



Struktura sieci neuronowej

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Prezentacja multimedialna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)

Bibliografia:

- Źródło: Mikołaj Magnuski, *Sekretne życie sieci neuronowych. Sztuczna inteligencja a neuronauka*, dostępny w internecie: web.swps.pl [dostęp 25.04.2022].



Struktura sieci neuronowej

Źródło: Robina Weermeijer, domena publiczna.

Zaprojektowanie odpowiedniej sieci neuronowej dostosowanej do danego problemu jest skomplikowanym procesem. Trzeba wziąć pod uwagę wiele czynników, takich jak liczba neuronów i warstw, typ sieci, metoda uczenia oraz funkcja aktywacji. Zrozumienie działania każdego z tych elementów jest kluczowe podczas budowy poprawnie działającej sieci neuronowej.

Więcej informacji o sieci neuronowej znajdziesz w e-materiałach:

- [Sieci neuronowe,](#)
- [Uczenie sieci neuronowej,](#)
- [Działanie sieci neuronowej,](#)
- [Typy sieci neuronowych.](#)

Twoje cele

- Przeanalizujesz podstawowe słownictwo związane z budową i strukturą sieci neuronowej.
- Prześledzisz, jak dobrać odpowiednią liczbę neuronów do danego problemu.
- Wyjaśnisz, na czym polegają poszczególne typy wyjść sieci neuronowej.

Przeczytaj

Czym są inspirowane sieci neuronowe?

Naukowców, badających i tworzących różnorodne struktury, fascynuje działanie ludzkiego mózgu. Zachodzą w nim procesy, które stały się inspiracją do tworzenia sztucznych sieci neuronowych.

Mózg człowieka bardzo dobrze radzi sobie z zakłóconymi informacjami, jakie dostaje. Mimo że do organizmu z zewnątrz docierają informacje o różnej sile, potrafi on zareagować na nie w taki sposób, że impulsy przesyłane pomiędzy neuronami zachowują stałą moc. W konsekwencji na ogół bezbłędnie odczytujemy komunikat zaszumiony lub niepełny, niejasny.

Co ważne – mózg do swojej intensywnej pracy nie potrzebuje dużo energii, szybko się regeneruje i jest odporny na uszkodzenia bądź obumieranie komórek. Neurony szybko dostosowują swoje działanie do nowych sytuacji. Takie same efekty mają osiągać sztuczne neurony, programowane są one w konkretnych celach i wpisane w większe struktury.

Czym charakteryzują się sztuczne neurony?

- mają zdolność do nauki na podstawie przykładów, tak jak człowiek uczy się na podstawie doświadczeń i regularnego powtarzania informacji,
- mają zdolność do uogólniania zjawisk (klasyfikacji),
- mają zdolność interpretacji zależności i zjawisk zawierających informacje niekompletne lub te z błędami,
- mogą równolegle przetwarzać różne informacje (np. neurokomputer Mitsubishi używany jest do rozpoznawania mowy i jednoczesnego przetwarzania obrazu),
- w stosunku do szybkości przetwarzania informacji charakteryzują się niskim kosztem budowy (dużą liczbą prostych i tanich procesorów),
- są odporne na uszkodzenie układów (dzięki dużej liczbie neuronów po utracie części sztucznych neuronów cały układ dalej działa poprawnie).

Czy sieci neuronowe działają sprawniej od człowieka?

((Mikołaj Magnuski

Sekretne życie sieci neuronowych. Sztuczna inteligencja a neuronauka

Przede wszystkim sztuczne sieci neuronowe potrzebują bardzo dużo danych i wręcz milionów ekspozycji na bodźce, żeby się czegoś dobrze nauczyć. Człowiek potrafi uczyć się znacznie sprawniej, na

podstawie kilku pojedynczych ekspozycji. Sztuczne sieci neuronowe trenuje się w wąskich zakresach i do wykonywania ściśle określonych zadań, na przykład do rozpoznawania obiektów na zdjęciach. Na podstawie szeregu pikseli sieć rozpoznaje, co przedstawia zdjęcie – psa czy kota. Człowiek uczy się rozpoznawać obiekty w rzeczywistym, trójwymiarowym świecie, wie zatem, jak kot czy pies wygląda z różnych perspektyw, co z kolei często jest słabością sieci. Poza tym człowiek może uczyć się i wykonywać kilka zadań jednocześnie, dynamicznie przechodząc z jednego do drugiego. Sztuczne sieci neuronowe rzadko są trenowane pod kątem wielozadaniowości. Póki co wszechstronność nadal jest domeną człowieka.

