

Recenzja rozprawy doktorskiej

Adama Konieczki

zatytułowanej:

Automatic vision quality enhancement of CCTV data

1. Problem badawczy i jego znaczenie

Rozprawa dotyczy przetwarzania obrazów zapisywanych i wyświetlanych w systemach monitoringu wizyjnego. Problem naukowy rozwiązywany w rozprawie polega na poszukiwaniu sposobów poprawy jakości obrazów w takich systemach w celu dokładniejszego odczytu informacji o monitorowanych scenach – przez człowieka i przez komputer. Autor przyjmuje, że postawiony cel można osiągnąć za pomocą komputerowego przetwarzania obrazów i ogranicza obszar rozwiązań do redukcji zakłóceń losowych oraz lokalnych zmian zakresu wartości luminancji wyświetlanego obrazu. Proponuje odpowiednie algorytmy przetwarzania, zakładając dodatkowe ograniczenie – małą złożoność obliczeniową, umożliwiającą przetwarzanie w czasie rzeczywistym z użyciem komputerów wybranej klasy.

Wybór postulowanych rozwiązań został poprzedzony obszernym przeglądem literatury. Skuteczność działania algorytmów oceniono z wykorzystaniem obrazów testowych i porównano ze skutecznością znanych metod redukcji szumów i poszerzenia zakresu dynamiki obrazów. Struktura przeprowadzonych badań oraz ich prezentacji świadczą o naukowym charakterze rozprawy.

Oceniana praca jest ukierunkowana na poszerzenie wiedzy niezbędnej do rozwiązania ważnego problemu praktycznego za pomocą urządzeń technicznych. Jej rezultaty mogą być podstawą do prac rozwojowych w zakresie doskonalenia systemów monitoringu wizyjnego.

2. Wkład autora

Doktorant przeprowadził obszerną analizę stanu wiedzy i zaproponował algorytmy przetwarzania obrazów. Algorytmy te są twórczym połączeniem oraz istotną modyfikacją znanych metod przetwarzania obrazów, jak lokalne uśrednianie i filtracja medianowa, czy mapowanie tonalne – dostrojone przez autora doświadczalnie do właściwości obrazów z kamer monitoringu. Zaplanował badania symulacyjne i doświadczalne ukierunkowane na określenie skuteczności algorytmów, z wykorzystaniem znacznej liczby obrazów testowych, w tym zapisanych przez siebie sekwencji. Wybrane obrazy wstępnie przetworzył dodając do ich składowych szum pseudolosowy. Opracowane algorytmy, a także algorytmy odniesienia, zaimplementował w środowisku Matlab i zastosował do przetwarzania obrazów testowych.

Kluczowe dla praktycznej realizacji obliczeń algorytmicznych w czasie rzeczywistym zagadnienie złożoności obliczeniowej algorytmów jest wspomniane i ilustrowane w rozprawie (np. na str. 132-133). Autor uznaje też fakt, że nie wszystkie miary jakości obrazów odwzorowują ich przydatność w systemach monitoringu. Aby ocenić możliwości praktycznego wykorzystania

opracowanych algorytmów przetwarzania obrazów w systemach monitoringu wizyjnego, potrzebne są dalsze badania.

3. Poprawność

Do oceny skuteczności algorytmów redukcji szumu autor wykorzystał obrazy ze sztucznie dodanymi zakłóceniami i ocenił ją ilościowo charakteryzując „jakość obrazów” za pomocą współczynników proporcjonalnych do uśrednionej wartości błędu (2.14) i/lub (2.15). Z drugiej strony, działanie i użyteczność algorytmów poprawy dynamiki obrazów ocenił przy pomocy grupy trzydziestu sześciu przeszkolonych operatorów, a także za pomocą algorytmów automatycznego rozpoznawania obrazów. Metody redukcji szumu nie były oceniane przez osoby obsługujące system monitoringu lub z wykorzystaniem komputera. Ta niekonsekwencja metodyczna jest słabą stroną rozprawy. Uśrednione w polu obrazu różnice między wynikiem filtracji a obrazem odniesienia nie muszą mieć silnego związku z tymi cechami obrazu, które są istotne dla monitoringu wizyjnego. Na przykład, żadna z metod redukcji zakłóceń zilustrowana na rys. 4.45 c)-g) nie poprawia subiektywnie ocenianej czytelności obrazów w porównaniu z zakłóconymi, rys. 4.45 b), a nawet ją pogarsza. Nie zmienia to faktu, że metoda opracowana przez doktoranta daje najlepsze wyniki w odniesieniu do zadania redukcji zakłóceń.

