

Zastosowanie metody odwracalnych kroków odszumiania i liftingu (RDLS) do poprawy kompresji bezstratnej obrazów typu RAW

Roman Starosolski

Katedra Algorytmiki i Oprogramowania, Politechnika Śląska

Akademicka 16, 44-100 Gliwice, Polska

1. Zakres tematu badawczego

Wielkie i ciągle rosnące rozmiary i ilości pozyskiwanych obrazów spowodowały, że kompresja stała się obowiązkowym elementem wielu systemów przetwarzania i składowania obrazów. Proponowany temat dotyczy kompresji obrazów typu RAW, czyli zawierających nieprzetworzone dane z matrycy światłoczułej cyfrowego aparatu fotograficznego. W ramach tematu zakładamy, że filtry kolorów podstawowych matrycy ułożone są przed sensorami w tzw. Bayer-pattern (RGGB). Zadanie doktoranta polegać będzie na zmodyfikowaniu jednego bądź kilku istniejących algorytmów bezstratnej kompresji obrazów przez zastosowanie w nich dedykowanych dla obrazów RAW odwracalnych transformacji skonstruowanych z użyciem metody RDLS.

2. Ogólny opis tematu badawczego,

Transformacje odwracalne stosowane w kompresji bezstratnej, przy okazji realizacji swojego podstawowego zadania (np. redukcji korelacji składowych obrazu barwnego) powodują efekty uboczne, mianowicie zwiększają zanieczyszczenie kompresowanych danych przez szum (np. propagując go pomiędzy transformowanymi składowymi), co z kolei pogarsza współczynniki kompresji. Dla rozwiązania tego problemu została zaproponowana metoda odwracalnych kroków odszumiania i liftingu (reversible denoising and lifting step, RDLS) polegającą na konstruowaniu, z pomocą filtrów odszumiających, nowej odwracalnej transformacji, która posiada szereg właściwości interesujących z teoretycznego oraz praktycznego punktu widzenia. W nowej transformacji unika się propagacji szumu występującej w transformacji oryginalnej, jednocześnie zachowując jej pożądane efekty działania i właściwości (np. redukcję korelacji składowych czy doskonałą odwracalność transformacji). W wyniku zastosowania RDLS otrzymujemy transformację bardziej ogólną, którą można zaadaptować do przetwarzanych danych przez dobór filtrów odszumiających. Metoda łączy dziedziny do tej pory odrębne: kompresję bezstratną i nieodwracalne odszumianie. Z powodzeniem została zastosowana do kilku transformacji przestrzeni barw oraz DWT. Może zostać zastosowana do dowolnej transformacji opartej o tak zwane kroki liftingu, również spoza dziedziny kompresji obrazów.

Można spodziewać się bardzo dobrych wyników zastosowania RDLS do kompresji obrazów RAW. Oczywistą przesłanką jest fakt, że obrazy RAW są zaszumione — dla takich danych pierwotnie zaproponowano RDLS. W wyniku dotychczasowych badań między innymi stwierdzono, że zmodyfikowane za pomocą RDLS transformacje przestrzeni barw są najefektywniejsze dla nieprzetworzonych lub przetworzonych w minimalnym stopniu obrazów w rozdzielczościach urządzeń akwizycji (a takie właśnie są obrazy RAW). Ponadto obrazy RAW zawierają parametry akwizycji, które można wykorzystać do praktycznie bezkosztowego adaptacyjnego doboru filtrów odszumiających z użyciem metody Detector Precision Characteristic — zarówno dla transformacji przestrzeni barw, jak i transformacji takich jak DWT stosowanych do poszczególnych składowych obrazu. Poprawa efektów kompresji bezstratnej obrazów RAW jest istotna praktycznie, gdyż obrazy te są duże, nie stosuje się do nich kompresji stratnej i wymagają efektywnego składowania w urządzeniach o ograniczonych zasobach (jak cyfrowy aparat fotograficzny).

Dalsza lektura zagadnień związanych z proponowanym tematem: przetwarzanie obrazu [1], algorytmy kompresji obrazu [2-4], DWT i technika liftingu [5,6], transformacje przestrzeni barw [7-9], RDLS [10-16], techniki (pakowanie histogramu i detector precision characteristic, itp.), które mogą być przydatne do kompresji danych RAW z wykorzystaniem RDLS [16–21].

