

Prof. dr hab. inż. Andrzej Dziech  
Katedra Telekomunikacji  
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

**RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ MGR INŻ. AGATY CHMIELEWSKIEJ  
POD TYTUŁEM „AUTOMATION OF VISION INSPECTION IN URBAN AREAS”**

Przedmiotem recenzowanej rozprawy mgr inż. A. Chmielewskiej jest zagadnienie automatyzacji inspekcji wizyjnej, które można zakwalifikować do szerszego obszaru inteligentnego monitoringu. Autorka zwraca uwagę na najbardziej istotny problem inteligentnego monitoringu polegający na wykrywaniu różnego typu zagrożeń. W pracy przedstawiono analizę wybranych i ważnych rozwiązań inteligentnego monitoringu oraz pokazano możliwości ich implementacji na bazie procesora sygnałowego. Przedstawiona tematyka jest ważna i aktualna, zwłaszcza w aspekcie intensywnego wzrostu roli inteligentnego monitoringu i coraz większych możliwości zastosowań złożonych algorytmów wykrywania zagrożeń. Podobna tematyka była z powodzeniem realizowana przez autorkę rozprawy pod kierunkiem Prof. A. Dąbrowskiego w projekcie naukowo-badawczym Unii Europejskiej INDECT w ramach 7 Programu Ramowego Badań. Chociaż niektóre z opisanych algorytmów np. detekcja i zliczanie osób można traktować już jako klasyczne algorytmy rozpoznawania zagrożeń, to autorka zaproponowała ich efektywną modyfikację m.in. poprzez zastosowanie modelu GMM (*Gaussian Mixture Model*).

Praca ma charakter naukowy i -co należy podkreślić- jej rezultaty mają istotne znaczenie praktyczne. Zagadnienia przedstawione w pracy można sklasyfikować do 3 głównych obszarów:

1. Opis i wszechstronna analiza metod przetwarzania sekwencji wideo wraz z klasyfikacją obiektów ruchomych.
2. Badanie różnorodnych technik biometrycznych dla analizy i detekcji wybranych algorytmów inteligentnego monitoringu, takich jak zliczanie osób, detekcja i rozpoznawanie twarzy.

3. Badanie zastosowań analizowanych algorytmów inteligentnego monitoringu w aspekcie ich efektywności, a zwłaszcza- co jest bardzo istotne- jakości obrazu z kamery.

W każdym z wymienionych obszarów autorka uzyskała oryginalne i interesujące wyniki do których zaliczam:

1. Przeprowadzenie szczegółowej analizy detekcji obiektów ruchomych oraz badanie ilościowych zależności pomiędzy jakością detekcji, a parametrami obrazu związanymi np. ze zmianą oświetlenia, warunkami pogodowymi itp.
2. Wszechstronne badanie konstruktywnych zależności pomiędzy zarówno detekcją jak i rozpoznawaniem twarzy w zależności od rozdzielczości obrazu.
3. Przeprowadzenie wszechstronnej analizy różnorodnych metod detekcji twarzy m.in. na bazie kaskad Haara oraz porównanie ich efektywności ze względu na rozdzielczość obrazu oraz wpływ oświetlenia. Pokazano graniczne parametry przy których rozpoznawanie twarzy może być zadowalające. Są to wyniki o dużej wartości praktycznej.
4. Zaproponowanie relatywnie prostych, ale skutecznych rozwiązań klasyfikacji wybranych obiektów ruchomych. Opracowanie map gęstości obiektów ruchomych bazujących na obserwacji obiektów w ustalonym dłuższym przedziale czasowym. Ocena korelacji pomiędzy wybranymi parametrami przestrzennymi obrazu.
5. Modyfikacja algorytmów zliczania osób na bazie klasyfikatorów Bayesa, a także ocena liczby osób wykrywanych w pojedynczym obiekcie.
6. Przeprowadzenie testów efektywności zaproponowanych rozwiązań zliczania osób z uwzględnieniem m.in. przypadków z zastosowaniem klasyfikatora jak i bez klasyfikatora.
7. Zaproponowanie zmodyfikowanej wersji algorytmu wykrywania zagrożeń związanego z detekcją osób jak i pojazdów mijających skrzyżowanie na czerwonym świetle. Autorka skutecznie rozwiązała problem inwariantności algorytmu od warunków pogodowych i udowodniła (ilustrując to na wielu praktycznych przykładach) wysoką skuteczność zaproponowanego rozwiązania. Oceniła także ilościowo efektywność wymienionego algorytmu.
8. Praktyczne zastosowanie, głównie w środowisku Matlab/Simulink wybranych algorytmów rozpoznawania zagrożeń i przeprowadzenie ich praktycznej oceny ze względu na takie ważne parametry, jak jakość i szybkość rozpoznawania oraz jakość analizowanego obrazu z kamery.

Przy czytaniu pracy nasuwają się także następujące uwagi o charakterze krytycznym:

1. Ważnym czynnikiem zwłaszcza przy algorytmach skutecznego rozpoznawania zagrożeń jest stabilna praca kamery, głównie automatyczne wykrywanie różnego typu uszkodzeń kamery np. zamazanie obiektywu, przesunięcie kamery, uszkodzenie promieniem laserowym itp. Problem ten praktycznie pominięto w pracy.
2. Założenie o niezależności wejściowych zmiennych przy zastosowaniu reguł Bayesa (str. 15) jest dość istotnym elementem upraszczającym analizę, ale niestety jest dość ryzykowne przy analizie z reguły skorelowanych sekwencji wizyjnych. Na ile to założenie wpływa na jakość rzeczywistego procesu rozpoznawania.
3. Opracowana metoda rozpoznawania twarzy (str. 24, 84) polegająca na detekcji koloru skóry jest z reguły łączona z filtrem eliptycznym identyfikującym owalny kształt twarzy, a eliminującym podobne do skóry odcienie tła, ale innego kształtu – w pracy brakuje tego typu rozważań.
4. W przypadku rozpoznawania obiektów ruchomych np. pojazdów, oprócz rozdzielczości obrazu ważnym parametrem jest prędkość oraz kąt poruszania się obiektu rejestrowanego w sekwencji wizyjnej. Natomiast w przypadku rozpoznawania twarzy istotnym problemem jest także liczebność bazy rozpoznawanych obiektów wpływająca m.in. na czas rozpoznawania. Odnoszę wrażenie, że problemy te zostały potraktowane w pracy zbyt pobieżnie. Można mieć też zastrzeżenia do braku wyeksponowania w analizie porównawczej metod rozpoznawania i algorytmów opartych na sieciach neuronowych lub metod SVM.

Przedstawione uwagi krytyczne mające raczej charakter dyskusyjny nie wpływają na ocenę jakości pracy, którą oceniam wysoko.

Autorka wykazała się bardzo dobrą znajomością tematyki poruszanej w pracy i przedstawiła oryginalne rozwiązania problemu naukowego i oryginalne wyniki w zakresie metod rozpoznawania zagrożeń na podstawie informacji zawartych w sekwencji wizyjnej. Autorka udowodniła, że posiada umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Na podkreślenie zasługuje konstruktywny aspekt prowadzonych badań i możliwość efektywnego wykorzystania wyników badań w praktyce.

Uważam więc, że praca doktorska mgr Agaty Chmielewskiej spełnia wszelkie wymagania stawiane rozprawom doktorskim w świetle obowiązujących przepisów i może być dopuszczona do publicznej obrony. Ponadto uwzględniając dodatkowo dorobek publikacyjny autorki rekomenduję pracę do wyróżnienia.

