

Przykład: Zużycie paliwa

Przedstawiona poniżej aplikacja dotyczy prognozowania rzeczywistego zużycia paliwa podczas jazdy w mieście przez różne marki samochodów. Zużycia paliwa jest określone jako ilość litrów potrzebnych do przejechania przez dany samochód 100 km. Prognoza jest tworzona przez sieć neuronową na podstawie siedmiu atrybutów opisujących każdy samochód z bazy danych. Baza zawiera informacje o samochodach produkowanych w latach 1970 - 1982.

Czynniki opisujące problem

Atrybuty opisujące każdą markę:

Atrybut	Uwagi
Ilość cylindrów	
Pojemność skokowa cylindrów	cm ³
Moc silnika	konie mechaniczne KM
Masa samochodu	kg
Przyspieszenie	czas potrzebny na osiągnięcie 100km/h
Rok produkcji	lata : 1970..1982
Kraj produkcji	trzy obszary : 1-USA, 2-Europa, 3-Japonia

Procedura tworzenia aplikacji

Proces bezpośredniego tworzenia sieci neuronowej można podzielić na kilka niezależnych etapów. Zostaną one zaprezentowane w kolejnych punktach.

Dla większej czytelności pracy zaleca się zapisywanie wszystkich dokumentów tworzonych przez użytkownika w katalogu roboczym (“...\Przykład\Roboczy”).

Import danych

Tworzenia nowej sieci neuronowej zaczyna się od pobrania danych znajdujących się w pliku tekstowym AUTO.TXT.

Należy wybrać polecenie “Nowy plik danych...” z menu “Plik” i utworzyć plik danych AUTO.BIN w katalogu “...\Przykład\Roboczy”. Wyświetlone zostanie okno z dokumentem danych “Dane - auto.bin”.

Do utworzonego dokumentu trzeba zaimportować dane z pliku AUTO.TXT, umieszczonego w podkatalogu “...\Przykład\Auto”. Można to zrobić naciskając przycisk “Import...” a następnie wybierając z listy zbiorów plik AUTO.TXT.

W oknie “Dane - auto.bin”, w polu “Zmienne” wyświetlone zostaną nazwy zmiennych. Pochodzą one z nazw kolumn z pliku tekstowego danych.

Następnie należy zachować stworzony dokument danych AUTO.BIN wybierając polecenie “Zapisz” z menu “Plik”.

Aby zweryfikować poprawność przeprowadzonych w niniejszym punkcie operacji, użytkownik może porównać utworzony przez siebie plik danych z plikiem AUTO.BIN znajdujący się w katalogu “...\Przykład\Auto”.

Definiowanie struktury sieci neuronowej

W punkcie tym wykorzystywany jest plik AUTO.BIN stworzony w poprzednim punkcie opisu. Jeśli użytkownik pominął poprzedni punkt to powinien skopiować plik AUTO.BIN znajdujący się w kartotece “...\Przykład\Auto” do kartoteki roboczej “...\Przykład\Roboczy”.

Po przygotowaniu danych można utworzyć nową sieć neuronową.

W tym celu trzeba wybrać polecenie "Nowy plik sieci.." z menu "Plik" i utworzyć plik o nazwie AUTO.NET w katalogu "...\Przykład\Roboczy".

Do nowo utworzonego dokumentu sieci należy dołączyć plik z danymi AUTO.BIN. Na ekranie wyświetlone zostanie okno "Sieć - Auto.net".

Następnie użytkownik powinien przypisać odpowiednie zmienne do wejść i wyjść sieci.

Wyjściu sieci neuronowej przypisuje się zmienną l_{per_100km} , która reprezentuje szacunkowe zużycie paliwa. W tym celu trzeba wybrać myszą pole "Wyjścia" i nacisnąć przycisk "Wstaw nowe...". Wyświetlone zostanie okno "Edycja wyjścia sieci". W polach "Nazwa" i "Wyrażenie" wpisać należy nazwę zmiennej " l_{per_100km} ". W polu "Opis" użytkownik może wprowadzić własny komentarz do zmiennej.

Aby zakończyć definiowanie wyjścia sieci należy nacisnąć przycisk "OK".

Analogicznie przebiega proces przypisania zmiennej do wejścia sieci neuronowej. Jediną różnicą jest wybranie pola "Wejścia" zamiast "Wyjścia".

