



**INSTYTUT BADAŃ SYSTEMOWYCH
POLSKIEJ AKADEMII NAUK**

**ANALIZA SYSTEMOWA W FINANSACH
I ZARZĄDZANIU**

Wybrane problemy
Tom 11

Pod redakcją
Jerzego HOŁUBCA

Warszawa 2009



**INSTYTUT BADAŃ SYSTEMOWYCH
POLSKIEJ AKADEMII NAUK**

**ANALIZA SYSTEMOWA W FINANSACH
I ZARZĄDZANIU**

Wybrane problemy
Tom 11

Pod redakcją
Jerzego HOŁUBCA

Warszawa 2009

Wykaz opiniodawców artykułów zamieszczonych
w niniejszym tomie:

prof. dr hab. inż. Jerzy HOŁUBIEC
dr inż. Lech KRUŚ
doc. dr hab. inż. Wiesław KRAJEWSKI
doc. dr hab. Jacek MALINOWSKI
dr inż. Edward MICHALEWSKI
prof. dr Adam SKOREK
dr hab. Ryszard SMARZEWSKI
prof. dr hab. inż. Andrzej STRASZAK
dr Dominik ŚLĘZAK
prof. dr hab. inż. Stanisław WALUKIEWICZ
doc. dr hab. Sławomir ZADROŻNY

© Instytut Badań Systemowych PAN
Warszawa 2009

ISBN 9788389475220

Druk: Zakład Poligraficzny Jerzy Kosiński, Warszawa

STEREOSKOPOWA SEGMENTACJA OBRAZU

Konrad Koniarski

Studia Doktoranckie IBS PAN

Zaprezentowano algorytm tworzący mapę głębi obrazu na podstawie par obrazów stereoskopowych cyfrowych, pochodzących z kamer, których osie optyczne są równoległe. Problem porównywania obrazów w tym przypadku można było sprowadzić do porównywania segmentów w wierszach lub kolumn. Wykorzystano segmentację w celu wyznaczenia kontury. Następnie zostały zidentyfikowane obszary których segmenty posiadały podobne właściwości. Artykuł przedstawia też metodę budowy mapy głębi.

1. Wprowadzenie

Postrzeżenie stereoskopowe sceny na której znajdują się przedmioty umożliwia skonstruowanie trójwymiarowego modelu przestrzennego postrzeganych przedmiotów. Informacja o głębi jest obliczana na podstawie wyznaczania odległości odpowiadających sobie obszarów obrazów. Odległość ta jest nazywana różnicą (eng. disparity). Wyznaczenie różnicy odległości między dwoma odpowiadającymi sobie obrazami pozwala na stworzenie mapy głębi badanej sceny, która jest celem grupy algorytmów zajmującej się stereoskopią. Jeśli nie ma różnicy lub różnica jest mała to, obiekt odpowiadający rozpatrywanemu obszarów obrazu znajduje się w dużej odległości, natomiast jeśli odległość jest duża to obiekt znajduje się blisko. W artykule uwaga została skupiona na rozpatrywanie obiektów znajdujące się w całości w strefie widzenia stereoskopowego.

W zależności od kąta skierowania kamer możemy mówić o dwóch typach geometrii ukośnej lub równoległej. Pierwszy typ występuje wtedy, gdy osie optyczne kamer przecinają się. Powstały obraz w tej geometrii wymaga przekształcenia przed dalszą analizą. Możemy wyróżnić też szczególny przypadek, gdy proste normalne do powierzchni sensora są równoległe. Wtedy unikamy problemu ze zmianą kąta perspektywy i możemy założyć, że poszczególne linie tworzące mapę bitową mogą być porównywane pod względem poszukiwania podobnych obszarów. Założenie to znacznie ułatwia problem wyznaczania obszarów przedstawiających ten sam obiekt.

Wykorzystanie stereoskopii pozwala na mierzenie głębi obrazu w zależności od odległości pomiędzy osiami optycznymi kamer. Im większa jest ta odległość tym większa maksymalna głębina obrazu, jednak z drugiej strony, odsuwa się od kamery pole widzenia stereoskopowego. Dla porównania wzrok człowieka jest w stanie rozpoznać i wykorzystać widzenie stereoskopowe do wyznaczenia odległości do przedmiotu w przedziale od 3cm do ok 10m [4].

