선형특징을 이용한 영상정합에 관한 연구

정종화° 박영태
경희대학교 전자공학과
balamkal@netian.com°, ytpark@khu.ac.kr

Image Matching using Linear Feature

Jonghwa Jung° Youngtae Park
Dept. of Electronics Engineering, Kyunghee University

요 약

두개의 영상을 정합하는 것은 컴퓨터 비젼분야의 기본적인 과정 중의 한가지이다. 본 논문에서는 영상에서 간결하면서 많은 정보를 가지고 있는 선형특징들을 이용하여 회전각도와 위치변화에 관계없이 영상을 정합하는 방법을 제안한다. 영상에서 edge성분들을 추출하여 구조체로 구성하고 이를 이용하여 Hough공간에서 최대로 누적되는 변환 파라미터들을 추정하고, 후보 파라미터들에 대하여 다시 최적의 정합조건을 가지는 파라미터를 Hough기법을 사용하여 결정한다. 많은 연산양이 요구되기 때문에 전처리 과정을 사용하여 정확하고 빠른 정합을 유도한다.

1. 서 론

두개의 영상을 정합하는 것은 물체 인식, 항로 조정과 같은 컴퓨터 비젼의 응용분야에서 기본적이면서 중요한 부분이다. 일반적으로 Gray level의 영상은 정합에 불필요한 요소들이 많이 포함되어 있어서 빠르고 정확한 정합을 위해서는 간결하면서도 특징을 충분히 묘사할 수 있는 방법이 요구된다. 영상을 묘사하는 방법에는 영역에 기반을 둔 방법과 Edge에 기반을 둔 방법[1,2]이 널리 사용되고 있으며 영역에 기반을 둔 방법에서는 세그멘테이션 기법이 영상을 균질한 영역들의 집합으로 분할하는데 사용되고 Edge에 기반을 둔 방법에서는 Edge 검출방법이 균질한 영역을 나누는 경계를 찾아내는데 사용된다. 요약정보의 수준을 높이기 위하여 Edge 성분들은 세선화 되고 연결된 경계점들을 Piecewise linear approximation과 같은 더 간단한 형태로 근사화 시킨다. Edge정보를 사용하는 것은 거의 모든 영상에 대해서 Edge성분들을 얻을 수 있으며 적은 정보로 영상을 묘사할 수 있는 이점이 있다.

2. 본 문

본 논문에서는 정합과정에 앞서서 더 나은 선형특징을 얻기 위해 전처리 과정을 수행한다. 먼저 영상의 히스토그램을 분석하여 임계치값을 정하고, 이 임계치값을 사용하여 얻은 이진화 이미지에 대하여 edge정보를 구성하고 세선화 한다. 얻어진 edge성분들을 보정하고 근사화 시킨 다음 edge성분들의 최대길이를 구하여 일정길이 이상의 것만으로 선형특징들을 얻는다. 이렇게 구한 선형특징들을 Hough기법을 이용하여 최적의 파라미터 값을 추정하여 검증하는 방법을 사용한다.

2.1 선형특징 추출기법

선형특징을 어떻게 얻느냐에 따라서 뒤의 정합과정에서 좀더 정확한 결과를 빠르게 얻을 수 있다. 정합과 무관한 선형특징들이 많이 존재할 경우 그로인해 부정확한 추정값을 얻게 될 수도 있으며 정합과정에서 불필요한 연산을 수행하게 되므로 정합속도의 손실을 가져올 수 있다. 이를 위해 다음과 같은 과정을 수행한다.

step 1 : 5x5 Babu-Navatia edge mask[3]를 사용하여 edge검출
step 2 : edge영상의 히스토그램의 최대값과 최저값을 구하여 그 둘을 잇는 직선에서 가장 먼 거리에 있는 밝기값을 임계치로 사용
step 3 : edge의 끝점에서 기울기 방향으로 진행하여 5픽셀 안에 다른 edge성분이 있을 때 그 점까지 edge성분을 연장한다.
step 4 : Classical Thinning 알고리즘에 의한 세선화
step 5 : Iterative end-point fit 알고리즘을 사용하여 선형특징들을 얻는다. 이때 최대길이의 50%, 30%, 20픽셀이상의 임계치중 7개 이상의 선형특징들이 얻어지는 것을 순서대로 사용한다.

2.1.1 이진화를 위한 임계치

그림1와 같이 edge영상의 히스토그램을 구하여 최대값을 갖는 화소값을 중심으로 최상위값과 최하위값을 잇는 선을 기준으로 하여 가장 거리가 먼 곳의 화소값으로 임계치를 사용하였다.

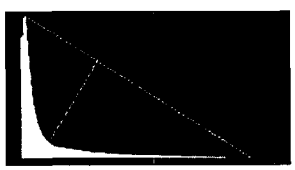

그림1. 이진화 임계치의 설정

(a) (b) (c)

그림2. (a)원영상 (b)Babu-Navatia edge mask (c)Threshold

2.1.2 Edge 보정

edge성분에서 선형특징을 얻는 과정에서 다음과 같은 문제가 발생할 수가 있다.