Źródło: Mikołaj Magnuski, *Sekretne życie sieci neuronowych. Sztuczna inteligencja a neuronauka*, dostępny w internecie: web.swps.pl [dostęp 25.04.2022].

Przewagą człowieka na sztucznymi neuronami jest jego szybka reakcja (często emocjonalna) na nowe zdarzenia, nieplanowane sytuacje. Posiadając pamięć uczuć, rejestrując nie tylko zaistniałe fakty, ale i towarzyszące temu odczucia, mózg ludzki nie ma problemu z dynamicznym przekierowaniem informacji. Gdy spotykamy po raz pierwszy nieznany obiekt, możemy np. zmienić nasze położenie względem niego, przybliżyć się lub oddalić, żeby lepiej coś zobaczyć albo użyć dodatkowych zmysłów, poza wzrokiem i słuchem, w celu lepszego rozeznania nowej sytuacji. Sztuczne sieci nie mają takich „zachowań”, chyba że zostają odpowiednio zaprogramowane, ukierunkowane. Wtedy mogą wykonać szereg wgranych im czynności, ale z decyzywnością, z samodzielnym myśleniem nie ma to nic wspólnego.

Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych

Przede wszystkim stworzone neurony stosowane są podczas analizy danych neuronaukowych, przy tworzeniu algorytmów inspirowanych sztuczną inteligencją. Głębokie sztuczne sieci neuronowe również są wykorzystywane w [neuronaukowej](#) praktyce badawczej, ale ich szersze zastosowanie ogranicza duże zapotrzebowanie na dane. Są one też nadmiernie transparentne: sieć może trafnie różnicować poszczególne dane, ale nie prowadzi to do naukowego odkrycia. Musimy dowiedzieć się, dlaczego tak się dzieje, jakie informacje pozwalają sieci np. poprawnie odróżniać mózg osoby zdrowej i tej walczącej z depresją. Jakie informacje zostaną poprawnie odczytane przez sztuczną sieć, by np. klasyfikując danego pacjenta do różnych badań laboratoryjnych, dobrze określić jego aktualny stan zdrowia.

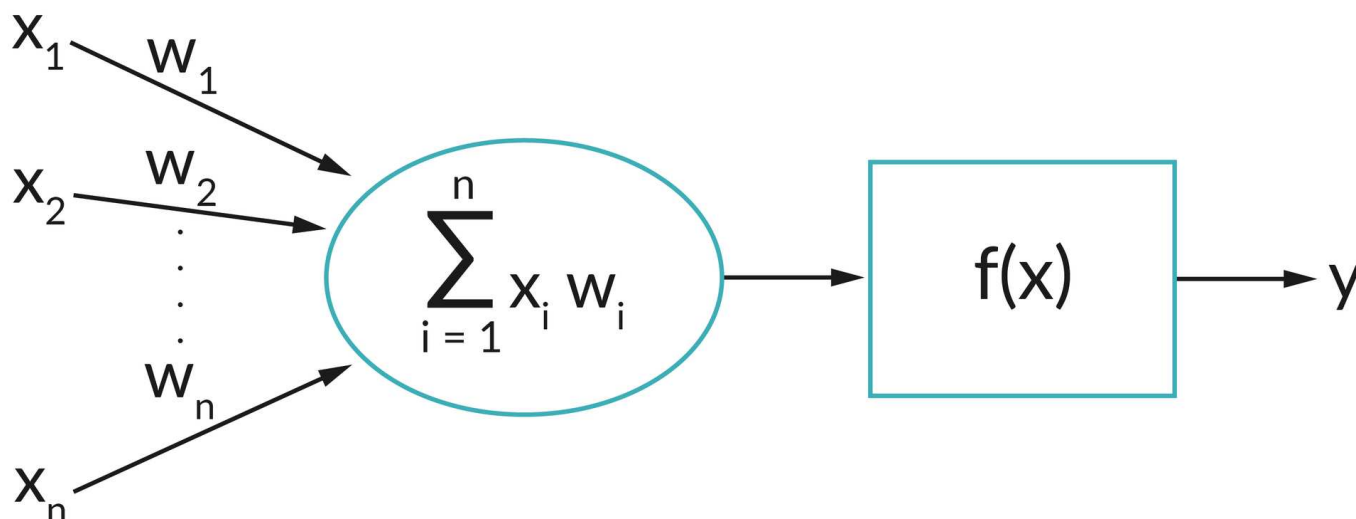
Sieci neuronowe tworzy się, by wspierały użytkowników w codziennej pracy, cały czas trwają więc badania, jak usprawnić proces tworzenia innowacyjnych struktur.