3. Dyscyplina naukowa, w której przygotowywana będzie rozprawa doktorska

Informatyka techniczna i telekomunikacja

4. Dane kontaktowe promotora

Dr hab. inż. Roman Starosolski, prof. Pol. Śl., Katedra Algorytmiki i Oprogramowania, Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki, Politechnika Śląska, ul. Akademicka 16, 44-100 Gliwice, Polska, e-mail:Roman.Starosolski@polsl.pl

Bibliografia

- [1] Pratt WK (2007) Digital image processing: PIKS scientific inside, 4th edn. Wiley, New York, <https://doi.org/10.1002/0470097434>
- [2] Weinberger MJ, Seroussi G, Sapiro G (2000) The LOCO-I lossless image compression algorithm: Principles and standardization into JPEG-LS. IEEE Trans Image Process 9(8):1309-1324, <https://doi.org/10.1109/83.855427>
- [3] Starosolski R (2007) Simple fast and adaptive lossless image compression algorithm. Softw Pract Exp 37:65-91, <https://doi.org/10.1002/spe.746>
- [4] Taubman DS, Marcellin MW (2002) JPEG2000 image compression fundamentals, standards and practice. Springer, Boston, <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0799-4>
- [5] Daubechies I, Sweldens W (1998) Factoring wavelet transforms into lifting steps. J Fourier Anal Appl 4:247-269, <https://doi.org/10.1007/BF02476026>
- [6] Sweldens W (1996) The lifting scheme: a custom-design construction of biorthogonal wavelets. Appl Comput Harmon Anal 3:186-200, <https://doi.org/10.1006/acha.1996.0015>
- [7] Malvar HS, Sullivan GJ, Srinivasan S (2008) Lifting-based reversible color transformations for image compression. In: Proc SPIE, Applications of Digital Image Processing XXXI 7073:707307, <https://doi.org/10.1117/12.797091>
- [8] Starosolski R (2014) New simple and efficient color space transformations for lossless image compression. J Vis Commun Image Represent 25(5):1056-1063, <https://doi.org/10.1016/j.jvcir.2014.03.003>

- [9] Strutz T (2013) Multiplierless reversible colour transforms and their automatic selection for image data compression. *IEEE Trans Circuits Syst Video Technol* 23(7):1249-1259, <https://doi.org/10.1109/TCSVT.2013.2242612>
- [10] Starosolski R (2015) Application of reversible denoising and lifting steps to DWT in lossless JPEG 2000 for improved bitrates. *Signal Process Image Commun* 39(A):249-263, <https://doi.org/10.1016/j.image.2015.09.013>
- [11] Starosolski R (2016) Application of reversible denoising and lifting steps with step skipping to color space transforms for improved lossless compression. *J Electron Imaging* 25(4):043025, <https://doi.org/10.1117/1.JEI.25.4.043025>
- [12] Starosolski R (2016) Skipping selected steps of DWT computation in lossless JPEG 2000 for improved bitrates. *PLOS ONE* 11(12):e0168704, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168704>
- [13] Starosolski R (2018) A practical application of skipped steps DWT in JPEG 2000 part 2-compliant compressor. *CCIS* 928:334-48, https://doi.org/10.1007/978-3-319-99987-6_26
- [14] Starosolski R (2020) Reversible denoising and lifting based color component transformation for lossless image compression. *Multimed Tools Appl* 79:11269–94, <https://doi.org/10.1007/s11042-019-08371-w>
- [15] Starosolski R (2020) Hybrid adaptive lossless image compression based on discrete wavelet transform. *Entropy* 22(7):751, <https://doi.org/10.3390/e22070751>
- [16] Starosolski R (2020) Employing new hybrid adaptive wavelet-based transform and histogram packing to improve JP3D compression of volumetric medical images. *Entropy* 22(12):1385, <https://doi.org/10.3390/e22121385>
- [17] Bernas T, Starosolski R, Wójcicki R (2015) Application of detector precision characteristics for the denoising of biological micrographs in the wavelet domain. *Biomed Signal Process Control* 19:1-13, <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2015.02.010>
- [18] Bernas T, Starosolski R, Robinson JP, Rajwa B (2012) Application of detector precision characteristics and histogram packing for compression of biological fluorescence micrographs. *Comput Methods Programs Biomed* 108(2):511-523, <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2011.03.012>
- [19] Starosolski R (2005) Compressing images of sparse histograms. In: *Proc SPIE Medical Imaging* 5959:209-217, <https://doi.org/10.1117/12.624489>
- [20] Starosolski R (2003) Modified Golomb-Rice codes for lossless compression of medical images. In: *Proc Int Conf on E-health in Common Europe*
- [21] Pinho AJ (2002) Preprocessing techniques for improving the lossless compression of images with quasi-sparse and locally sparse histograms. In: *Proc IEEE Int Conf on Multimedia and Expo ICME'02* 1:633-636, <https://doi.org/10.1109/ICME.2002.1035861>