputerowych, modelowanie procesów przemysłowych,
- Robotyka: sterowniki, sterowanie robotem po określonej trajektorii
- Mowa: systemy rozpoznawania mowy, kompresja mowy
- Telekomunikacja: kompresja danych, systemy tłumaczenia języka
- Transport: systemy diagnostyki układu hamulcowego ciężarówek, planowanie ruchu

Obszary zastosowań

- Ubezpieczenia: ocena wniosków, optymalizacja produktu,
- Medycyna: diagnostyka raka piersi, analiza sygnałów EEG i EKG, systemy szacujące możliwości zredukowania wydatków szpitala
- Przemysł: projektowanie i analiza produktu, diagnostyka procesu przemysłowego i maszyn, wizualne systemy inspekcji jakości produktu, ocena jakości papieru, analiza jakości chipów komputerowych, modelowanie procesów przemysłowych,
- Robotyka: sterowniki, sterowanie robotem po określonej trajektorii
- Mowa: systemy rozpoznawania mowy, kompresja mowy
- Telekomunikacja: kompresja danych, systemy tłumaczenia języka
- Transport: systemy diagnostyki układu hamulcowego ciężarówek, planowanie ruchu

Obszary zastosowań

- Ubezpieczenia: ocena wniosków, optymalizacja produktu,
- Medycyna: diagnostyka raka piersi, analiza sygnałów EEG i EKG, systemy szacujące możliwości zredukowania wydatków szpitala
- Przemysł: projektowanie i analiza produktu, diagnostyka procesu przemysłowego i maszyn, wizualne systemy inspekcji jakości produktu, ocena jakości papieru, analiza jakości chipów komputerowych, modelowanie procesów przemysłowych,
- Robotyka: sterowniki, sterowanie robotem po określonej trajektorii
- Mowa: systemy rozpoznawania mowy, kompresja mowy
- Telekomunikacja: kompresja danych, systemy tłumaczenia języka
- Transport: systemy diagnostyki układu hamulcowego ciężarówek, planowanie ruchu

Literatura

1. R. Tadeusiewicz: Sieci neuronowe, Warszawa, Akademicka Oficyna Wydawnicza,1993.
2. J. Korbicz, A. Obuchowicz, D. Uciński: Sztuczne sieci neuronowe. Podstawy i zastosowania, Warszawa, Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, 1994.
3. J. Hertz, A. Krogh, R.G. Palmer: Wstęp do obliczeń neuronowych, Warszwa, WNT, 1993.
4. J. Żurada, M. Barski, W. Jędruch: Sztuczne sieci neuronowe, Warszawa, Wydawnictwo naukowe PWN, 1996.
5. S. Osowski: Sieci neuronowe w ujęciu algorytmicznym, Warszawa, WNT, 1996.
6. W. Duch, J. Korbicz, L. Rutkowski, R. Tadeusiewicz (Red.): Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000. Sieci neuronowe, Warszawa, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, 2000.