Budowa sieci neuronowej

Podstawowym elementem każdej sieci neuronowej jest **neuron**. Sieci neuronowe wzorowane są na budowie ludzkiego mózgu – naśladują sposób, w jaki biologiczne neurony komunikują się między sobą. Podstawowym elementem każdej sieci neuronowej jest sztuczny neuron łączy się z innym. Przykładem matematycznych neuronów jest neuron McCullocha-Pittsa, posiadający wiele wejść i jedno wyjście. Każdemu z wejść przyporządkowana jest liczba rzeczywista – waga wejścia.

Najczęściej neuron składa się z następujących elementów:

- wejścia danych,
- wagi poszczególnych wejść,
- funkcji aktywacji,
- wyjścia danych.



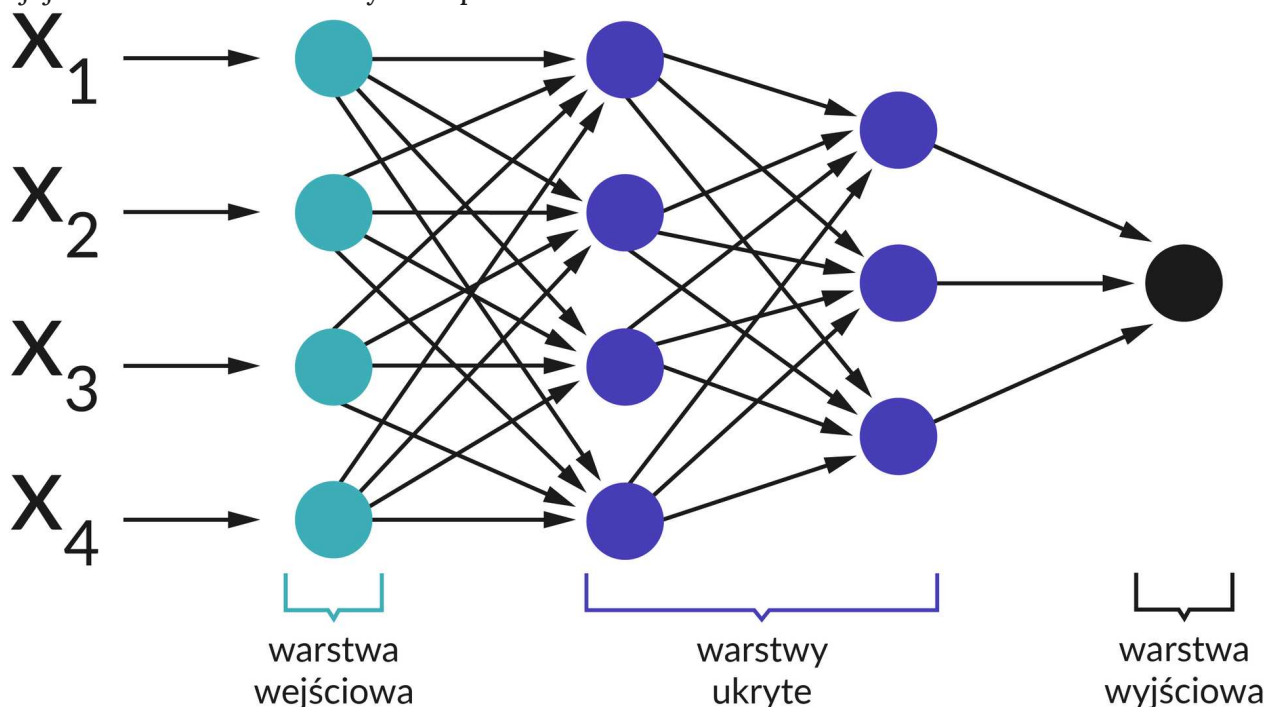
Źródło: Contentplus.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Warstwy sieci