Po zdefiniowaniu wejść i wyjść sieci określa się rozmiary sieci: liczbę warstw ukrytych i liczbę neuronów w poszczególnych warstwach. W omawianej aplikacji wystarczy zbudować sieć o jednej warstwie ukrytej z 10 neuronami. Liczba neuronów w warstwie wyjściowej jest równa liczbie wyjść sieci, czyli jeden.

Aby określić rozmiary sieci należy wybrać polecenie "Struktura sieci.." z menu "Edycja". Na ekranie wyświetlone zostanie okno "Struktura sieci". W polu "Warstwy neuronów" trzeba wybrać warstwę "Ukryta #1" i w polu edycyjnym "Liczba neuronów" ustalić liczbę neuronów na dziesięć.

Jeśli istnieje więcej warstw ukrytych, konieczne jest ich usunięcie za pomocą przycisku "Usuń warstwę", po uprzednim wybraniu warstwy.

Po zakończeniu ustalania liczby neuronów należy nacisnąć przycisk "OK".

Następnie należy zachować dokument sieci AUTO.NET poprzez wybranie polecenia "Zapisz" z menu "Plik".

Aby zweryfikować poprawność przeprowadzonych w niniejszym punkcie operacji, użytkownik może porównać utworzony przez siebie plik sieci z plikiem AUTO.NET znajdujący się w katalogu "...\Przykład\Auto".

Ustawienie parametrów treningu i inicjacji sieci neuronowej

W punkcie tym wszystkie operacje przeprowadzane są na dokumencie sieci zapisanym w pliku AUTO.NET. Jeśli użytkownik pominął poprzednie punkty opisu to plik AUTO.NET może znaleźć w kartotece "...\Przykład\Auto".

Ustawienie parametrów treningu ma wpływ na szybkość procesu oraz jakość wytrenowanej sieci neuronowej. W omawianej aplikacji domyślne ustawienia parametrów treningu zostaną zmienione, aby pokazać sposób wprowadzania zmian i wyjaśnić znaczenie poszczególnych parametrów (okno "Parametry treningu"):

Wartość współczynnika momentum zostanie początkowo ustawiona na 0.9. Taka wartość momentum powodować będzie polepszenie uczenia sieci, większa wartość może jednak spowodować zwolnienie postępu uczenia sieci. Ponadto należy włączyć automatyczny dobór współczynnika treningu.

Częstość testowania sieci zostanie ustawiona na 10 epok treningowych. Częstość testowania dobiera się na podstawie tempa uczenia sieci. Jeśli jest ono duże (błąd RMS maleje szybko) to wartość tego parametru powinna zawierać się w przedziale 1-5 epok treningowych. W

przeciwnym wypadku (błąd RMS maleje powoli) parametr należy dobrać z przedziału 10-20 epok.

Sieć będzie testowana za pomocą 20% populacji wszystkich faktów. W tym celu należy w oknie "Generowanie zbioru z faktami" ustawić liczbę faktów testowych na 20%. Fakty testowe są miarodajnym wskaźnikiem jakości trenowanej sieci. Dlatego też w aplikacjach, w których czynniki opisujące badany problem są bardzo ogólne, zaleca się przeznaczyć na fakty testowe większą, niż ustawiana domyślnie (10%), liczbę faktów.

Następną czynnością jest ustawienie kryterium zakończenia treningu. W niniejszej aplikacji jako warunki zakończenia treningu należy wybrać kryterium RMS epoki testowania. W tym celu należy wybrać polecenie "Warunki ukończenia treningu..." z menu "Trening". Wyświetlone zostanie okno "Warunki zakończenia treningu sieci". W polu "Błąd RMS epoki testowania spadnie poniżej" należy wpisać wartość 0,05. Pozostałe opcje warunków zakończenia treningu powinny zostać wyłączone.

Zdefiniowaną sieć należy zainicjować. W tym celu wybiera się polecenie "Inicjacja sieci..." z menu "Trening". W wyświetlonym oknie "Inicjacja sieci" trzeba wyłączyć opcję "Inicjuj strukturę połączeń i neuronów w sieci"(ponieważ liczba neuronów w warstwie ukrytej została już ustawiona w rozdziale " Definiowanie struktury sieci neuronowej") i zainicjować sieć klawiszem "Inicjuj".

