

Pyramid Edge Detection과 Line Fitting을 이용한 푸리에 기반의 영상정합

*김기백, 김종수, 최종수
중앙대학교 첨단영상정보대학원 영상공학과
e-mail : k2b99@imagelab.cau.ac.kr, hermes@imagelab.cau.ac.kr, jschoi@cau.ac.kr

Fourier Based Image Registration Using Pyramid Edge Detection and Line Fitting

*Kee-Baek Kim, Jong-Soo Kim, Jong-soo Choi
Graduate School of Advanced Imaging Science, Digital Imaging,
Chung-Ang Univ.

Abstract

Image Registration is used many works in image processing widely. But It is difficult to find the accuracy informations such as translation, rotation, and scaling between images. This paper proposes an algorithm that Fourier based image registration using the pyramid edge detection and line fitting. It can be estimated the informations by each sub-pixels. The proposed algorithm can be used for image registrations which high efficiency is required such as GIS, or MRI, CT, image mosaicing, weather forecasting , etc.

I. 서론

영상정합은 두 개 혹은 그 이상의 중첩되는 이미지들을 사용하여 이를 처리하는 기본적인 영상 처리 방법 중 하나이다. 영상 정합 분야는 지리정보시스템 (Geographic Information System (GIS)), 의용영상 (MRI, CT), 항공영상, 위성영상, 기상영상, 해저영상 등 다양한 분야에 사용되고 있다. [2][3][4]

영상정합은 크게 영상의 에지나 코너점을 이용한 특징점 기반의 방법, 영상 사이의 상관성을 이용한 방법, 그리고 주파수 공간상에서 처리되는 푸리에 변환을 이용한 방법으로 나눌 수 있다. 하지만 영상 전체를 이용하여 정합을 할 경우, 영상 내의 정보가 정수형이기 때문에 서브픽셀에 대해 고려할 수 없으며, 일반적인 푸리에 변환을 이용할 경우, 특징 검출 시 오류로 인하여 여러 가지 문제점을 발생할 수 있다.[2][3]

이러한 이유로 본 논문은 먼저, 서브 픽셀(Sub-Pixel)을 추정할 수 없다는 기존의 문제점을 개선하기

위해, 영상을 피라미드화 하여 정합할 정보를 추정한다. 또한 특징추출 시 오류를 개선하기 위해 외부 영향에 강건한 Canny Edge Detector를 사용하여 노이즈 부분을 제거한 후, 영상들의 특징을 추출한다. 위 과정 후, 특징을 매칭시키기 위해서 푸리에 변환 기반의 영상정합을 실시한다. 이에 검출된 천이(Translation), 회전(Rotation), 크기(Scaling)에 대한 정보를 각 피라미드화 된 영상들에서 얻는다. 이렇게 찾아진 정보를 바탕으로 수학적 기법인 Line-Fitting을 이용하여 원 크기의 영상 정합 정보를 추정한다. 그림1은 위 과정을 도식화 한 것이다.

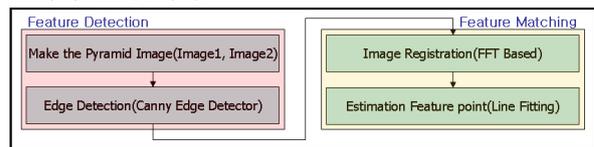


그림1. 제안된 알고리즘

II. 본론

2.1 영상 특징추출

본 논문에서는 서브픽셀단위의 계산을 위해, Line Fitting 알고리즘을 사용한다. 이를 위해 먼저 영상을 피라미드화 해야 한다. 만약 입력 영상들을 각각 G_1 , G_2 라고 표현 한다면, 피라미드화 된 영상은 식 1과 같이 표현된다. 이 때, n 은 피라미드화 되는 차수를 의미한다.

$$G_1(x, y) = g_1^n(x, y)$$

$$G_2(x, y) = g_2^n(x, y) \quad n = 1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

이렇게 피라미드된 영상들은 푸리에변환의 천이성질을 이용하여 상대적인 변이, 회전 및 크기 성분들을 추출하게 된다. 이때, 우리는 더욱 정확한 정합 정보들

을 추출하기 위해, 각각의 피라미드 영상에 케니 에지 연산을 적용하였다.[1] 그림 2는 피라미드화 된 영상에서, 케니 에지를 추출한 영상이다.