Sieć neuronową budujemy, łącząc neurony ze sobą w określony sposób. Sieć neuronową dzielimy na tak zwane **warstwy**, przy czym neurony w danej warstwie nie komunikują się ze sobą. Od wielkości i liczby warstw zależy działanie naszej sieci. Jej wiedza zawarta jest w wagach wejściowych każdego neuronu, ponieważ to od nich zależy, z jaką siłą dana zmienna będzie wprowadzana do neuronu. Wyróżniamy trzy rodzaje warstw:

- **warstwa wejściowa** – zazwyczaj odpowiada za wstępne przygotowanie danych wejściowych,

- **warstwa wyjściowa** – odpowiada za finalną prezentację końcowego wyniku, stanowi jedyne wyjście całej sieci,
- **warstwa ukryta** – każda dodatkowa warstwa pomiędzy warstwą wejściową i wyjściową, jej działanie nie może być bezpośrednio obserwowane.



Źródło: Contentplus.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Skuteczność sieci neuronowej jest mocno uzależniona od struktury warstw oraz gęstości połączeń między nimi. Liczba ukrytych warstw, na potrzeby podstawowych problemów, zazwyczaj nie jest większa od dwóch. Im większa liczba neuronów w danej warstwie, tym więcej cech może być rozpoznanych. Jednak wraz ze wzrostem rozmiaru sieci, rośnie ryzyko **nadmiernego dopasowania** i ilość czasu potrzebnego na naukę struktury sieci.

