

비디오 영상으로부터 배경 합성의 모자이크 방법 연구

이재철*, 최유락*, 전형섭**

*한국원자력 연구소

**충남대학교

e-mail:jclee2@kaeri.re.kr

A Study on Global Background Scene Mosaicking Method from Video

Jae-Cheol Lee*, Yu-Rak Choi*, Hyeong-Seop Jun**

*Korea Atomic Energy Research Institute

**Chung-nam National University

요 약

이미지 모자이크 기법은 한 번에 촬영 할 수 없는 큰 배경이나 사물을 부분적으로 촬영 한 후 이들을 조합하여 전체 배경이나 사물을 합성하는 기술이다. 이 기술은 주로 지형을 촬영한 항공사진을 조합하여 전체 영상을 얻는 용도로 사용되어왔다. 본 연구에서는 일반적인 스틸사진의 조합이 아닌 동영상으로 촬영된 영상물로부터 전체 배경을 합성하는 방법에 대한 것이다. 이를 위하여 먼저 비디오 프레임간의 공통적인 특징 점들을 추출하고 일치되는 점들을 찾아내었다. 이로부터 두 프레임간의 상대적인 좌표를 구한 후 이를 저장하였다. 마지막으로 합성 단계에서는 저장된 상대 좌표로부터 부분 이미지를 연결하여 전체 이미지를 구하는 방법을 제안하였다. 제안된 방법은 근접 촬영이 필수인 협소공간의 거대 구조물의 육안 검사를 소형로봇 등의 원격 이동체에 실린 카메라로 수행하기 위한 용도에 응용될 수 있다.

1. 서론

최근 디지털 기술의 발전으로 미디어의 저장, 재생 및 합성 등의 분야에서 종래 아날로그 기술로 실현 불가능하였던 기법이 일반적으로 널리 쓰이게 되었다. 그 중 부분적인 작은 이미지들을 조합하여 전체영상을 구성하는 이미지 모자이크 기법은 한 번의 촬영으로 전체영상을 얻기가 곤란한 항공 지형사진 등에 주로 사용되어 왔다. 이와 같이 촬영자의 공간이나 장비, 촬영 시간 등이 서로 다른 부분 영상들을 조합하여 전체 영상을 구성하기 위한 기법이 연구되고 있다.[1][2][3]

본 연구는 금속성 구조물의 부식, 손상 및 크랙 등의 검사를 위하여 표면의 육안 검사를 하고자 할 때, 피사체로부터 카메라를 충분히 떨어지게 배치할 수 없는 협소한 공간에서 근접 촬영한 표면 영상들을 조합하여 전체 영상을 구하기 위한 목적으로 수

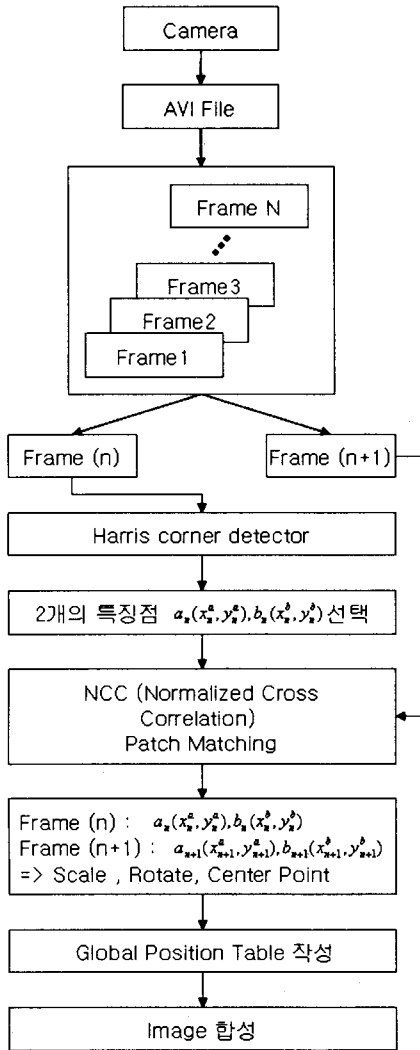
행되었다. 또한 부분 영상들을 실시간으로 조합하면 현재 이동 로봇의 위치가 전체 검사영역의 어느 부분인가 하는 점도 파악되기 때문에 검사영역의 중복 배제 및 검사시간의 단축도 꾀할 수 있다. 근접 촬영 부분 영상은 소형 이동 로봇에 장착된 카메라에서 촬영한 비디오 신호에서 추출하였다.