Po przeprowadzeniu tych operacji sieć jest gotowa do treningu.

Trening i testowanie sieci neuronowej

Proces treningu sieci oznacza cykliczne przedstawianie sieci faktów treningowych, obliczanie błędu odpowiedzi sieci i zmianę wag połączeń zależną od tego błędu. Co pewien czas (domyślnie co 20 epok treningowych) sieć poddawana jest testowi polegającemu na przedstawieniu jej wszystkich faktów testowych.

Fakt składa się z części wejściowej i wyjściowej. Po przedstawieniu na wejście sieci części wejściowej faktu, sieć podaje swoją odpowiedź, która jest porównywana z odpowiedzią wzorcową czyli częścią wyjściową faktu. Jeśli różnica pomiędzy nimi będzie mniejsza od tolerancji treningu to odpowiedź sieci na fakt treningowy zostanie uznana za poprawną. Analogicznie klasyfikowana jest odpowiedź sieci na fakty testowe.

Uczenie sieci rozpoczyna się po wybraniu polecenia "Trening sieci" z menu "Trening". Na ekranie wyświetlone zostanie okno, w którym podawane jest szereg wartości zmieniających się w czasie uczenia.

Użytkownik ma możliwość sprawdzenia jakości aktualnej sieci dzięki pozycjom: "procent dobrych faktów treningowych" i "procent dobrych faktów testowych" w oknie "Trening sieci". Podają one procent poprawnych odpowiedzi sieci na fakty treningowe i testowe w stosunku do wszystkich odpowiednio faktów treningowych i testowych.

Na podstawie informacji o procencie faktów treningowych i testowych, na które sieć odpowiedziała poprawnie, można ocenić stopień wytrenowania sieci. Im większy odsetek prawidłowych odpowiedzi tym lepsza jest jakość sieci..

W trakcie treningu możliwe jest śledzenie postępów w uczeniu sieci za pomocą wykresu RMS. W tym celu należy wybrać polecenie "Wykres RMS" z menu "Trening".

Dla przykładowej sieci po zakończeniu treningu, gdy błąd RMS dla faktów testowych lub treningowych spadnie poniżej wartości 0,05, trafność klasyfikacji powinna wynosić ponad 90%. Oznacza to, że średnio na 100 faktów testowych sieć powinna podać poprawną odpowiedź na więcej niż 90 z nich.

Uruchamianie sieci neuronowej

Aby uruchomić sieć, czyli uzyskać odpowiedź sieci dla nowych danych, należy wybrać polecenie "Okno uruchamiania sieci..." z menu "Uruchamianie". Z lewej strony okna znajduje się lista z nazwami zmiennych, zdefiniowanych w pliku "AUTO.BIN". Z prawej strony okna znajduje się lista z nazwami wyjść sieci, przy których wyświetlana jest odpowiedź podawana przez sieć. Przy odpytywaniu sieci nie ma potrzeby wypełniania pola zmiennej opisującej wyjścia sieci.

Użytkownik może dowolnie zmieniać wartości wejściowe sieci a odpowiedź uzyska po naciśnięciu przycisku "Uruchom fakt".

Raz wytrenowana sieć neuronowa może być odpytywana dowolną liczbę razy bez potrzeby ponownego treningu.

Rozwinięcie problemu

Aplikacja jest przykładem zastosowania sieci neuronowych do uogólniania nieznanych reguł i zależności. Jest bowiem trudno przedstawić zależność funkcyjną wiążącą zużycie paliwa z tak ogólnymi danymi technicznymi o samochodzie jak przedstawione powyżej czynniki.

Oczywiście odpowiedź sieci podawana jest z pewnym błędem, który jednak zazwyczaj nie przekracza 3 litrów i często jest mniejszy od 1 litra. Większej dokładności nie uda się uzyskać przy użyciu tak ogólnych atrybutów opisujących samochód. Pomimo tego mankamentu aplikacja miała (ponieważ dane w niej użyte kończą się na roku 1982) pewną wartość w weryfikacji danych podawanych przez producentów aut.

Wszystkie potrzebne wartości parametrów treningu znajdują się w pliku Auto.net. Wytrenowana sieć umożliwia predykcję zużycia paliwa z trafnością około 80%.