

ANALIZA DOKŁADNOŚCI SYNTEZY OBRAZU W SYSTEMACH TELEWIZJI WIELOWIDOKOWEJ

STRESZCZENIE

1. WSTĘP

Artykuł dotyczy problematyki związanej z nowo rozwijającą się ideą telewizji wielowidokowej oraz telewizji swobodnego punktu widzenia. Współcześnie prowadzi się badania nad stworzeniem nowych systemów telewizyjnych, oferujących nie tylko wyższą jakość dostarczanego obrazu i dźwięku, ale również nową funkcjonalność. Jedną z cech pożądanych dla takich systemów jest możliwość dostarczania treści trójwymiarowych. Przykładowym zastosowaniem dla takiego systemu jest telewizja swobodnego punktu widzenia (*Free-view Television – FTV*), umożliwiająca użytkownikowi obserwację sceny z wybranego przez niego miejsca, oraz wyświetlanie obrazu z zachowaniem wrażenia głębi na monitorach polaryzacyjnych lub autostereoskopowych [1].

Oba z tych zastosowań, wymagają opracowania efektywnych, technicznych możliwości dostarczania wielu widoków. Typowo, system taki składa się z szeregu kamer dokonujących rejestracji sekwencji związanych z kolejnymi widokami (Rys. 2). Ponieważ przetwarzanie wszystkich możliwych widoków byłoby nieefektywne, usiłuje się przesyłać jedynie wybrane widoki, pozostałe syntezując za pomocą informacji dodatkowej. W tym celu, najczęściej wykorzystywane są tzw. mapy głębi [2,3], reprezentujące odległości pomiędzy poszczególnymi punktami sceny a wybraną kamerą. Informacje takie wraz z obrazami widoków umożliwiają syntezę nowego widoku sceny z wybranego miejsca w przestrzeni.

Jakość syntezowanego wirtualnego widoku jest związana z dokładnością mapy rozbieżności i zależy zarówno od algorytmu jej wyznaczania jak i algorytmu syntezy widoku. Współcześnie, istnieje niedomiar badań dotyczących analizy wpływu każdego z tych etapów na jakość syntezy.



Rys. 2. Fotografia systemu akwizycji tworzonego w KTMiM Politechniki Poznańskiej.

Niniejsza praca poświęcona jest analizie wpływu dokładności w algorytmie estymacji map rozbieżności oraz w algorytmie syntezy widoków, celem określenia najbardziej opłacalnych kierunków dalszych badań.

2. OPIS SYSTEMU

2.1. Estymacja map rozbieżności

Podczas badań wykorzystano algorytm propagacji wierzeń [4]. Jest to powszechnie używana w zastosowaniach przetwarzania obrazów technika optymalizująca [5] działająca na modelu graficznym. W rozpatrywanym zastosowaniu, mapa rozbieżności jest modelowana jako 2-wymiarowe pole Markowa, zaś funkcja kosztu związana jest z miarą dopasowania elementów sceny przy poszukiwanej rozbieżności. Z każdym węzłem związane są jego wierzenia, na które składają się miary prawdopodobieństwa dotyczące wszystkich hipotetycznych rozbieżności. W kolejnych iteracjach działania algorytmu, wierzenia te są modyfikowane na podstawie wierzeń węzłów sąsiednich.

Proces przekazywania wiadomości jest powtarzany aż do uzyskania zbieżności. Końcowo, w każdym węźle wybierana jest rozbieżność o największej wiarygodności.

Dokładność algorytmu estymacji jest związana z gęstością rozłożenia węzłów siatki algorytmu. W najprostszym przypadku, rozdzielczość siatki jest identyczna z rozdzielczością oryginalnego obrazu odniesienia i wtedy wynik algorytmu cechuje się dokładnością punktową. Dla uzyskania wyższej precyzji, dokonuje się wstępnego zwielokrotnienia rozdzielczości obrazu (poprzez jego liniową interpolację) i związanej z nim rozdzielczości siatki, uzyskując dokładność podpunktową np. dokładność półpunktową lub ćwierćpunktową.

2.2. Synteza

W niniejszej pracy wykorzystano algorytm syntezy działający w przestrzeni trójwymiarowej [6]. Punkty z obrazów odniesienia są uzupełniane o informację z map rozbieżności, a następnie są transformowane do wspólnej przestrzeni trójwymiarowej. Kolejnym krokiem jest rzutowanie na płaszczyznę kamery wirtualnego widoku. Wszystkie widoki odniesienia są przetwarzane niezależnie, tworząc alternatywne widoki wirtualne, które następnie są łączone ze sobą, aby utworzyć jeden obraz. Brakujące obszary, które nie występują w żadnym

z widoków odniesienia, są wypełniane na podstawie treści sąsiadującej.

Jakkolwiek docelowa rozdzielczość obrazu wynikowego jest identyczna z rozdzielczością wejściowych obrazów referencyjnych, to rozdzielczość wykorzystywana podczas przetwarzania może być wyższa dla uzyskania większej dokładności. Przykładowo, podwojenie rozdzielczości przetwarzania skutkuje uzyskaniem dokładności pół-punktowej.

