

REDUKCJA ZAKŁÓCEŃ W SEKWENCJACH VIDEO, KODOWANYCH ZA POMOCĄ KODEKA FALKOWEGO IMC-3DEZBC

Mariusz Szychiewicz

**Instytut Informatyki i Elektroniki, Uniwersytet Zielonogórski
65-246 Zielona Góra, ul. Podgórna 50**

e-mail: m.szychiewicz@iie.uz.zgora.pl

STRESZCZENIE

W artykule zaproponowano metodę redukcji zakłóceń w sekwencjach video, kodowanych za pomocą kodera falkowego IMC-3DEZBC (*Invertible Motion Compensated 3-Demensional Embedded Zero Block Coding*). W metodzie tej wykorzystano kodek falkowy obrazów stałych JPEG-2000 (implementacja Kakadu), w celu uzyskania poprawy charakterystyki stacjonarnej przetwarzanych ramek sekwencji. Skuteczność proponowanego rozwiązania potwierdziły testy przeprowadzone metodą subiektywną, pomimo że pomiary współczynnika PSNR wykazały jego spadek.

1. WPROWADZENIE

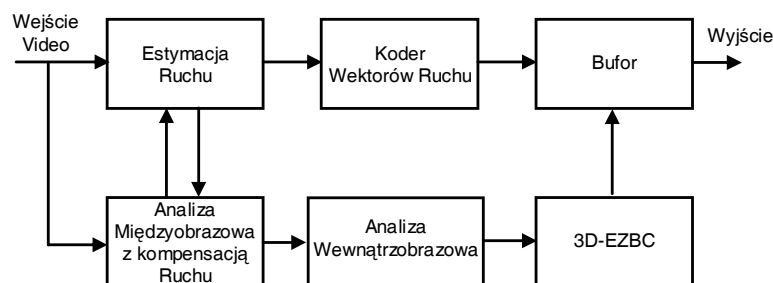
Pomimo szybkiego rozwoju technologii zapisu oraz transmisji danych cyfrowych, a w szczególności sekwencji wizyjnych, wciąż nie jest możliwe sprostanie zapotrzebowaniom użytkowników, by dane te były gromadzone i przesyłane w ich oryginalnej, nie poddanej żadnemu przetworzeniu, postaci. Zastosowanie technik kompresji jest więc niezbędnym narzędziem, dzięki któremu możliwe jest ich efektywne przechowywanie oraz przesyłanie. Ostatnie dziesięciolecie obfituje opracowaniami standardów kompresji cyfrowych sygnałów wizyjnych. Większość z nich bazuje na technikach kodowania hybrydowego (np.: MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, H.261, H.262, H.264), powszechnie wykorzystującymi dyskretną transformatę kosinusową, w celu eliminacji redundancji wewnątrzobrazowej w przetwarzanych ramkach. Jednakże od dłuższego czasu, w kodekach wizyjnych [2, 3, 8], wykorzystywana jest również dyskretna transformata falkowa. Cechą wyróżniającą kodeki falkowe jest naturalna skalowalność typu SNR strumienia wyjściowego, umożliwiającą utworzenie strumienia video z precyzyjnie określoną przepływnością, bez ponoszenia dodatkowych kosztów podczas kompresji. Wadą kodeków falkowych, ograniczającą ich praktyczne zastosowanie, jest duże zapotrzebowanie za pamięć, wynikające z równoczesnego przetwarzania całej grupy ramek.

Niezależnie od typu zastosowanego kodeka, zbyt silna kompresja sekwencji wizyjnych, powoduje powstanie w nich zakłóceń, wśród których dominują artefakty blokowe,

geometryczne, zniekształcenia krawędzi czy utrata szczegółów. Celem artykułu jest zaprezentowanie metody redukcji zakłóceń w sekwencjach wizyjnych, powstałych na skutek silnej ich kompresji kodekiem falkowym IMC 3DEZBC, za pomocą kodeka obrazów stałych JPEG-2000.

2. KODER FALKOWY IMC-3DEZBC

Przedstawiona w dalszej części artykułu metoda poprawy jakości strumienia video redukuje zakłócenia, w sekwencjach skompresowanych za pomocą kodeka IMC-3DEZBC [2]. Ogólny schemat kodera zamieszczono na rys. 1.



