

파노라믹 모자이크를 위한 중복 정보 추출

이지현*, 송복득, 윤태수, 양황규
 *동서대학교 인터넷 공학부
 e-mail : winter42@dreamwiz.com

Extracting Duplication for panoramic mosaics

Ji-Hyun Lee*, Bok-Deuk Song, Tae-Soo Yun, Hwang-Kyu Yang
 *Division of Internet Engineering, Dong-Seo University

요 약

본 논문은 수평 이동 정보와 회전 정보가 있는 비디오 영상을 Mellin Transform 을 이용하여 이미지를 모자이크하는 방법을 제안한다. Mellin Transform 후 나타나는 이미지의 이동 정보와 회전 정보를 이용하여 각 이미지들을 접합하기 위한 투영 행렬을 계산한다. 그리고 모자이크 생성시 나타날 수 있는 각 이미지간의 오차가 누적되는 현상을 줄이기 위한 전체적인 집합으로 투영 행렬을 추출하여 적용함으로써 누적되는 오차를 줄여 정확한 모자이크를 얻을 수 있다. 지금까지 제안된 모자이크 기법들은 중복성 계산에 시간이 많이 소모되고 수평이동 시켜 얻어진 영상만을 다루어 이미지가 회전되었을 정확한 모자이크 결과를 얻을 수 없었다. 따라서 본 논문에서는 Mellin Transform 에 기반한 투영 행렬을 이용하여 이미지가 이동하거나 회전하였을 경우에도 빠른 시간에 이미지의 중복 정보를 찾아 정확한 모자이크를 생성할 수 있는 방법을 제안한다.

1. 서론

이미지 기반의 렌더링은 컴퓨터 비전과 컴퓨터 그래픽 분야에서 새롭게 주목 받고 있는 이론으로 실영상의 이미지를 조합하여 장면이나 물체를 재구성하는 기술을 말한다[3]. 모자이크는 이러한 이미지 기반 렌더링의 한 분야로[4] 파노라믹 이미지를 이용한 가상현실 시스템 중 이미지 기반 렌더링의 기초 기술의 하나로 연구되고 있다. 이미지 모자이크는 한 장면의 중복되는 이미지의 조각들을 하나의 큰 이미지로 나열하여 이미지들을 조합하는 것이다[3]. 이미지 모자이크에서 가장 중요한 점은 정렬을 위한 변환을 추출하는 것이다. 그 동안 연구된 정합 알고리즘은 대부분 이미지들 간의 국소적인 중복정보를 찾거나 매칭을 위한 특징점을 추출하는 데 중점을 두어 이미지의 수평 이동 정보만을 고려해 정합하였기 때문에 회전 정보를 가진 이미지는 모자이크를 정확하게 할 수 없었다. 따라서 수평이동과 회전 정보를 가진 이미지를 정합할 수 있는 방법이 필요하다.

이를 위해서 본 논문에서는 Mellin Transform 기반으로 수평 이동 이미지 뿐 아니라 회전된 이미지를 모자이크하여 파노라믹 영상을 생성하고자 한다. 이에 대한 전체적인 흐름도는 그림 1 과 같다

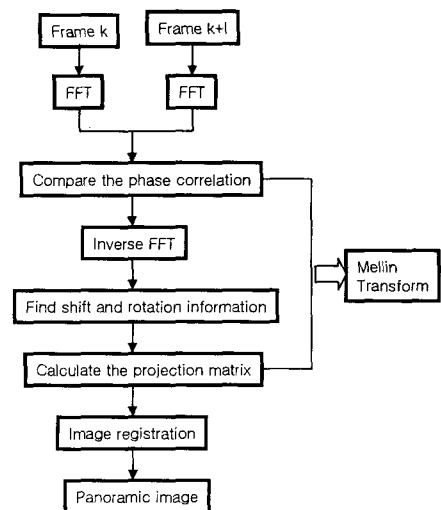


그림 1. 전체 구성도

2. 이미지의 이동 정보 추출

Mellin Transform 은 위상 관계와 푸리에 변환에 기초를 둔다[1]. 연속된 두 영상 $I_1(x, y)$ 와 $I_2(x, y)$ 는 (x_0, y_0) 의 차이를 가진다. 이 정보를 이용하여 이미지의 이동정보를 추출할 수 있다.