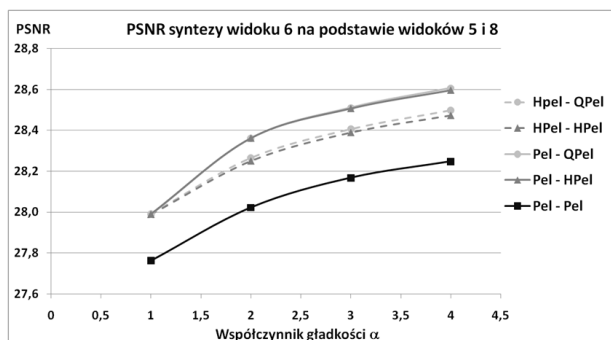
2.3. Metoda oceny jakości

Badania przeprowadzono z wykorzystaniem metodologii opracowanej przez międzynarodową grupę ekspertów MPEG-FTV [7]. Jakość procesów estymacji rozbieżności i syntezy obrazu została przebadana łącznie poprzez porównanie wyników działania systemu z obrazami oryginalnymi. W szczególności, dokonano pomiaru jakości dwóch widoków, zsyntezowanych w pozycjach odpowiadających widokom oryginalnym, wykorzystując informacje zawarte w widokach sąsiadujących uzupełnionych o mapy rozbieżności.

3. WYNIKI

Ekspertyzy przeprowadzono z wykorzystaniem standardowych wielowidokowych sekwencji testowych wybranych przez grupę ekspertów w zakresie telewizji wielowidokowej MPEG-FTV.

Dla sprawdzenia wpływu dokładności podpunktowej na jakość działania systemu przebadano różne tryby pracy punktowej i podpunktowej: pełnopunktowej (Pel), pół-punktowej (HPel), oraz ćwierć-punktowej (QPel), niezależnie dla algorytmu estymacji map rozbieżności i algorytmu syntezy widoków (Rys. 3).



Rys. 3. Wykresy PSNR zsyntezowanego widoku wirtualnego dla przykładowej sekwencji 'Lovebird 1' dla różnych nastaw dokładności (dokładność estymacji rozbieżności – dokładność syntezy).

4. PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania wpływu dokładności estymacji rozbieżności i procesu syntezy pokazały, że jakość zsyntezowanych obrazów zależy głównie od dokładności, z jaką dokonywana jest synteza obrazu.

Dla wykorzystanych metod, odzwierciedlających obecny postęp badań w tej dziedzinie, w żadnej z przebadanych sekwencji, estymacja rozbieżności z wyższą dokładnością podpunktową nie przyniosła

wyraźnych zysków. Zachowanie to jest niezgodne z intuicyjnym pojmowaniem dokładności podpunktowej.

W rozpatrywanym przypadku, podpunktowa estymacja rozbieżności wiąże się z początkową interpolacją obrazu w celu zwiększenia jego rozdzielczości, która powoduje powstawanie rozmytych krawędzi obiektów. Wyznaczenie kosztu dopasowania elementów sceny w otoczeniu takich krawędzi jest kłopotliwe, co wpływa niekorzystnie na estymację rozbieżności także otaczających elementów.

Mimo, iż w dokładność podpunktową w syntezie obrazu również wiąże się z interpolacją oraz zwiększeniem rozdzielczości przetwarzanego obrazu, to w przeciwieństwie do estymacji rozbieżności, przynosi wymierny zysk. Dzieje się tak, gdyż natura procesu syntezy, polega na przesuwaniu fragmentów obrazu referencyjnego z wybraną dokładnością. Pozwala to na syntezę ostrych krawędzi z wyższą dokładnością położenia, zaś nie wprowadza dodatkowego rozmycia. Końcowo, rozmycie wprowadzone przez interpolację jest odwracane przez decymację do rozmiaru oryginalnego widoku.

Wyniki te prowadzą do wniosku, że aktualnie stosowane techniki uzyskiwania dokładności podpunktowej w estymacji rozbieżności są niewystarczające, a co za tym idzie - podpunktowa estymacja rozbieżności stanowi interesujący obszar dla dalszych badań. Można przewidywać, że zysk w tej dziedzinie można uzyskać poprzez zastosowanie bardziej zaawansowanych algorytmów interpolacji, adaptacyjnie dopasowywujących się do treści obrazu i zachowujących krawędzie.

Praca finansowana ze środków na naukę w latach 2007-2009 jako projekt „badawczy rozwojowy”.

SPIS LITERATURY

- [1] A. Smolic, K. Müller, P. Kauff, T. Wiegand, "Considerations about the Vision of a 3D Video Standard", ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, MPEG 2008/M16130, Lozanna, Szwajcaria, I.2009.
- [2] D. Scharstein, R. Szeliski, "A taxonomy and evaluation of dense two-frame stereo correspondence algorithms", International Journal of Computer Vision 2002.
- [3] V. Kolmogorov, R. Zabih, "Multi-camera scene reconstruction via graph cuts", European Conference on Computer Vision 2002.
- [4] O. Stankiewicz, K. Wegner, "Depth Map Estimation Software version 3", MPEG 2008/M15540, Hannover, Niemcy, VI.2008.
- [5] J. Sun, H. Y. Shum, N. N. Zheng, "Stereo matching using belief propagation", European Conference on Computer Vision 2002.
- [6] M. Gotfryd, K. Wegner, M. Domański, "View synthesis software and assessment of its performance", ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, MPEG 2008/M15672, Hannover, Niemcy, VI.2008.
- [7] "Call for Contributions on FTV Test Material", MPEG 2007/N9468, Shenzhen, Chiny, X.2007.