Ponadto, szum impulsowy (rys. 4.5-4.7) nie wydaje się dobrze odwzorowywać rzeczywistych zakłóceń obrazu z kamer wizyjnych (4.11). Obszerna analiza redukcji syntezywanego szumu w obrazach przedstawionych na rys. 4.1 a)-h) ma charakter akademicki – pokazuje skuteczność filtracji takich zakłóceń za pomocą algorytmu opracowanego przez doktoranta, ale w niewielkim stopniu pomaga w dowodzeniu tezy. Szkoda, że autor zrezygnował z modelowania rzeczywistych zakłóceń występujących w obrazach z kamery, rys. 4.11. Żaden z wzorów (2.3)-(2.9) nie został wykorzystany w rozprawie. Obraz z rys. 4.11 uwidacznia ciekawą własność – szum nie jest w pełni addytywny jakby to wynikało z (2.10), a wyraźnie zależy od lokalnie uśrednionych wartości składowych obrazu *Image 1*, rys. 4.8 a).

Na uznanie zasługuje szeroki zakres badań, obejmujący ilościowe odniesienie do wielu alternatywnych metod przetwarzania obrazów.

4. Wiedza kandydata

Charakterystyka budowy i analiza działania współczesnych kamer wizyjnych (2.1.1), źródła szumów i modele obrazu oraz metody redukcji zakłóceń szumowych (2.2), a także techniki zobrazowania o dużej dynamice (2.3) to obszary wspólne dla dyscyplin informatyka oraz automatyka i robotyka, ale także mieszczące się w dyscyplinach pokrewnych (elektronika, telekomunikacja, biocybernetyka i inżynieria biomedyczna). Analiza stanu wiedzy zawarta w rozdziale 2 jest obszerna i szczegółowa; ma charakter krytyczny. Bibliografia jest wyczerpująca. Obejmuje 169 pozycji, w tym monografie, artykuły w renomowanych periodykach naukowych, doniesienia internetowe i materiały firm komercyjnych.

Kandydat posiada też niewątpliwie wiedzę potrzebną do praktycznego wykorzystania metod numerycznych stosowanych w obliczeniach naukowych oraz do interpretacji wyników symulacji komputerowej.

5. Inne uwagi¹

Chociaż rozprawa jest napisana dobrym językiem, niektóre z używanych określeń nie zostały dostatecznie jasno zdefiniowane. Poniżej zestawilem kilka przykładów.

- str. 19 i następne: Brakuje ścisłej definicji znaczenia i ewentualnego zróżnicowania terminów „noised”, „unnoised”, „noisy”, „noise”, „denoised” określających charakter obrazu, np. „noised image”.
- str. 22: Termin „average counting” sugeruje zliczanie wartości średnich. Przypuszczam, że chodzi o ich obliczanie (calculation, computation).
- str. 69: Metoda „fotograficzna” obliczania obrazu odniesienia (uśrednianie kolejnych w czasie obrazów statycznej sceny) nie została jawnie tak nazwana ani w rozdziale 2, ani w innym miejscu rozprawy.

Niezrozumiały jest związek przyczynowo-skutkowy wyrażony w komentarzu „Moreover, wavelet transform moves ... the signal noise is dispersed.” odnoszącego się do redukcji zakłóceń przez progowanie współczynników transformaty zafalowaniowej (str. 21).

6. 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)² moja ocena rozprawy pod względem trzech podstawowych kryteriów jest następująca:

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

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?

Zdecydowanie
TAK

Raczej TAK

Trudno
powiedzieć

Raczej NIE

Zdecydowanie
NIE

C. Czy kandydat zademonstrował umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej?

Zdecydowanie
TAK

Raczej TAK

Trudno
powiedzieć

Raczej NIE

Zdecydowanie
NIE

Rudra Materka
Podpis

¹ Opcjonalnie

² http://www.nauka.gov.pl/g2/oryginal/2013_05/b26ba540a5785d48bee41aec63403b2c.pdf