Rys. 1. Schemat blokowy kodera IMC-3DEZBC

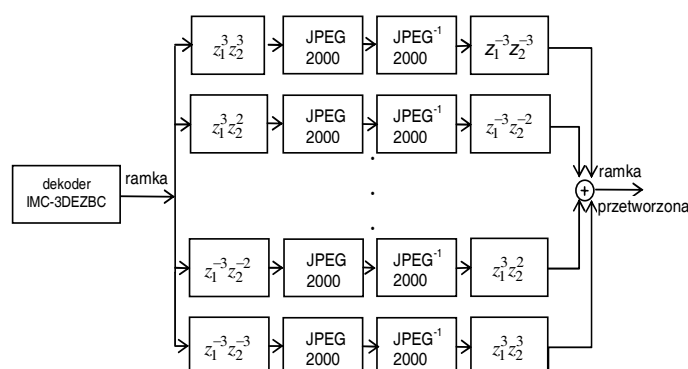
IMC-3DEZBC jest koderem z kompensacją ruchu, który zarówno do kodowania międzyobrazowego jak wewnątrzbrazowego wykorzystuje dyskretne przekształcenie falkowe. Analiza oraz synteza wewnątrzbrazowa realizowana jest za pomocą filtrów Daubechis 9/7 [1]. W przypadku analizy/syntezy międzyobrazowej wykorzystywane są banki filtrów Haar'a z kompensacją ruchu [7]. Estymacja ruchu możliwa jest z dokładnością do 1/16 piksela, a dekompozycja międzyobrazowa może obejmować grupę złożoną z 2^N ramek (N – liczba poziomów dekompozycji z zakresu 1-7).

3. REDUKCJA ZAKŁÓCEŃ

Prezentowaną metodę redukcji zakłóceń w obrazach video, powstałych w wyniku silnej ich kompresji, oparto na pracach [5, 6], w których zaproponowano algorytmy usuwania zniekształceń, w obrazach stałych, typu JPEG [5] oraz JPEG-2000 [6]. Ze względu na pewne podobieństwa, pomiędzy koderem falkowym oraz JPEG-2000 (w obu przypadkach wykorzystano dyskretne przekształcenie falkowe), w proponowanym rozwiązaniu zaadoptowano algorytm zamieszczony w [6].

Charakterystyczne dla kompresji falkowej zniekształcenia krawędzi obiektów, powstają wskutek właściwości maksymalnie zdecydowanej transformaty falkowej [9],

wprowadzającej niestacjonarność do obrazu/sekwencji, czego wynikiem są zakłócenia w obszarach nieciągłości. Dlatego też, aby zredukować powstałe zakłócenia należałoby na wyjściu dekodera otrzymywać ramki nieczułe na przesunięcia. Teoretyczna realizacja polegałaby na utworzeniu dodatkowych kilku/kilkunastu sekwencji o takiej samej długości, jak sekwencja oryginalna. Początkowo wszystkie dodatkowe sekwencje byłyby identyczne jak sekwencja oryginalna. Następnie należałoby wyznaczyć dla wszystkich sekwencji różne wektory przemieszczenia, a następnie według nich dokonać przesunięcia wszystkich ramek. Tak utworzone sekwencje należałoby później oddzielnie skompresować, a po ich zdekodowaniu uśrednić, w celu otrzymania z powrotem jednego strumienia video. Ze względów praktycznych proponuje się zastosowanie podobnego algorytmu dla sekwencji już przetworzonej przez kodek. Schemat blokowy proponowanej metody zamieszczono na rys. 2.



Rys. 2. Schemat blokowy algorytmu redukcji zakłóceń

W metodzie tej, dla każdej zdekodowanej ramki na wyjściu IMC-3DEZBC, generowane są ramki względem niej przesunięte, w różnych kierunkach i o różnej odległości od pozycji oryginalnej, nie przekraczającej 3 pikseli. Następnie do nowo utworzonych ramek wprowadzana jest ponownie niestacjonarność, poprzez ich kompresję falkowym koderem obrazów stałych JPEG-2000 [4]. W kolejnym etapie, wszystkie przesunięte ramki należy zdekompresować, potem przywrócić ich pierwotne położenie, aby na końcu je zsumować oraz wyznaczyć średnią. Ponowne wprowadzenie niestacjonarności do przesuniętych ramek powoduje, iż w porównaniu do ramki źródłowej na podstawie której zostały one skonstruowane, w ich subpasmach o wysokiej częstotliwości wzrasta energia, w efekcie czego możliwe jest odtworzenie informacji w obszarach nieciągłych.