$$I_2(x, y) = I_1(x - x_0, y - y_0) \quad (1)$$

각 이미지 I_1, I_2 에 푸리에 변환을 적용하여 두 영상의 phase shift 정보를 찾을 수 있다.

$$F_2(\omega_x, \omega_y) = e^{-j2\pi(\alpha x_0 + \alpha y_0)} F_1(\omega_x, \omega_y) \quad (2)$$

따라서, 두 영상의 phase shift 인 $e^{-j2\pi(\alpha x_0 + \alpha y_0)}$ 는 다음의 값을 가진다.

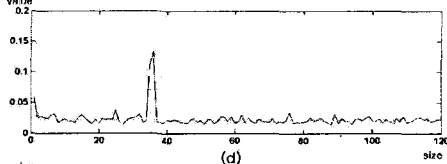
$$e^{-j2\pi(\alpha x_0 + \alpha y_0)} = \frac{F_1(\omega_x, \omega_y) F_2^*(\omega_x, \omega_y)}{|F_1(\omega_x, \omega_y) F_2(\omega_x, \omega_y)|} \quad (3)$$

여기서 F_2^* 는 F_2 의 complex conjugate 이다. 이 $e^{-j2\pi(\alpha x_0 + \alpha y_0)}$ 를 다시 역 푸리에 변환을 적용하면 원본 이미지에서 이동된 위치에 delta function 이 나타난다. 이것이 두 영상 사이의 수평이동 성분이다.

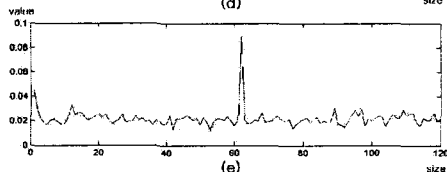
그림 2 는 Mellin Transform 후 나타나는 수평이동 정보를 나타낸다. (d)와 (e)는 k 프레임에 대해 k+5 프레임과 k+10 프레임을 접합할 경우 나타나는 수평이동 정보이다. k+10 프레임과 k+5 프레임의 delta function 의 위치가 달라지는 것을 알 수 있다.



(a) frame k (b) frame k+5 (c) frame k+10



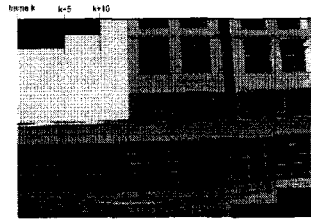
(d)



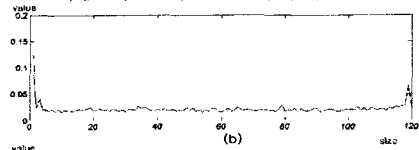
(e)

그림 2. 평행 이동 성분

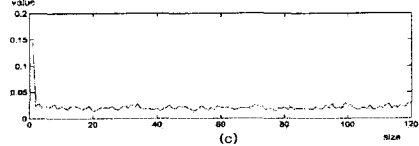
이 이동의 결과는 회전을 추정하는데 사용될 수 있다. 만약 최대 이동량을 추출하면 회전 정보는 그 다음 최대량을 사용하여 추정한다. 그림 3 은 Mellin Transform 후 이미지의 회전 정보를 나타내는 그림이다. (a)는 그림 2 의 이미지들을 모자이크 한 결과이며 (b)와 (c)의 그래프는 각 k+5 프레임과 k+10 프레임의 회전량을 나타낸다.



(a) 프레임 k, k+5, k+10 영상의 모자이크



(b)



(c)

그림 3. 회전 이동 정보

3. 이미지 접합

여러 장의 이미지를 모자이크 할 경우 첫 부분과 마지막 부분이 정확하게 정합되지 못 하는 현상이 발생한다. 이는 각 이미지를 접합할 때 생기는 미세한 오차가 마지막 부분에서 누적되어 생기는 현상이다. 이를 해결하기 위해 Mellin Transform 에 의해 추정된 이동 정보와 회전 정보 그리고 카메라 내부 기하 정보를 이용하여 각 이미지를 접합하는 투영 행렬을 추출한다.