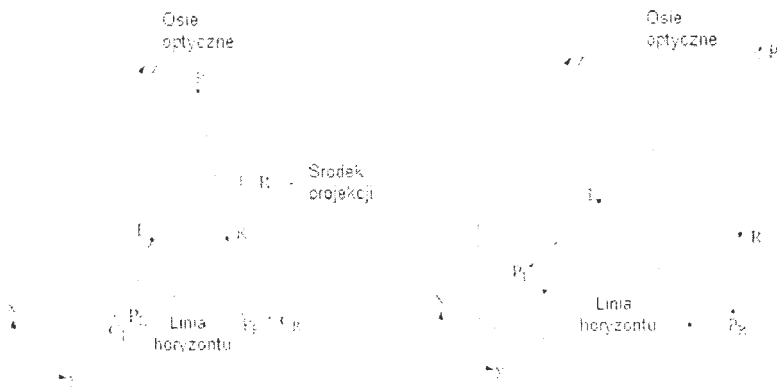
Rysunek 1 pokazuje obie geometrie obrazu [2]. Punkt P w scenie trójwymiarowej jest rzutowany w perspektywie na powierzchnię będącą obrazem kamery lewej Pl i kamery prawej Pr. Pozioma odległość pomiędzy punktami Pl i Pr jest nazwana różnicą (ang. disparity). Zasadniczym problemem analizy stereoskopowej jest znalezienie odpowiadających sobie punktów Pl i Pr. W przypadku gdy osie optyczne są ustawione do siebie równoległe punkty Pl i Pr będą leżały zawsze na tej samej poziomej linii obrazu.

W algorytmach wyznaczających mapę głębi występują ograniczenia, które należy wziąć pod uwagę z racji oszacowania przesunięć pomiędzy poszczególnymi punktami lub obszarami obrazu.

Przy założeniu równoległości linii optycznych i poziomym wyrównaniu kamer możemy założyć horyzontalne rozmieszczenie linii obrazu.

Przy założeniu że w obszarze widzenia stereoskopowego będą użyte duże obiekty o gładkiej powierzchni, różnica odległości sąsiednich punktów jest trudna do znalezienia, praktycznie możliwe jest to tylko przy krawędziach obiektu.

Wykrycie przesunięcia jest możliwe tylko wtedy gdy oba punkty lub obszary mieszczą się w całości w obszarze widzenia stereoskopowego.



Rys. 1. Geometra optyczna skośna i równoległa

Przy założeniu, porządku występowania punktów na jednym z obrazów możemy się spodziewać, że odpowiadające punkty będą znajdowały się na drugim obrazie w tej samej kolejności.

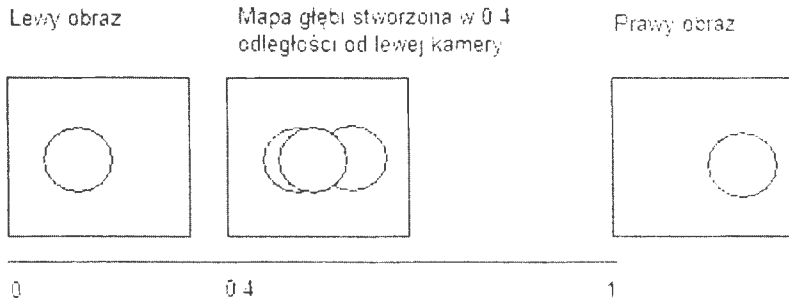
2. Algorytm

Zaproponowany algorytm można podzielić na poszczególne kroki. Pierwszym krokiem jest segmentacja obrazu. Segmentacja ma na celu wyznaczenie zredukowanej ilości obszarów, które trzeba rozważyć. Przyjętym tu założeniem jest, że jeśli obszar przedstawiony przez jeden z obrazów jest homogeniczny to drugi też taki będzie. Pozwala to na późniejsze porównanie segmentów i ich parowanie [6].