Skuteczność proponowanej metody oceniano porównując jakość sekwencji nieprzetworzonych jak i przetworzonych za pomocą proponowanego algorytmu, przy wykorzystaniu metod obiektywnych jak i subiektywnych.



a) PSNR = 36,38 dB



b) PSNR = 36,5 dB

Rys. 3. Ramka sekwencji Claire: (a) 75 Kbps, bez redukcji, (b) wersja ze zredukowanymi zakłóceniami



Rys. 4. Powiększone fragmenty ramki sekwencji Claire

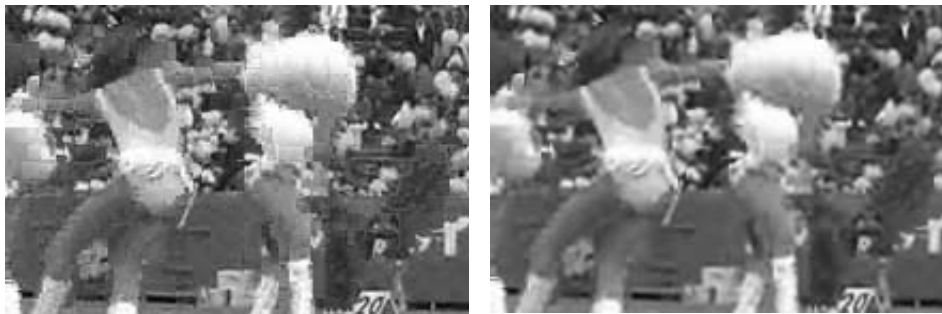


a) PSNR = 24,32 dB



b) PSNR = 23,62 dB

Rys. 5. Ramka sekwencji Cheer: (a) 400 Kbps, bez redukcji, (b) wersja ze zredukowanymi zakłóceniami



Rys. 6. Powiększone fragmenty ramki sekwencji Cheer



a) PSNR = 30,83 dB

b) PSNR = 29,82 dB

Rys. 7. Ramka sekwencji Foreman: (a) 200 Kbps , bez redukcji, (b) wersja ze zredukowanymi zakłóceniami



Rys. 8. Powiększone fragmenty ramki sekwencji Foreman

W metodzie obiektywnej mierzono wartość współczynnika PSNR (*Peak Singnal-to-Noise Ratio*). W metodzie subiektywnej, grupa obserwatorów oceniała poziom zakłóceń w odtwarzanych sekwencjach, przy wymuszeniu podwójnym. W testach wykorzystano sekwencje: Mobile, Tennis, Cheeer, Foreman, Claire. Na rys. 3-8 przedstawiono przykładowe efekty zastosowania proponowanej metody. Wyniki pomiarów subiektywnych, najbardziej miarodajnych, potwierdziły skuteczność proponowanego rozwiązania, przy czym zanotowano średni spadek współczynnika PSNR równy 0.35 dB.

4. PODSUMOWANIE

W artykule zaprezentowano metodę redukcji zakłóceń w sekwencjach video, przetworzonych kodekiem falkowym IMC-3DEZBC. Testy subiektywne oceny jakości wykazały skuteczność proponowanej metody pomimo, iż testy obiektywne, przeprowadzone za pomocą pomiaru współczynnika PSNR wykazały jego spadek rzędu 0,35 dB. Dalsze prace dotyczyć będą selektywnego zastosowania omawianych technik na wybranych obszarach ramek sekwencji video.

LITERATURA

- [1] M. Antonini, M. Barlaud, P. Mathieu, I. Daubechies: *Image coding using wavelet transform*. IEEE Trans. Image Processing, 1992, vol 1 (2), 205-220
- [2] S. Hsiang, J.W. Woods: *Embedded video coding using invertible motion compensated 3-D subband/wavelet filter bank*. Signal Processing: Image Communication, 2001, vol. 16, pp. 705-724
- [3] A. Islam, W.A. Pearlman: *An embedded and efficient low-complexity hierarchical image coder*. VCIP 1999, vol. 3653, 294-305
- [4] ISO/IEC 15444-1:2000: *Information technology – JPEG-2000 image coding system – Part 1: Core coding system*
- [5] A. Nosratinia: *Denoising of JPEG images by re-application of JPEG*. Journal of VLSI Signal Processing, 2001, vol. 27, 69-79
- [6] A. Nosratinia: *Postprocessing of JPEG-2000 images to remove compression artifacts*. IEEE Signal Processing Letters, 2003, vol. 10, pp. 296-299
- [7] J.R. Ohm: *Three-dimensional subband coding with motion compensation*. IEEE Trans. Image Processing, 1994, vol. 1 (2), 557-571
- [8] D. Taubman, A. Zakhor: *Multirate 3-D subband coding of video*. IEEE Trans. on Image Processing, vol. 3, 1994, 572-588
- [9] M. Vetterli, J. Kovacevic: *Wavelets and Subband Coding*. Prentice Hall, 1995. Signal Processing Letters, 2003, vol. 10, 296-299