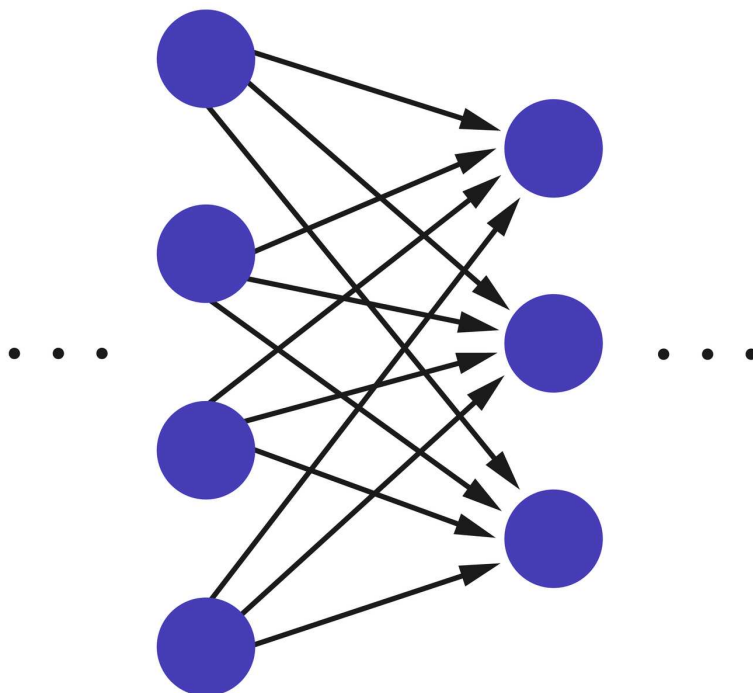
Ciekawostka

Sieci neuronowe, które posiadają więcej niż dwie ukryte warstwy, nazywamy **głębokimi**. Są one bardzo często wykorzystywane do bardziej skomplikowanych problemów klasyfikacji. Dzięki nim możliwa jest szybka i efektywna analiza wielu danych, a także weryfikacja i wprowadzanie nowych informacji do danego systemu. Uczenie głębokie umożliwia **sztucznej inteligencji** podejmowanie decyzji, rozpoznawanie obiektów, rozwiązywanie problemów oraz rozumienie języka.

Połączenia neuronów między warstwami

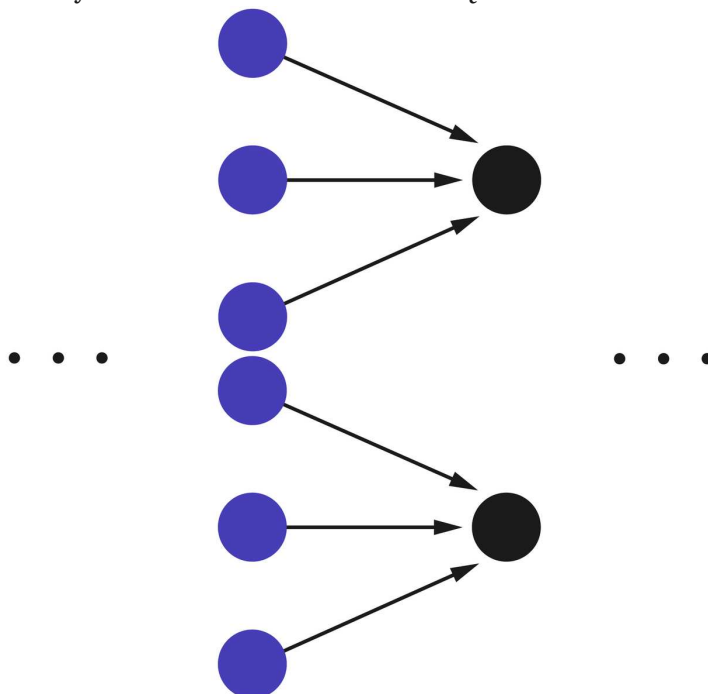
Najczęściej spotykany sposób łączenia warstw jest dość prosty w budowie. Każdy neuron z danej warstwy łączymy ze wszystkimi neuronami z warstw sąsiednich. Taka sieć połączeń może wydawać się zbyt duża i bardzo czasochłonna podczas nauki. Pomocna okazuje się wówczas tzw. **technika regularyzacji opuszczeń** (z ang. *dilution*). Sprawia ona, że w trakcie uczenia aktualizowane są jedynie wagi dla neuronów, które są najlepiej przystosowane.

Dzięki temu liczba wykorzystywanych połączeń między konkretnymi neuronami jest na bieżąco regulowana.



Źródło: Contentplus.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Kolejnym przykładem są **sieci konwolucyjne**, zajmujące się zaawansowaną kategoryzacją obrazów i filmów. W ich strukturze istnieją warstwy, które stopniowo redukują liczbę parametrów i kontrolują uczenie się sieci. Neurony znajdujące się w takich warstwach są połączone tylko z niektórymi neuronami z warstw sąsiednich.



Źródło: Contentplus.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Słownik

neuronauka

interdyscyplina naukowa zajmująca się badaniem układu nerwowego, głównie ośrodkowego układu nerwowego; leży na pograniczu wiedzy medycznej, biologicznej, biochemicznej, biofizycznej, informatycznej i psychologicznej

problem nadmiernego dopasowania

sytuacja, w której sieć jest zbyt dopasowana do danych treningowych; ma przez to o wiele mniejszą skuteczność, gdyż pracuje na danych, z którymi nie miała do czynienia w trakcie procesu uczenia

sztuczna inteligencja

AI (ang. *artificial intelligence*) inteligencja wykazywana przez urządzenia sztuczne (w przeciwieństwie do inteligencji naturalnej)

Prezentacja multimedialna

Polecenie 1

Zapoznaj się z prezentacją i zastanów się, gdzie – w codziennym życiu – można zastosować regresję oraz klasyfikację binarną.