2. 제안된 모자이크 기법

그림 1.에 제안된 알고리즘의 블록 다이어그램을 나타내었다. 먼저 카메라에서 입력받은 영상을 널리 쓰이는 동영상 형식인 AVI 파일로 저장하였다. 다양하게 촬영된 동영상들로부터 배경이 된 전체 이미지를 구현하는 것은 사용 용도가 많은 이유도 있으며, 현재 실시간 처리의 문제가 있어 일단 파일로 저장한 후 처리하는 방법을 사용하였다. 알고리즘을 FPGA로 구현하거나 병렬 시스템을 사용한 다면 총

분히 실시간 처리가 가능 할 것이다.

$$R = \lambda_1 \lambda_2 - k(\lambda_1 \lambda_2)^2$$



(그림 1) 제안된 모자이크 알고리즘

저장된 AVI 파일로부터 얻은 프레임별 영상에서 특징 점의 후보로 코너를 찾는다. 코너를 찾는 방법은 Harris Corner Detector[4]를 사용하였다. [u,v] 방향의 평균적인 이미지 밝기(Intensity) 변화는

$$E(u,v) \cong [u,v] M \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix}$$

와 같이 나타낼 수 있다. 행렬 M의 고유값(eigen value) 으로 모서리 응답의 특성을 나타내면

로 나타낼 수 있다. 여기서 k는 경험 상수로 0.04 ~ 0.06 정도의 값을 가진다. 모서리에서는 모든 방향으로 큰 밝기의 변화가 있으며 윗 식의 R이 비교적 큰 양수 값을 가진다.

n 번째 프레임에서 찾은 점들 중 2개의 특징 점을 선택하여 이를 각각 $a_n(x_n^a, y_n^a)$, $b_n(x_n^b, y_n^b)$ 라 하였다. 이 두 점에 해당되는 점들을 n+1 번째 프레임에서 찾는다. 이 때 NCC (Normalized Cross Correlation)[5]을 사용하여 구하며, n+1 번째 프레임에서 선택된 두 점을 각각 $a_{n+1}(x_{n+1}^a, y_{n+1}^a)$, $b_{n+1}(x_{n+1}^b, y_{n+1}^b)$ 이라 하였다. n 번째 프레임에서 특징 점 주변의 MxN 크기의 이미지를 $s(m,n)$ 이라 하고 n+1번째 프레임의 MxN 크기의 특징 점을 $o(m,n)$ 이라 하였다. 이들의 평균 A_s, A_o 와 분산 V_s^2, V_o^2 를 구하면 다음과 같다.

$$A_s = \frac{\left\{ \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} s(m,n) \right\}}{M \times N}$$

$$A_o = \frac{\left\{ \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} o(m,n) \right\}}{M \times N}$$

$$V_s^2 = \frac{\left\{ \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} (s(m,n) - A_s)^2 \right\}}{M \times N}$$

$$V_o^2 = \frac{\left\{ \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} (o(m,n) - A_o)^2 \right\}}{M \times N}$$

이로부터 cross correlation을 구하면 다음과 같다.

$$Cc(i,j) = \frac{\left\{ \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} ((s(m,n) - A_s)(o(m,n) - A_o)) \right\}}{M \times N}$$

정규화 된 cross correlation은

$$Ncc(i,j) = \frac{Cc(i,j)}{(V_s \times V_o)}$$

로 나타 낼 수 있으며 이 때 $-1.0 \leq Ncc \leq 1.0$ 을 만족하게 된다. Ncc가 1.0에 가까울수록 보다 일치하는 점으로 판정할 수 있다. 가장 일치도가 높은 점을 n+1 프레임의 2 개의 특징 점으로 정하고 이를 $a_{n+1}(x_{n+1}^a, y_{n+1}^a), b_{n+1}(x_{n+1}^b, y_{n+1}^b)$ 이라 하였다.

다음으로, n번째 프레임의 두 점 과 n+1번 프레임의 두 점을 이용하여 n+1 프레임 영상의 n 프레임 영상에 대한 상대적 크기, 회전 및 중심점을 구하였다. 이를 위하여 첫 번째 기준이 되는 프레임(n 번째)의 회전, 크기 및 중심점을 각각 0도, 1,0 및 (0,0)으로 가정하였다. 기준 프레임에 대한 n+1번째 프레임의 회전각 R_{n+1} 은 다음과 같이 구하였다.

$$\tan \theta = \frac{y_n^b - y_n^a}{x_n^a - x_n^b},$$

$$\tan \theta' = \frac{y_{n+1}^b - y_{n+1}^a}{x_{n+1}^a - x_{n+1}^b}$$

$$R_{n+1} = \theta' - \theta$$

n 번째 프레임에 대한 n+1 번째 프레임의 상대 크기 S_{n+1} 은 동일 프레임의 두 점 사이의 공간 거리를 이용하여 구하였다. 공간 거리를 각각 d_n, d_{n+1} 이라 하면

$$S_{n+1} = \frac{d_{n+1}}{d_n}$$

와 같이 쓸 수 있다.

n+1 번째 프레임의 상대 중심점 좌표 (cx_{n+1}, cy_{n+1}) 는 다음과 같이 구할 수 있다.

먼저 $b_n(x_n^b, y_n^b), b_{n+1}(x_{n+1}^b, y_{n+1}^b)$ 을 일치시킨다.

두 대응점의 이미지 상의 거리를 X_{n+1}, Y_{n+1} 이라 하면,

$$X_{n+1} = x_n^b - x_{n+1}^b,$$

$$Y_{n+1} = y_n^b - y_{n+1}^b$$

와 같으며 이때 중심점의 좌표는,

$$cx_{n+1} = cx_n + X_{n+1},$$

$$cy_{n+1} = cy_n + Y_{n+1}$$

와 같이 구할 수 있다.

