

dr hab. inż. Michał Strzelecki, prof. nadzw.
Instytut Elektroniki Politechniki Łódzkiej
ul. Wólczańska 211/215, 90-925 Łódź
email: michal.strzelecki@p.lodz.pl
tel.: 601 347734

Łódź, 19 grudnia 2017 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej

Agata Chmielewska

z tytułuwanej:

Automation of vision inspection in urban areas

1. Problem badawczy i jego znaczenie

Recenzowana rozprawa doktorska jest związana z rozwojem oraz optymalizacją algorytmów przetwarzania i analizy obrazów oraz sekwencji wideo mających zastosowanie w systemach wizyjnych miejskiego monitoringu. Problem ten jest bardzo istotny, gdyż dzięki rozwojowi systemów obrazowania rośnie powszechność oraz rola systemów monitoringu w nadzorze i zarządzaniu miejską infrastrukturą. Systemy takie mają kluczowe znaczenie w wykrywaniu sytuacji zagrażających bezpieczeństwu publicznemu oraz przy identyfikacji osób podejrzanych o stwarzanie takich sytuacji. Problemy poruszane w pracy mają jednoznacznie naukowy charakter. Istniejące algorytmy wykrywania, zliczania lub identyfikacji osób na podstawie zarejestrowanych obrazów lub sekwencji wideo, mimo bardzo wielu prac prowadzonych w tej dziedzinie, posiadają wiele ograniczeń i niedostatków. Autorka rozprawy dzięki analizie obecnego stanu wiedzy zidentyfikowała część tych ograniczeń i, posługując się odpowiednimi dla dyscypliny informatyka metodami badawczymi, zaproponowała własne rozwiązania prowadzące do wzrostu skuteczności analizowanych algorytmów. Omawiane w pracy zagadnienia są istotne z praktycznego punktu widzenia. Opracowanie efektywnych algorytmów przetwarzania zapisów wideo miejskiego monitoringu wspomaga jego operatorów w procesie analizy danych. Eliminuje także w części liczbę przypadków niewykrycia potencjalnie niebezpiecznych sytuacji, co jest spowodowane zmęczeniem, ograniczeniem percepcji lub innymi subiektywnymi czynnikami mogącymi wystąpić u osób oglądających przez wiele godzin sekwencje rejestrowane przez dziesiątki kamer. W konsekwencji opracowane rozwiązania mogą prowadzić do skuteczniejszej detekcji sytuacji niebezpiecznych, czyli do bardziej efektywnej reakcji odpowiednich służb, co przyczyni się do poprawy bezpieczeństwa na terenie monitorowanego miasta.

2. Wkład autora

Do najważniejszych osiągnięć Doktorantki należy zaliczyć:

1. opracowanie algorytmu wykrywania osób na przejściu dla pieszych w sytuacji, kiedy jest zapalone dla nich czerwone światło;
2. optymalizację algorytmu śledzenia ruchu osób w przestrzeniach miejskich wraz z tworzeniem map gęstości występowania osób w określonych miejscach.

Opracowanie powyższych algorytmów wymagało realizacji celów cząstkowych w postaci:

- optymalizacji parametrów modelu detekcji poruszających się obiektów, co pozwoliło na dokładniejsze działanie algorytmu detekcji w scenach rejestrowanych na zewnątrz obiektów

oraz przy zmiennych warunkach pogodowych;

opracowania metody klasyfikacji ruchomych obiektów na rodzaje "pieszy" i "pojazd",

- optymalizacji metody szacowania liczby obiektów w strukturach typu BLOB w przypadkach, w których zarejestrowane osoby znajdują się blisko siebie,
- opracowania metody poprawy jakości wizualizacji map gęstości dla osób poruszających się z wykorzystaniem normalizacji oraz transformacji rzutowej,
- wprowadzenia korekty do algorytmu zliczającego ludzi poruszających się w dwóch kierunkach

Dla opracowanych algorytmów określono również warunki ich poprawnego działania, podając wymagania odnośnie lokalizacji kamery oraz parametrów rejestrowanych sekwencji wideo.

Algorytmy te mają istotne praktyczne znaczenie z punktu widzenia ich zastosowania w systemie monitoringu miejskiego. Pierwszy służy do wykrywania sytuacji niebezpiecznych (obecność pieszych na jezdni podczas ruchu samochodów), drugi umożliwia analizę obciążenia krytycznych elementów infrastruktury (np. wejść do budynków lub dróg ewakuacyjnych).