Ważne!

Klasyfikacja binarna polega na nadzorowaniu zadania uczenia maszynowego – służy ono do przewidywania, do której z dwóch klas (kategorii) należy wystąpienie danych. Dane wejściowe algorytmu klasyfikacji to zestaw przykładów z etykietami, gdzie każda etykieta jest liczbą całkowitą 0 lub 1.

Regresja polega na prognozowaniu danych dla pewnej zmiennej, na podstawie innych zmiennych (charakterystyk). To próba określenia, jaką wartość przyjmie jedna zmienna, gdy znamy inne zmienne.

Materiał audio dostępny pod adresem:

<https://zpe.gov.pl/b/P2hQcr6mU>

Typy wyjść

W zależności od rozpatrywanego problemu potrzebujemy różnej formy reprezentacji końcowego wyniku.

2

Materiał audio dostępny pod adresem:

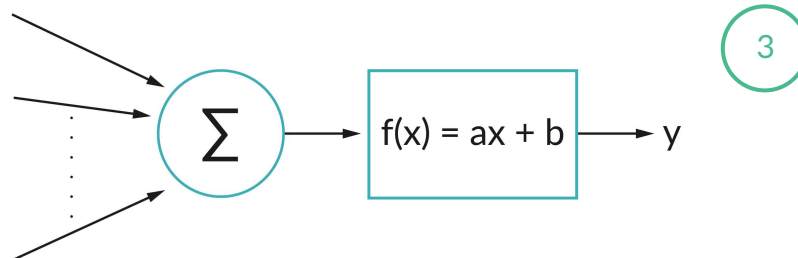
<https://zpe.gov.pl/b/P2hQcr6mU>

Typy problemów

Wyróżnimy trzy problemy:

1

- regresji,
- klasyfikacji binarnej,
- klasyfikacji.

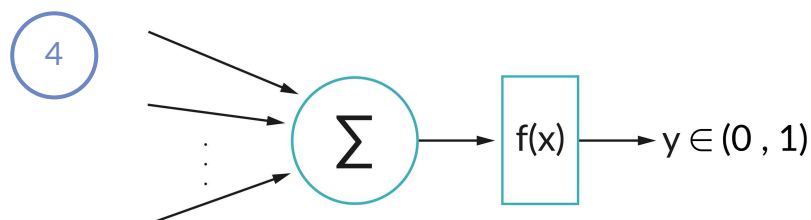


Źródło: Contentplus.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Materiał audio dostępny pod adresem:

<https://zpe.gov.pl/b/P2hQcr6mU>

Jeżeli chcemy, aby nasza sieć przewidywała ceny domów w pewnej dzielnicy Wrocławia, to wyjściem powinna być pojedyncza liczba całkowita oznaczająca przybliżoną wartość domu. Nasz model będzie zatem rozwiązywał statystyczny problem **regresji**. Neurony znajdujące się w wyjściowej warstwie modelu zajmującego się problemem regresji posiadają ciągłą funkcję aktywacji, która nie jest schodkowa.