Kolejnym krokiem algorytmu jest zaproponowanie par segmentów, które są kandydatami do zmierzenia odległości między nimi. Wykorzystana została tutaj metoda korelacji krzyżowej (ang. cross correlation).

$$C(p, q) = \frac{MN \sum_{i=0}^{M-p} \sum_{j=0}^{N-q} f(i, j) f(i-p, j-q)}{(M-p)(N-q) \sum_{i=0}^{M-p} \sum_{j=0}^{N-q} f(i, j)^2}$$

Gdzie p i q , są różnicą pozycji w kierunku i, j , a M, N jest wymiarem obrazu. Rozmiar okna które jest użyte w algorytmie jest uzależniony od minimalnej odległości od jakiej rozważamy głębie obrazu.



Rys. 2. Budowa mapy głębi obrazu w odległości 0.4 od lewej kamery

Ostatnim krokiem jest dopasowanie najbardziej podobnych segmentów i wyznaczenie odległości między nimi. Do każdej dopasowane obszarów dodatkowo przypisana zostaje różnica odległość pomiędzy lewym i prawym obrazem. Wizualizacja mapy głębi jest budowana na podstawie odległości tak, że obszary podobne są przesuwane ku sobie. Mapa głębi może być tworzona dla widoku pomię-

dzy lewą i prawą kamerą i w zależności od położenia. Przykład mapy dla jednego segmentu przedstawia rysunek 2. Powszechnie na wizualizacji jasność obszaru odpowiada różnicy, a tym samym odległości przedmiotu od kamery

3. Wyniki



Rys. 3. Użytkane mapy głębi dla przykładowych obrazów stereoskopowych ze zbioru [1]

Do badań algorytmu posłużyły obrazy ze zbioru [1]. Metoda oceny algorytmu również pochodzi z tego źródła i polega ona na porównaniu wyznaczonej głębi z tym samym punktem na dostarczonej mapie głębi. Z uzyskanych wyników wiadać, że algorytm dobrze radzi sobie z dużymi powierzchniami, natomiast występują problemy przy krawędziach obiektów. Należy też zaznaczyć, że zbiór testowy powstał z obrazów, których segmentacja nie tworzyła dużych powierzchni. Segmenty, które nie występowały na obu obrazach, również są częściowo źle klasyfikowane.

Wnioski

W tym artykule został zaprezentowany algorytm, tworzący mapę przesunięć na podstawie pary obrazów z różnych kamer. Wyniki przedstawione na rysunku 3 pokazują, że algorytm poprawnie radzi sobie z budową mapy głębi. Natomiast problem jaki został zauważony wynika z nieprecyzyjności algorytmu segmentacji, co z kolei prowadzi do niepoprawnego wyznaczania głębi w pobliżu krawędzi.

Obecnym rozpoznany ograniczeniem algorytmu jest wykorzystanie specyficznej geometrii ustawienia kamer. Dalsze prace mogłyby prowadzić do usunięcia tego ograniczenia. Wskazane są dalsze rozważania na temat rozwoju i wykorzystania algorytmu. Mogą one być prowadzone w celu łączenia obszarów, co pozwoliłoby na stworzenie obrazu trójwymiarowego.

Literatura

- [1]. <http://vision.middlebury.edu/stereo/>
- [2]. D. Scharstein i R. Szeliski (2002): A taxonomy and evaluation of dense two-frame stereo correspondence algorithms. *IJCV*, vol. 47, no. 1/2/3, <http://www.middlebury.edu/stereo/>.
- [3]. M. Bleyer i M. Gelautz: A layered stereo matching algorithm using image segmentation and global visibility constraints.
- [4]. Sriram Sethuraman, M. W. Siegel, Angel G. Jordan (1995): A multiresolutional region based segmentation scheme for stereoscopic image compression. *SPIE*, Vol.2419, Digital Video compression - Algorithms and technologie.
- [5]. Tianliang Liu, Pinzheng Zhang, and Limin Luo (2009): *Dense Stereo Correspondence with Contrast Context Histogram, Segmentation-Based Two-Pass Aggregation and Occlusion Handling*. PSIVT 2009, LNCS 5414, 449-461, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [6]. Olgierd Stankiewicz i Krzysztof Wegner (2008): *International Organisation For Standardisation Organisation Internationale De Normalisation*. ISO/IEC JTC1/SC29/WG1. April 2008, Archamps, France.

ISBN 9788389475220