3. Przeprowadzenie analizy efektywności algorytmów wykrywania obszaru ludzkiej twarzy w obrazach oraz identyfikacji osób na podstawie estymowanych cech w tym obszarze. Badania skuteczności tych algorytmów przeprowadzono dla różnych warunków oświetlenia oraz lokalizacji obrazowanej osoby względem kamery. Zbadano również wpływ ograniczonej rozdzielczości obrazu na skuteczność rozpoznawania osób. Wyniki tych badań znajdują praktyczne zastosowanie przy projektowaniu systemów identyfikacji lub uwierzytelniania osób na podstawie obrazu twarzy, ponieważ określają warunki brzegowe poprawnego działania (mierzonego odpowiednimi wskaźnikami ilościowymi) analizowanych algorytmów.

3. Poprawność

Wszystkie algorytmy przedstawione w rozprawie zostały opracowane i zaimplementowane poprawnie. Dokonano starannej weryfikacji stworzonych algorytmów, w prawidłowy sposób planując i przeprowadzając ich walidację. Za szczególnie wartościowe należy uznać przeanalizowanie bardzo wielu czynników (związanych m.in. z lokalizacją kamery lub parametrami rejestrowanych sekwencji wideo) mających wpływ na jakość otrzymanych obrazów oraz w efekcie na skuteczność zastosowanych metod. Ocena uzyskanej wydajności zaimplementowanych algorytmów została potwierdzona przez zastosowanie odpowiednich miar ilościowych oraz dzięki przeprowadzeniu właściwych analiz statystycznych uzyskanych wyników. Dyskusja otrzymanych rezultatów została przeprowadzona poprawnie wykazując, że Autorka pracy posiada umiejętność analizy i krytycznej oceny wyników przeprowadzonych badań naukowych.

Wysoka jakość prowadzonych badań została potwierdzona licznymi, jak na osobę będącą na początku kariery naukowej, publikacjami. Mgr Agata Chmielewska jest współautorką 13 publikacji w periodykach naukowych, z czego cztery w czasopismach z listy JCR.

Lektura pracy nasuwa jednak kilka uwag polemicznych, o ustosunkowanie się do których prosiłbym Doktorantkę.

1. Jednym z zagadnień poruszanych w pracy było badanie skuteczności algorytmów detekcji twarzy w zależności od warunków oświetlenia sceny. W takich przypadkach stosuje się często oświetlenie z zakresu promieniowania podczerwonego, dla wyeliminowania np. rozbłysków światła na powierzchni twarzy lub uniknięcia wpływu nierównomiernego oświetlenia tła. W przypadku rozpoznawania twarzy

stosuje się także systemy stereowizyjne, zapewniając dodatkową informację o odległości obrazowanej twarzy od kamery. Takie podejście umożliwi dodatkowo wyznaczenie trójwymiarowych cech kształtu, które w istotny sposób mogą poprawić skuteczność rozpoznawania. W pracy takie rozwiązanie nie było analizowane, choć mogłoby stanowić element współczesnego systemu detekcji i/lub rozpoznawania twarzy stosowanym w miejskim monitoringu. Proszę o komentarz dotyczący powyższych sposobów (które dodatkowo mogą być za sobą połączone) wzbogacenia algorytmów analizy obrazów twarzy oraz możliwości ich implementacji w opracowanych algorytmach.

2. W rozdziale 5.2 opisano prace dotyczące wykrywania i rozpoznawania tęczy. Uzyskane wyniki badań należy uznać za interesujące ze względu na określenie wpływu warunków akwizycji obrazów oraz wyboru fragmentu analizowanego fragmentu obrazu tęczy na jakość rozpoznawania. Trudno jednak wyobrazić sobie wykorzystanie takich zastosowań w miejskim systemie monitoringu, ze względu na stosunkowo złożony i czasochłonny proces pozyskania takich obrazów (w porównaniu np. do akwizycji obrazów twarzy) oraz konieczności współpracy obrazowanych. Czy Doktorantka widzi jakieś praktyczne zastosowanie algorytmów analizy tęczy w systemie monitoringu miejskiego, który z natury rzeczy jest systemem masowym i trudno w nim znaleźć miejsce dla tego rodzaju aplikacji biometrycznych.