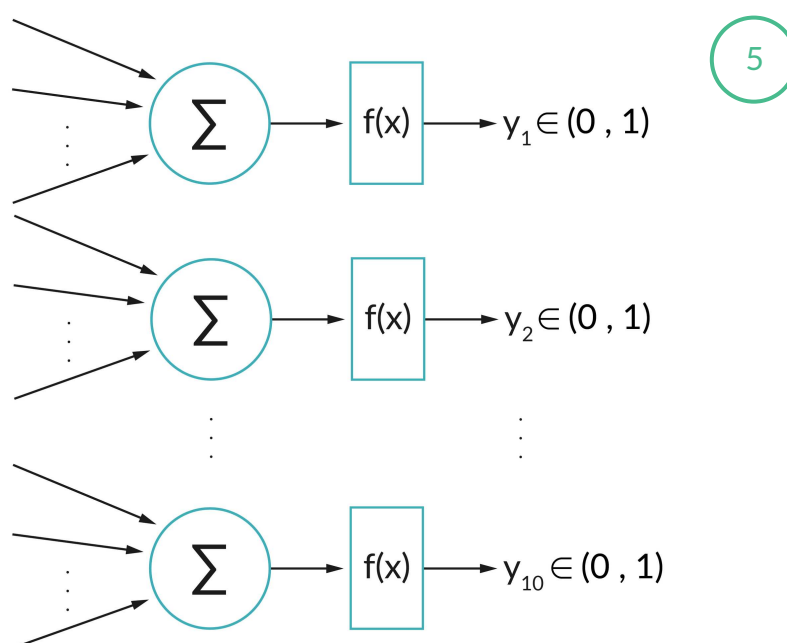


Źródło: Contentplus.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Materiał audio dostępny pod adresem:

<https://zpe.gov.pl/b/P2hQcr6mU>

Założmy, że potrzebujemy sieci neuronowej, której zadaniem jest stwierdzenie, czy na danym zdjęciu znajduje się kot. Jest to problem **klasyfikacji binarnej**, ponieważ możliwe są jedynie dwie odpowiedzi. W takim przypadku warstwa wyjściowa najczęściej składa się z jednego neuronu, który na wyjście podaje prawdopodobieństwo przynależności wejściowego obrazu do jednej z dwóch kategorii.



Źródło: Contentplus.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Materiał audio dostępny pod adresem:

<https://zpe.gov.pl/b/P2hQcr6mU>

A co jeżeli chcielibyśmy rozpoznawać, jaka cyfra znajduje się na danym obrazku? Nadal mamy do czynienia z problemem **klasyfikacji**, jednak tym razem z większą liczbą możliwych kategorii. Jako że istnieje 10 różnych cyfr, to nasza warstwa wyjściowa będzie zawierała dokładnie 10 neuronów. Każdy z nich będzie odpowiadał konkretnej cyfrze i podawał na wyjście prawdopodobieństwo, że to ona znajduje się na obrazku. Odpowiedzią naszej sieci będzie cyfra

reprezentowana przez neuron, który zwrócił
największe prawdopodobieństwo.

Źródło: Contentplus.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 2

Opracuj notatkę podsumowującą najważniejsze informacje przedstawione w prezentacji.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



Wstaw brakujące wyrażenia tak, aby treść przedstawionego tekstu była prawdziwa.

Skuteczność sieci uzależniona od jej struktury. znaczenie ma liczba neuronów, warstw oraz połączeń. Dodatkowo kolejnym parametrem wpływającym na działanie sieci są poszczególnych połączeń. Ich odpowiedni dobór sprawia, że nasza sieć do rozwiązywania określonego problemu.

wagi

adaptuje się

Duże

długości

Małe

jest

nie jest

Ćwiczenie 7



Zaznacz wszystkie elementy składające się na budowę sztucznego neuronu.

☐

próg aktywacji

☐

wyście danych

☐

funkcja wagowa

☐

wejscia danych

☐

wagi poszczególnych wejść danych

☐

algorytm propagacji wstecznej

☐

funkcja aktywacji

Ćwiczenie 8



Połącz w pary rodzaje warstw sieci neuronowej wraz z ich opisami.

warstwa wejściowa

odpowiada za wstępne przygotowanie danych wejściowych

warstwa wyjściowa

odpowiada za finalną prezentację końcowego wyniku

warstwa ukryta

każda dodatkowa warstwa pomiędzy warstwą wejściową i wyjściową

Dla nauczyciela

Autor: Bartosz Zadrozny

Przedmiot: Informatyka

Temat: Struktura sieci neuronowej

Grupa docelowa:

Liceum ogólnokształcące i technikum, liceum ogólnokształcące, technikum, zakres rozszerzony