실세계의 영상을 카메라로 얻을 경우 카메라의 내부 파라미터에 의해 이미지가 왜곡된다. 따라서 정확한 이미지 접합을 위해서 카메라 내부 파라미터 행렬을 구하여 이미지를 보정한다. 카메라 보정에는 대표적으로 사용되고 있는 Tasi calibration method 를 사용한다[9]. 따라서 각 이미지 사이의 투영 행렬 A 는 다음과 같다.

$$A = C R C^{-1} \quad (4)$$

여기서 R 은 이미지의 회전 행렬이고 C 는 카메라 내부 파라미터 행렬이다. 카메라 내부 파라미터 행렬 은 다음과 같다.

$$C = \begin{bmatrix} \alpha & \gamma & u_0 \\ 0 & \beta & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

여기서 (u_0, v_0) 는 중심점의 좌표이고, α 는 u 축상에서 투영 이미지의 크기 요소이다. β 는 v 축에서 투영된 이미지의 크기 성분이며 γ 는 두 이미지 사이의 뒤틀림 정도를 나타낸다. 그림 4 는 그림 1 의 전체 구상도에서 이미지 접합에 해당되는 과정을 보여 주고 있다. Mellin Transform 후 추출된 정보를 이용하여 각 이미지 사이의 지역적인 투영 행렬을 계산한 후 이를 바탕으로 전체적인 투영 행렬을 구하여 이미

지를 합성하는 과정이다.

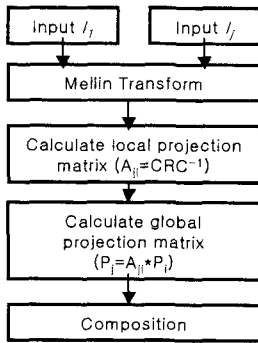


그림 4. Global registration 과정

전체적인 투영 행렬 P_i 는 각 이미지 간의 투영 행렬인 A_{jk} 의 누적으로 구할 수 있다[1].

$$P_i = \prod_{j=2} A_{j,j-1} \quad (6)$$

수식 (5)를 바탕으로 하여 이미지 I_i 의 전체적인 투영 행렬을 구하면 다음과 같다.

$$P_i = A_{ij} P_j \quad (7)$$

여기서 P_j 는 집합이 완료될 때 까지 반복적으로 수행되어 계산된다. 표 1 은 위와 같은 방법으로 계산한 결과이다.

순서	Local matrix	Global matrix
Frame1 (Pano10)	$A_{1,0} = C R_{1,0} C^{-1}$ I	$P_1 = A_{1,0} P_0$ I
Frame2 (Pano15)	$A_{2,1} = C R_{2,1} C^{-1}$ $\begin{bmatrix} 1.00 & 0 & 0 \\ 0 & 1.00 & 0 \\ 0.2917 & -0.0833 & 1.00 \end{bmatrix}$	$P_2 = A_{2,1} P_1$ $\begin{bmatrix} 1.00 & 0 & 0 \\ 0 & 1.00 & 0 \\ 0.2917 & -0.0833 & 1.00 \end{bmatrix}$
Frame3 (Pano20)	$A_{3,2} = C R_{3,2} C^{-1}$ $\begin{bmatrix} 1.00 & 0 & 0 \\ 0 & 1.00 & 0 \\ 0.2167 & -0.0917 & 1.00 \end{bmatrix}$	$P_3 = A_{3,2} P_2$ $\begin{bmatrix} 1.00 & 0 & 0 \\ 0 & 1.00 & 0 \\ 0.5084 & -0.1750 & 1.00 \end{bmatrix}$

표 1. 그림 2 조합 시 나타나는 투영 행렬

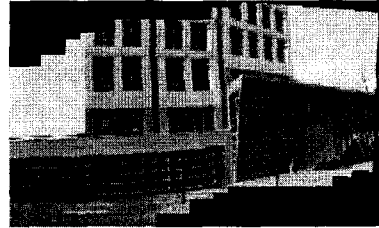
위 표의 투영 행렬들은 그림 2 의 이미지를 조합했을 경우 계산되는 투영 행렬이다. 첫번째 이미지의 경우는 조합이 필요 없으므로 투영 행렬은 단위 행렬인 I 로 계산한다. 이미지 각각의 투영행렬은 반복적으로 계산된다.