3. W rozdziale 6. opisano implementację wybranych analizowanych w pracy algorytmów z wykorzystaniem procesora sygnałowego TMS320DM6437 oraz w systemie wizyjnym firmy National Instruments Smart Camera NI 1742. O ile zrozumiała jest implementacja algorytmu wykrywającego osoby przekraczające ulicę przy czerwonym świetle (był on jednym z algorytmów opracowanych w ramach prowadzonych prac), ponieważ dowodzi to możliwości użycia algorytmu w systemie czasu rzeczywistego, to nie jest jasny cel implementacji algorytmu wykrywającego złodzieja obrazów w muzeum. Algorytm ten nie był wcześniej analizowany ani nawet omawiany, zatem nie wiadomo, czemu ma służyć przedstawiona implementacja.

4. Proszę o porównanie cech implementacji algorytmu detekcji pieszych z użyciem procesora sygnałowego oraz systemu firmy NI. Która z tych realizacji (i dlaczego) byłaby rekomendowana do włączenia do systemu miejskiego monitoringu?

Wiedza kandydata

Istniejący stan wiedzy dotyczący metod przetwarzania i analizy obrazów oraz sekwencji wideo mających zastosowania w miejskim monitoringu omówiono w rozdziałach 2. i 3. Metody te dotyczyły wykrywania oraz klasyfikacji ruchomych obiektów w sekwencjach wideo, tworzenia map gęstości poruszających się obiektów, algorytmów zliczania osób oraz wybranych metod wykrywania sytuacji zagrażających bezpieczeństwu. Przedstawiono również przegląd metod dotyczących wykrywania i rozpoznawania twarzy w obrazach optycznych oraz metod wykrywania i analizy tęczy w obrazach optycznych i zarejestrowanych w świetle podczerwonym. Przegląd tych metod należy uznać za wyczerpujący. Autorka rozprawy uwzględniła wszystkie najbardziej istotne podejścia z punktu widzenia tematyki pracy, czyli możliwości ich wykorzystania do automatycznej analizy danych pochodzących z systemów monitoringu. Wykaz literatury ocenianej pracy jest właściwie dobrany i kompletny, obejmuje najważniejsze pozycje literatury światowej i krajowej, w tym 13 publikacji współautorskich. W rozdziale 6. przedstawiono opis implementacji części analizowanych algorytmów, których dokonano zarówno w środowiskach symulacyjnych (Matlab, Labview) jak i w środowisku procesora sygnałowego TMS320DM6437 oraz systemu wizyjnego Smart Camera NI 1742. Jednoznacznie stwierdzam, że Doktorantka wykazała się szeroką wiedzą teoretyczną z dyscypliny informatyka, w szczególności z zakresu oraz przetwarzania i analizy obrazów. Poza wiedzą teoretyczną Autorka udowodniła posiadanie umiejętności praktycznych dotyczących opracowywania,

implementacji oraz testowania własnych algorytmów, stosując odpowiednie dla dyscypliny informatyka metody i narzędzia.

4. Inne uwagi

Praca została napisana w sposób przejrzysty, Doktorantka posługuje się poprawnie językiem angielskim. Strona redakcyjna rozprawy, jakość i czytelność ilustracji nie budzą zastrzeżeń.

5. Podsumowanie

Biorąc pod uwagę opinie zaprezentowane w poprzednich punktach i wymagania zdefiniowane przez artykuł 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym (z późniejszymi zmianami) ¹ moja ocena rozprawy pod względem trzech podstawowych kryteriów jest następująca:

A. Czy rozprawa zawiera oryginalne rozwiązanie problem naukowego? (wybierz jedną opcję stawiając znak **X**)

| | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Zdecydowanie TAK | Raczej TAK | Trudno powiedzieć | Raczej NIE | Zdecydowanie NIE |

B. Czy po przeczytaniu rozprawy zgadzasz się, że kandydat posiada ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie Informatyka lub Automatyka i Robotyka?

| | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Zdecydowanie TAK | Raczej TAK | Trudno powiedzieć | Raczej NIE | Zdecydowanie NIE |

C. Czy kandydat umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej?

| | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Zdecydowanie TAK | Raczej TAK | Trudno powiedzieć | Raczej NIE | Zdecydowanie NIE |

Ponadto, biorąc pod uwagę szeroki zakres rozprawy oraz bardzo bogaty dorobek publikacyjny, z którego cztery publikacje, których współautorem jest Doktorantka, zostały opublikowane w czasopiśmie posiadających współczynnik wpływu (Multimedia Tools and Applications, Bulletin of the Polish Academy of Science, Przegląd Elektrotechniczny), a także ze względu na rozpoznawalność prac Doktorantki w środowisku międzynarodowym (współczynnik H=4, liczba cytowań bez autocytaowań – 21 wg. bazy WoS) rekomenduję wyróżnienie rozprawy doktorskiej.

Krzysztof Stalmach

Podpis