이와 같은 방법으로 구한 크기, 회전 및 중심점의 좌표를 이용하여 부분 영상들의 전체 영상에 대한 위치 테이블을 작성하는 방법을 제안하였다. 이와 같은 방법으로 비디오 영상으로부터 전체 배경을 합성하게 되면 실제 비디오 파일과 작은 크기의 위치 테이블 파일만 처리 결과로 남게 되고 이로부터 얼마든지 전체 영상을 모자이크 할 수 있게 된다. G 번째 프레임까지의 전역 크기, 회전 및 중심점은 다음과 같다.

$$GR_G = \sum_{n=1}^G R_n$$

$$GS_G = \sum_{n=1}^G S_n$$

$$GCX_G = cx_1 + \sum_{n=1}^G X_n,$$

$$GCY_G = cy_1 + \sum_{n=1}^G Y_n$$

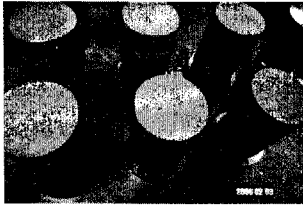
아래에 위치 테이블의 예를 보였다.

<표 1> 전역 위치 테이블

	global scale	global rotation	global center point
Fr.1	1	0	$(\frac{M}{2}, \frac{N}{2})$
Fr.2	$S_1 + S_2$	$R_1 + R_2$	$(\frac{M}{2} + X_2, \frac{N}{2} + Y_2)$
Fr.3	$S_1 + S_2 + S_3$	$R_1 + R_2 + R_3$	$(\frac{M}{2} + X_2 + X_3, \frac{N}{2} + Y_2 + Y_3)$
⋮	⋮	⋮	⋮

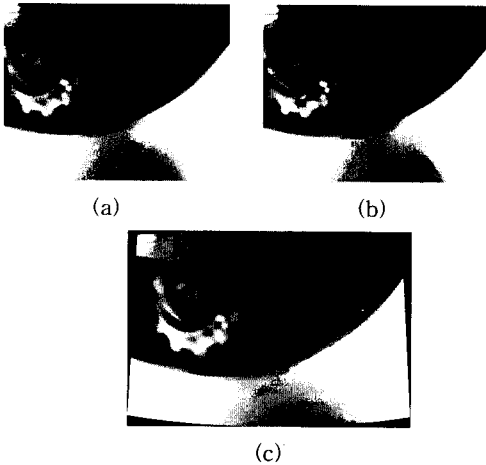
3. 실험 및 결과

본 연구는 원자로 제어봉 안내관 지지핀 및 원자로 탐 헤드의 육안 검사를 위하여 개발되었다. 아래에 실험에 사용된 제어봉 안내관의 모형을 보였다.



(그림 2) 제어봉 안내판 및 지지핀 모형

알고리즘의 확인을 위하여 모형 위에서 카메라를 움직이면서 찍은 동영상으로부터 추출한 이미지들을 사용하여 이미지의 합성 실험을 하였다. 본 실험에서는 10 프레임 간격으로 이미지를 추출하였다. 아래에 부분 영상과 이로부터 합성한 전체 이미지를 보였다.



(그림 3) 두개의 프레임으로부터 이미지 합성
(a) n 번째 프레임 (b) n+1 번째 프레임 (c) (a+b)의 합성 이미지



(그림 4) 15 * 10 frames/sample)의 비디오 영상에서 이미지 합성

4. 결론

협소한 영역에서 금속체의 부식, 손상 및 크랙 등의 검사를 위한 육안검사에 응용될 수 있는 이미

지 모자이크 방법을 제안하였다. 본 방법은 비디오로 촬영된 동영상 파일로부터 부분 영상들의 위치 테이블을 구성하고 이 테이블과 원래 동영상 파일로부터 전체 이미지를 재구성 할 수 있음을 보였다. 추후 동영상으로부터 카메라의 움직임을 추정하여 효율적으로 프레임들을 배분하는 방법, 누적되는 오차의 극복문제, 재구성 영상의 질적인 측정 변수 개발 및 최소화 방안, 병렬 시스템이나 하드웨어 구현에 의한 실시간 처리 등의 연구가 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] W. Peuch, A.G. Bors and J.M. Chassery "Mosaicking of paintings on curved surfaces", IEEE Workshop on Applications of Computer Vision", Sarasota, USA, pp.50-55, 1996
- [2] I. Zoghiani, O. Faugeras and R. Derche, "Using geometric corners to build a 2D mosaic from a set of images", INRIA, 2004 oute des Lucioles, BP93
- [3] D. Capel and A. Zisserman, "Automated mosaicing with Super-resolution Zoom" Proc. IEEE CVPR, pp.885-891 1998.
- [4] C. Harris and M. Stehens "A Combined Corner and Edge Dectector", In Alvery Vision Conference, PP. 147-151, 1988
- [5] R. C. Gonzlaez and R.E. Woods, "Digital Image Processing" 3rd Ed. Addison-Wesley, 1992