

mgr inż. Tomasz Grzejszczak
Zakład Sterowania i Robotyki, Instytut Automatyki
Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej

„Wykrywanie i lokalizacja punktów charakterystycznych dłoni w obrazach cyfrowych” autoreferat

Głównym tematem rozprawy doktorskiej jest rozwój technik komunikacji użytkownika z komputerem lub innymi urządzeniami za pomocą komunikatów niewerbalnych, czyli gestów. Ludzie używają naturalnych gestów ciała podczas codziennej komunikacji. Intuicyjne systemy sterowania tworzone są z użyciem programów interpretujących naturalne gesty użytkownika.

Określenie punktów charakterystycznych dłoni jest jednym z ważniejszych etapów elementów interfejsów wizyjnych typu człowiek-komputer. Dokładne określenie lokalizacji punktów charakterystycznych pozwoli na odwzorowanie ułożenia palców a co za tym idzie, na rozpoznanie gestu pokazywanego przez użytkownika. Aktualnie dostępne na rynku komercyjne rozwiązania ograniczają się zaledwie do rozpoznawania kilku wybranych gestów oraz prostego śledzenia ruchu. Co prawda ich funkcjonalność jest uboga, ale wyraźnie uwidaczniają one zapotrzebowanie na rozwój podobnych systemów. Dokładna analiza punktów charakterystycznych pozwoli na rozpoznanie zdecydowanie większych zbiorów gestów, a co za tym idzie znaczne zwiększenie możliwości interfejsów wizyjnych. Takie rozwiązania znaleźć mogą wiele zastosowań, od przemysłu gier, kontrolerów i interaktywnych reklam, poprzez sterowanie manipulatorami na przykład w środowisku sterylnym, nie pozwalającym na dotykanie joysticka, aż do rozwiązań rehabilitacyjnych lub zaawansowanych systemów tłumaczenia języka migowego.

W ramach prowadzonych badań zajęto się tematyką wykrywania gestów, a w szczególności detekcją i lokalizacją punktów charakterystycznych dłoni w obrazach barwnych. Jako punkty charakterystyczne wybrano 25 punktów na dłoni. Są to 2 punkty nadgarstka, 5 punktów czubków palców, 5 punktów nasady palców, 9 punktów kostek/zgięć palców oraz 4 punkty odstępu między palcami.

Przegląd istniejących rozwiązań pozwolił na wyłonienie czterech wiodących metod odnajdywania poszczególnych punktów charakterystycznych w obrazach dłoni. W większości są to algorytmy poszukiwania czubków palców. W ramach prowadzonych badań opracowano algorytm autorski bazujący na analizie obrazu kierunkowego oraz innych metod przetwarzania obrazu celem wykrycia nadgarstka, czubków oraz nasady palców. Zaproponowany algorytm składa się z połączenia metod sztucznej inteligencji a w szczególności wnioskowania, drzewa decyzyjnego, metod optymalizacji oraz metod przetwarzania obrazu. W przeciwieństwie do algorytmów bazujących na masce występowania skóry, zaproponowany algorytm bazuje na obrazie kierunkowym, który przenosi informacje również o wnętrzu maski co znacznie zwiększa liczbę wykrytych punktów charakterystycznych.

Wszystkie algorytmy zostały zaimplementowane we wspólnym środowisku oraz zostały przetestowane w celu ustalenia najskuteczniejszej i najdokładniejszej metody wykrywania punktów charakterystycznych. Badania przeprowadzane są na bazie obrazów przedstawiających zdjęcia gestów wraz z zaznaczonymi punktami charakterystycznymi. Zaznaczone przez ekspertów punkty stanowią bazę wzorcową do której porównywane są punkty wykryte przez algorytmy testowane.

Rozdział 1 przedstawia wstęp oraz charakterystykę i klasyfikację gestów. Po opisanu różnych dziedzin i podziałów gestów, sformułowano założenia dotyczące badań opisywanych w tej pracy. Ostatecznie w podrozdziale 1.6 sformułowana została teza pracy. Po przeglądzie literatury zaprezentowanym w rozdziale 2, tematyka została ostatecznie zawężona do statycznych gestów dłoni. Rozpatrywane są algorytmy przetwarzania obrazów barwnych, w celu identyfikacji ułożenia dłoni za pomocą lokalizacji punktów charakterystycznych. Rozdział 2.3 przedstawia przegląd istniejących metod poszukiwania punktów charakterystycznych dłoni. Opisane zostały cztery, wybrane z literatury

algorytmy, które zaimplementowano zgodnie z opisem autorów publikacji. W rozdziale 4 zaproponowany został algorytm, lokalizujący cechy charakterystyczne w obrazie kierunkowym, a następnie klasyfikujący te punkty za pomocą metod sztucznej inteligencji, wnioskowania i drzewa decyzyjnego. Dodatkowo, przedyskutowano metody optymalizacyjne mające na celu skrócenie czasu przetwarzania. Na etapie walidacyjnym opisanym w rozdziale 5, algorytm został porównany z wybranymi algorytmami z literatury. Testy zostały przeprowadzone we wspólnym środowisku programistycznym, na stworzonej specjalnie do tych celów bazie obrazów. Podsumowanie oraz propozycja dalszego rozwoju badań znajdują się w rozdziale 6.

Przedstawiono metodę walidacyjną, która opierała się na analizie błędu dopasowania par punktów charakterystycznych wykrytych oraz wzorcowych. Błąd był zaproponowany jako miara euklidesowa pary punktów. Idealnie odnaleziony punkt znajdował się na pozycji punktu wskazanego przez eksperta, a wzajemna odległość tej pary punktów wynosiła 0. Walidację przeprowadzono za pomocą wykresów dystrybuanty oraz miar statystycznych oceny klasyfikatorów, wyliczanych z użyciem liczby punktów poprawnie wykrytych, niepoprawnie wykrytych oraz punktów niewykrytych.

Ostateczne wyniki testów pokazały skuteczność zaproponowanego algorytmu, który cechował się dużą selektywnością oraz nieodstającą od pozostałych algorytmów precyzją. Oznacza to, że zaproponowany algorytm, mimo niewielkiej poprawy precyzji, wykrywał znacznie więcej punktów charakterystycznych, dzięki czemu ostateczny opis dłoni był pełniejszy. Wykazuje to ostatecznie poprawność postawionej tezy, że wykorzystane w pracy metody sztucznej inteligencji pozwalają na dokładniejszą lokalizację i detekcję wybranych punktów charakterystycznych dłoni.