4. 실험 결과

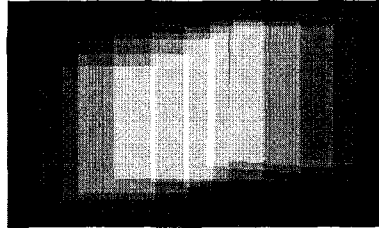
본 논문에서 제안한 방법을 검증하기 위해 자연 영상을 사용하여 파노라믹 영상을 제작하였다. 배경영상은 hand-held 카메라로 촬영하여 각 이미지는 X 축 평행이동성분과 회전 성분이 존재한다. 이미지 모자이크에는 회전 정보와 수평 이동 정보를 좀 더 자세히

나타내기 위해서 전체 이미지 프레임 중 5 단위로 프레임을 취하여 적용하였다.

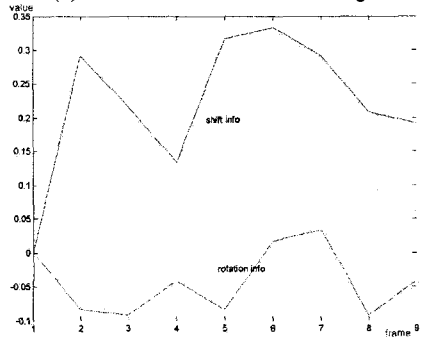
그림 5 는 모자이크한 결과를 나타내고 있다. (a)는 학교 내의 전경을 모자이크 한 것이고 (b)는 (a) 이미지의 각 이미지 간의 weight 값에 따라 겹쳐지는 정도를 보여주고 있다.



(a) Mellin transform 후의 모자이크 이미지



(b) 각 이미지의 모자이크 weight



(c) 각 이미지의 수평이동과 회전 정보

그림 5. 모자이크 결과 영상

표 2 는 각 이미지 간의 수평 이동 정보와 회전 정보를 보여준다.

순서	이미지	Shift info	Rotate info
1	Pano10	0	0
2	Pano15	0.2917	-0.0833
3	Pano20	0.2167	-0.0917
4	Pano25	0.1333	-0.0417
5	Pano30	0.3167	-0.0833
6	Pano35	0.3333	0.0167
7	Pano40	0.2917	0.0333
8	Pano45	0.2083	-0.0917
9	Pano50	0.1917	-0.0417

표 2. 그림 5 의 수평이동정보와 회전정보

그러나 Mellin Transform 의 경우 이미지 크기의 1/3 이상이 겹쳐지지 않거나 회전 각도가 너무 크게 되면 정확한 모자이크를 얻을 수 없었다. 그림 6 은 비디오

sequence 의 간격을 10 으로 접합했을 때의 결과로써 Mellin Transform 의 문제점을 보여주고 있다. 두 이미지의 중복정보가 1/3 이상 되지 않은 경우는 delta function 의 위치가 일정하게 나타나지 않으며 이 외에도 큰 값을 가지는 영역이 많아진다. 이 결과로는 Mellin Transform 후에 나타나는 이동 정보와 회전 정보의 양을 정확하게 추출하기 힘들기 때문에 정확한 모자이크 생성을 위한 투영 행렬을 구하기가 어렵다.