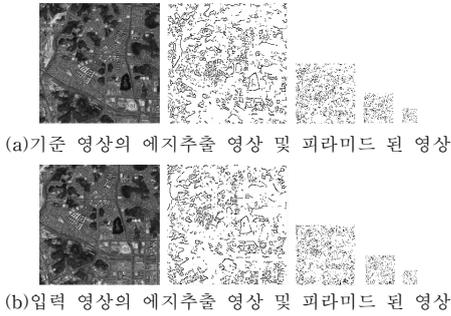


그림2. Pyramid 후 Edge 추출 영상

2.2 영상 특징매칭

위의 특징 추출과정을 통해 얻어진 입력 두 영상의 피라미드 에지 영상으로부터, 우리는 푸리에변환의 변이성질을 이용해서, 각 레이어에서, 두 영상의 상대적인 정합 정보를 추출한다. 이 때, 상대적 변이 값은 두 입력영상의 크로스파워스펙트럼(Cross Power Spectrum)으로 구할 수 있으며, 회전 및 크기 값은 극좌표로 변환된 스펙트럼 형태간의 크로스파워스펙트럼으로 구할 수 있다.[3][4] 이렇게 얻어진 상대적인 정합 정보들은, 원영상의 서브픽셀 추정을 위해, chi-square 함수를 이용한 Line 추정에 적용된다. 이때, 푸리에 변환을 기반으로 정합 정보를 추출하면, 회전과 크기는 동시에 계산되고 변이는 독립적으로 계산된다. 따라서, 수식2와 같이, 각각의 레이어에서 계산된 변이 값들 $p_t^n(x_n, y_n)$ 과 회전 및 크기 성분들 $p_{r,s}^n(x_n, y_n)$ 을 따로 Line 추정한다. 추정된 라인들은 원 영상의 변이 값 $P_t(X, Y)$ 과, 회전 및 크기 값 $P_{r,s}(X, Y)$ 을 구하기 위해 사용된다.

$$p_t^n(x_n, y_n), p_{r,s}^n(x_n, y_n) \rightarrow P_t(X, Y), P_{r,s}(X, Y) \quad (2)$$

식3은 위의 과정인 Line 추정하는 방법을 나타낸 것이다.

$$Y(X) = y_n(x_n; a, b) = a + bX \quad (3)$$

식 3의 a, b를 구하면 식 4와 같다.

$$\Delta \equiv SS_{xx} - (S_x)^2, \quad a = \frac{S_{xx}S_y - S_xS_{xy}}{\Delta}, \quad b = \frac{SS_{xy} - S_xS_y}{\Delta} \quad (4)$$

여기서, $S \equiv \sum_{i=1}^N \frac{1}{\sigma_i^2}, S_x \equiv \sum_{i=1}^N \frac{x_i}{\sigma_i^2}, S_y \equiv \sum_{i=1}^N \frac{y_i}{\sigma_i^2},$

$$S_{xx} \equiv \sum_{i=1}^N \frac{x_i^2}{\sigma_i^2}, S_{xy} \equiv \sum_{i=1}^N \frac{x_i y_i}{\sigma_i^2} \text{이다.}$$

이렇게 구해진 라인과 특징추출에서 언급한 입력된 영상과 교차하는 위치는 최종적으로 구하고자하는 정합정보인 변이 값과 회전 및 크기 값이 된다.

III. 실험결과

본 논문에서는 스테레오 영상을 촬영 시 발생할 수 있는 두 영상간의 밝기의 차이와 어핀(affine) 회전에 대한 차이가 존재하지 않는다는 가정 하에 실험을 실행하였다. 실험영상은 실제 영상정합을 많이 사용하는 항공영상을 사용하였다.

실험에 사용된 방법으로는 기존의 직접 영상을 이용하는 방법과 케니에지 디텍터를 사용하여 영상의 외곽성분을 이용하는 방법, Wavelet Transform을 이용하는 방법 등 세 가지와 마지막으로 본 논문에서 제시하는 방법을 비교하였다. 표1은 이를 통해 나타난 최종 수치 데이터이다.

제안하는 알고리즘에서 사용한 매개변수(Parameter)의 값은 $\sigma = 0.4, thresh_{low} = 16, thresh_{high} = 32$ Pyramid layer 수 = 3(1/4, 1/16, 1/64)이다.

	Scale	Rotation	Translation
기준데이터	1.212	3.73 °	X : 8.234, Y : 10.234
FFT	2	3.515625 °	X : 9, Y : 12
Edge Detector	2	3.515625 °	X : 9, Y : 12
Wavelet TR	1	0.000000 °	X : 8, Y : 10
Pyramid Edge	1.35	3.414625 °	X : 8.314, Y : 10.514

표1. 실험 결과

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문은 영상정합과정에서 발생하는 서브 픽셀 단위의 이동을 찾기 위해 피라미드 기법과 Line Fitting 기법을 사용하여 서브 픽셀의 이동을 예측하는 방법을 제안하였다. 이를 통해 기존의 서브 픽셀 예측의 어려움을 해소할 수 있었다. 하지만 정확한 예측을 위해서 데이터 Fitting 기법에 대한 연구를 지속하여 보다 더 정확한 결과를 예측할 수 있도록 하여야 할 것이다.

Acknowledgment

본 연구는 교육인적자원부, 산업자원부, 노동부의 출연금으로 수행한 최우수실험실지원사업, 서울시 산학협력사업, 2단계 BK21지원 과제에의 연구 결과입니다.

참고문헌

[1] Canny, J., "A Computational Approach to Edge Detection", *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 8:679-714, November 1986
 [2] Barbara Zitova', Jan Flusser, "Image registration methods: a survey", *Image and Vision Computing Volume 21, Issue 11, pp977-1000, October 2003*
 [3] Ryan Eustice, Oscar Pizarro, Hanumant Singh, Jonathan Howland, "UWIT: Underwater Image Toolbox for Optical Image Processing and Mosaicking in MATLAB", *Underwater Technology, 2002. Proceedings of the 2002 International Symposium on, pp141- 145, 2002.*
 [4] B.S. Reddy and B.N. Chatterji, "An fft-based technique for translation, rotation, and scale-invariant image registration," *IEEE Transactions on Image Processing, vol. 5, no. 8, pp. 1266 --1271, August 1996.*