

Streszczenie

Motywacją do opracowania metody opisywanej w niniejszej pracy było spostrzeżenie, że programowanie robotów, a zwłaszcza przemysłowych robotów współpracujących, które muszą wykazywać się dużą elastycznością działania w warunkach zmienności otoczenia, wymaga czasu, ponoszenia kosztów i zaangażowania wykwalifikowanych ekspertów. Stanowi to problem w szczególności w warunkach produkcji jednostkowej i małoseryjnej, przy częstych zmianach asortymentu. W chwili obecnej wyraźna jest w robotyce tendencja wprowadzania nowych, bardziej intuicyjnych metod programowania i sterowania robotów. Dla niewyspecjalizowanego w programowaniu robotów użytkownika, stosunkowo łatwe do opanowania byłoby wydawanie robotowi komend przy użyciu naturalnych sposobów interakcji, do których należą mowa i gesty. Komunikacja głosowa człowiek – maszyna jest szczególnie pożądana w przypadku robotów współpracujących. Aby jednak zapewnić efektywność tej komunikacji, zazwyczaj konieczne jest „rozumienie” przez maszynę kontekstu wymawianych komend. Współczesne badania wskazują, że najbardziej efektywnym źródłem danych kontekstowych dla poleceń głosowych są systemy rozpoznawania obrazu.

Z przeprowadzonej literaturowej analizy stanu wiedzy wynika, że zagadnienie integracji systemów sterowania głosowego dla robotów przemysłowych z systemami analizy obrazu jest wciąż obszarem mało eksplorowanym naukowo w kontekście rozpoznawania reprezentowanych przez pojęcia ogólne obiektów, które mają być manipulowane przez roboty przemysłowe (narzędzi, przedmiotów obrabianych etc.). Przy klasyfikacji rozpoznawanych obiektów główny problem stanowi fakt, że – z jednej strony – spotykane w środowisku przemysłowym obiekty należące do jednej klasy mogą się charakteryzować znacznym zróżnicowaniem kształtów i wymiarów, zaś – z drugiej strony – obiekty należące do różnych klas mogą mieć zbliżone kształty i wymiary, różniąc się tylko stosunkowo niewielkimi szczegółami. Znacznie pogarsza to niezawodność stosowanych dotąd metod rozpoznawania obrazów.

W ramach pracy doktorskiej przeprowadzona została szeroka analiza literaturowa dotycząca metod rozpoznawania i klasyfikacji obiektów na obrazie. Następnie opracowana została nowatorska metoda rozpoznawania i klasyfikacji obiektów, łącząca zalety metod bazujących na analizie sygnatury zarysu z możliwościami, jakie dają sztuczne sieci neuronowe. Głównym

filarem tej metody jest wykorzystujący sztuczną sieć neuronową algorytm klasyfikacji obiektów na podstawie porównywania zarysów ich obrazów z elastycznymi edytowalnymi wzorcami konturów (Flexible Editable Contour Template - FECT). Algorytm ten zakłada nowe podejście do wykorzystania sygnatury, polegające na automatycznym generowaniu szeregu sygnatur na podstawie FECT, co umożliwi uwzględnienie znacznej zmienności parametrów konturów obiektów należących do jednej klasy. Nowatorski jest również sposób wykorzystania sztucznych sieci neuronowych do klasyfikacji obiektów na obrazie, polegający na porównywaniu sygnatury obrazu obiektu rozpoznawanego z wygenerowanym w sposób automatyczny zbiorem uczącym sygnatur wzorcowych. Sposób ten jest dostosowany do specyfiki przemysłowo zorientowanych systemów wizyjnych, które z reguły będą dostarczać informacje o obiektach manipulowanych przez roboty w postaci zestawów zamkniętych konturów ich obrazów.

Dzięki opracowanej metodzie, generowanie danych treningowych dla sieci neuronowej jest możliwe przy wykorzystaniu minimalnej liczby niepowtarzalnych danych wejściowych. Jest to innowacyjne rozwiązanie i przewidywalnie zmieniające podejście do rozpoznania obrazów, zwłaszcza w przemysłowych aplikacjach robotów współpracujących. Do tej pory proces przygotowywania danych do nauczania sieci był bardzo wymagający i wymuszał dużą liczbę obiektów, należących do danej klasy, aby „zaznajomić” system z różnymi możliwymi wariantami i ustawieniami obiektów. Przy zastosowaniu opisywanej metody, można znacząco zminimalizować ilość przechowywanych danych, oraz zmniejszyć czas, jaki jest potrzebny do wprowadzenia kolejnej rozpoznawalnej kategorii.

Celem użytecznym niniejszej pracy było ułatwienie rozwiązania zagadnienia integracji przemysłowo zorientowanego systemu komunikacji głosowej człowiek – robot z systemem rozpoznawania obrazu będącym źródłem kontekstu dla komend głosowych.

Słowa kluczowe: wizyjne rozpoznawanie obiektów, roboty współpracujące, komunikacja człowiek – robot, zastosowanie sieci neuronowych.