Podstawa programowa:

Cele kształcenia – wymagania ogólne

I. Rozumienie, analizowanie i rozwiązywanie problemów na bazie logicznego i abstrakcyjnego myślenia, myślenia algorytmicznego i sposobów reprezentowania informacji.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

III. Posługiwanie się komputerem, urządzeniami cyfrowymi i sieciami komputerowymi.

Zakres rozszerzony. Uczeń spełnia wymagania określone dla zakresu podstawowego, a ponadto:

2) dokonuje kompresji informacji, objaśnia różnice między kompresją stratną i bezstratną tekstów, obrazów, dźwięków, filmów;

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

Cele operacyjne (językiem ucznia):

- Przeanalizujesz podstawowe słownictwo związane z budową i strukturą sieci neuronowej.
- Prześledzisz, jak dobrać odpowiednią liczbę neuronów do danego problemu.
- Wyjaśnisz, na czym polegają poszczególne typy wyjść sieci neuronowej.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja;
- rozmowa nauczająca z wykorzystaniem multimediu i ćwiczeń interaktywnych;
- odwrócona klasa;
- śniegowa kula.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda.

Przebieg lekcji

Przed lekcją:

1. Uczniowie wyszukują informacje z zakresu biologii, dotyczące budowy neuronów, działania sieci neuronowej.
2. Uczniowie w grupach przygotowują prezentacje na temat przykładów wykorzystania sieci neuronowej.
3. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia e-materiał: „Struktura sieci neuronowej”. Nauczyciel prosi uczniów o zapoznanie się z treściami w sekcji „Przeczytaj”.

Faza wstępna:

1. Nauczyciel prosi chętną lub wybraną osobę o przypomnienie najważniejszych wiadomości dotyczących neuronów, które uczniowie poznali na lekcjach biologii. Następnie metodą burzy mózgów uczniowie porównują sieci neuronowe poznane na biologii i te, o których przeczytali w e-materiale.
2. Przedstawienie tematu zajęć oraz wspólne z uczniami ustalenie kryteriów sukcesu.

Faza realizacyjna:

1. Uczniowie indywidualnie zapoznają się z treścią zawartą w sekcji „Przeczytaj”. Każdy uczestnik zajęć, podczas cichego czytania, wynotowuje najważniejsze kwestie poruszane w tekście.
2. Grupy prezentują przygotowane wystąpienia dotyczące wykorzystania sieci neuronowych. Nauczyciel i inni uczniowie mogą zadawać im pytania lub prosić o doprecyzowanie przedstawionych informacji.
3. **Ćwiczenie umiejętności.** Uczniowie wykonują ćwiczenia nr 1–8 z sekcji „Sprawdź się”. Nauczyciel sprawdza poprawność wykonanych zadań, omawiając je wraz z uczniami.
4. Uczniowie w parach przygotowują słowniczek najważniejszych pojęć związanych z siecią neuronową. Korzystają ze wszystkich dostępnych źródeł.
5. Następnie uczniowie łączą się w czwórki i porównują swoje słowniczki. Uzgadniają je i ustalają wspólną wersję. Ostatnim krokiem jest ustalenie słowniczka całą klasą.
6. Uczniowie dzielą się na czwórki. W czwórkach wymyślają problem, do rozwiązania którego potrzebna jest sieć neuronowa. Grupy wymieniają się między sobą problemami i przygotowują swoje propozycje rozwiązań. Następnie rozwiązania problemów omawiane są na forum klasy.

Faza podsumowująca:

1. Wybrany uczeń podsumowuje zajęcia, zwracając uwagę na nabyte umiejętności, omawia ewentualne problemy podczas rozwiązania ćwiczeń.

Praca domowa:

1. Uczniowie wykonują polecenia 1 i 2 z sekcji „Prezentacja multimedialna”.

Wskazówki metodyczne:

- Uczniowie mogą wykorzystać treści w sekcjach: „Przeczytaj”, „Prezentacja multimedialna”, „Sprawdź się” jako materiał do lekcji powtórkowej.