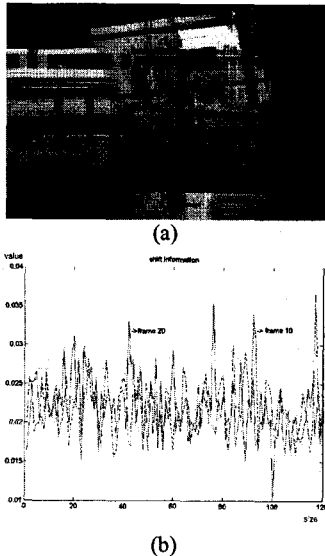


그림 6. 수평 이동에 따른 접합 결과

5. 결론

본 논문에서는 파노라믹 영상을 위한 모자이크 생성 시에 이미지의 중복성을 좀 더 쉽게 찾고 이미지가 수평으로 이동했을 경우와 회전했을 경우에도 영상의 정합을 정확하게 시행하기 위해서 Mellin Transform 을 사용하였다. Mellin Transform 은 여러 이미지를 접합하는 과정에서 빠른 시간에 이미지의 중복 정보를 찾아내었고 또한 이미지의 수평이동정보와 회전정보를 쉽게 찾을 수 있었다. 이를 바탕으로 이미지를 접합하기 위한 투영 행렬을 계산하여 모자이크의 오차를 줄이면서 정확한 모자이크 이미지를 얻을 수 있었다. 향후 이러한 연구를 기반으로 하여 가상 현실에 적용

가능한 파노라믹 영상을 생성하기 위한 칼라 정보와 깊이 추정을 통해 좀더 현실감있는 가상 현실 배경의 생성을 위한 연구에 이용하고자 한다.

참고문헌

[1] J.Davis " Mosaics of Scenes with Moving Objects" , *Computer Vision and Pattern Recognition Proceedings*, pp.354-360, 1998

[2] Chiou-Ting Hsu,Yu-Chun Tsan " Mosaics of video sequences with moving objects" , *Image Processing, 2001. Proceedings. 2001 International Conference on* , Volume: 2 , 7-10 Oct 2001

[3] Paul Bao, Dan Xu, " Complex wavelet-based image mosaics using edge-preserving visual perception modeling" , *Computers & Graphics*, Volume 23, Issue 3, 1 June 1999, Pages 309-321

[4] Szeliski. R Shum H., " Creating full view panoramas image mosaics and environment maps" , *Computer Graphics Proceedings. Annual Conference Series(SIGGRAPH' 97) 1997*, pp. 251-8

[5] B.V.K.V. Kumar and E. Pochapsky, " Signal-to-noise ratio considerations in modified matched spatial filters" , *J.Opt.Soc. Am. A.*, vol. 3, no.6, pp. 777-786, 1986

[6] Szeliski. R., " Video mosaics for virtual environments" , *IEEE Computer Graphics and Applications*, 16:22-30, 1996

[7] Szeliski. R and Shum H., " Panoramic image mosaics" , *Microsoft Research MSR-TR-97-23*, 1997

[8] B.S.Reddy and B.N.Chatterji, " An FFT-Based Technique for Translation, Rotation, and Scale Invariant Image Registration" , *IEEE Trans.On Image Processing*, vol.5, no.8 pp.1266-1271, 1996

[9] Hanqi Zhuang and Wen-Chiang Wu, " Camera calibration with a near-parallel (ill-conditioned) calibration board configuration" , *Robotics and Automation, IEEE Transactions on* , Vol. 12 Issue: 6 , Dec 1996 , pp. 918 □ 921

[10] Lee Ji-Hyun, Song Bok-Deuk, Yun Tea-Soo, Yang Hwang-Kyu, " Image Registration for Panoramic Image Using Mellin Transform" , *KIPS2002*, vol. 9, no. 2, 2002

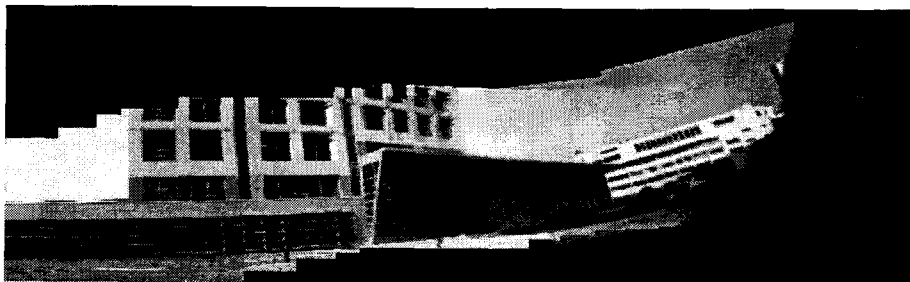


그림 7. 모자이크 전체 이미지