1) 노이즈가 edge로 검출된 경우
2) 하나의 픽셀로 이어지는 분기점
3) 연결이 끊어진 경우

이러한 문제들을 해결하기 위하여 다음과 같은 방법을 사용한다. 첫 번째 오류의 경우에는 일정길이 이상이 되지 못하면 노이즈로 판정하여 제거하는 방법을 사용한다. 두 번째와 세 번째의 경우에는 하나의 edge성분으로 선형특징이 되어야 할 부분들이 분기점으로 연결이 끊어지게 되어 길이가 짧아지거나 여러 개의 선형특징들로 분할되어 나타나는 오류를 발생한다. 두 번째 오류인 하나의 픽셀로 인하여 분기점이 생기는 경우에는 영상 전체를 검색하여 3x3의 마스크로 된 그림 3과 같은 네 가지 모델들 중 한가지와 일치한다면 돌출된 픽셀을 제거한다.

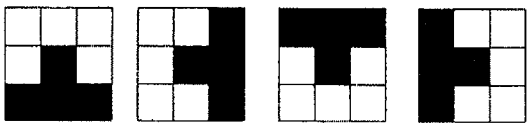

그림3. 에지 보정을 위한 마스크

세 번째 오류의 경우에는 edge가 추출된 영상에서 끊어져있는 경계점을 찾아 그 끝점에 연결된 일정길이의 edge점에서 기울기를 구한 뒤 기울기의 방향으로 일정길이 이내에 edge점이 존재한다면 그 지점까지 edge를 연장하는 방법을 사용한다. 그림4에서 검은색 픽셀들은 보정하기전의 추출된 경계점들이고, 끊어진 경계점에서 확장하여 다른 경계점에 연결된 부분은 회색으로 표시되어 있다.

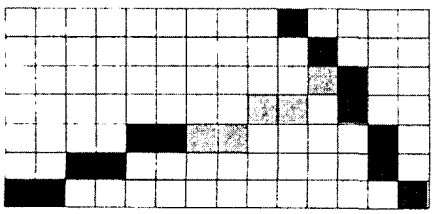

그림4. 끊어진 경계점의 연결

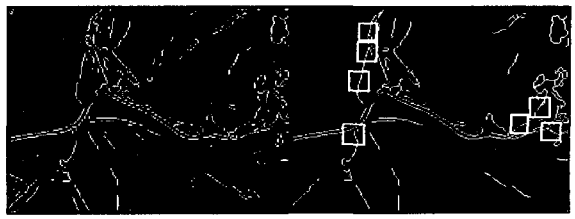

그림5.(a) edge영상 (b)경계점이 연결된 영상

가장 뚜렷한 선형특징들을 우선으로 적절한 개수의 선형특징을 사용하기위해 최대길이의 50%보다 길이가 긴 선형특징들을 찾고 이들의 개수가 7개보다 적을 경우에는 최대길이의 30%보다 긴 길이, 20픽셀보다 긴 길이로 임계치를 점차 낮추어 일정개수 이상의 선형특징들을 얻는다.

2.2 파라미터 추정기법

두 영상에 대하여 정합을 하여 변환될 영상을 Model이라 정의하고 나머지 영상을 Scene이라 정의한다. 그리고 Model과 Scene의 선형특징들의 집합은 $A=\{a_i \mid 1 \le i \le n\}$, $B=\{b_j \mid 1 \le j \le m\}$ 로 각각 정의 한다. 이들 선형특징들은 0°-180° 로 정규화 시켜 사용한다. 그 때문에 반드시 -180° 에 대해 다시 한번 검증을 해야만 정확한 결과를 얻을 수 있다.

step 1 : 모든 (i, j)쌍에 대해 각도 차이 θ_{ij} 를 계산한다.

step 2 : 누적값들을 가중치를 주어 평균화한 각도들 중에서 가장 많이 누적된 값의 80%이상의 각도들을 초기 추정정보로 사용한다. 이렇게 얻은 추정정보의 수가 15개 이상의 경우에는 최대누적값의 90%이상의 각도들을 초기추정정보로 사용한다.

step 3 : 위에서 얻은 θ 값들에 대하여 양립계수를 계산하여 가능성이 가장 높은 정합쌍들을 정한다.

step 4 : 위의 과정에서 구한 정합쌍들에 대해 이동변위 dx, dy를 Hough기법을 사용하여 최적의 파라미터값을 정한다.

회전각도 θ_{ij}는 좌우로 3° 사이의 누적값들의 가중치합을 Hough기법을 이용하여 추정한다. 가장 많은 가중치합을 가지는 θ를 구하여 최대누적값의 80%이상의 값을 가지는 각도들을 초기 추정정보로 사용한다. 만약 초기추정각도의 개수가 15개가 넘어갈 경우에는 후보 각도들의 개수를 줄이기 위하여 최대누적값의 90%이상의 값을 가지는 θ값들을 초기추정정보로서 사용한다.

이렇게 정한 후보 각도들에 대해 정합가능성이 있는 정합쌍들을 찾기 위하여 식(1)을 사용하여 계산되는 양립계수(Compatibility Measure)를 사용한다. 양립계수 C(i, j)는 i번째 scene 세그먼트가 model의 j번째 세그먼트와 정합되었을 때 정합된 다른 쌍들의 수를 의미한다. 선 세그먼트들은 완벽히 일치하지 않을 수도 있으므로 b_j의 양끝을 각각 b_j^1, b_j^2로 a_i의 양끝을 a_i^1, a_i^2로 정의한

다. b_j^1가 a_i^1와 대응되어 선 세그먼트 L_1을 생성하고 같은 방법으로 b_j^2가 a_i^2와 일치되도록 회전 변환되어 선 세그먼트 L_2를 생성한다. $D(L_n, P)$는 점P로부터 L_n까지의 수직거리를 나타낸다. b_s가 a_k에 정합되는 관계는 서로 대칭적이지 않기 때문에 F(k,s,i,j)도 함께 검증되어야 한다.

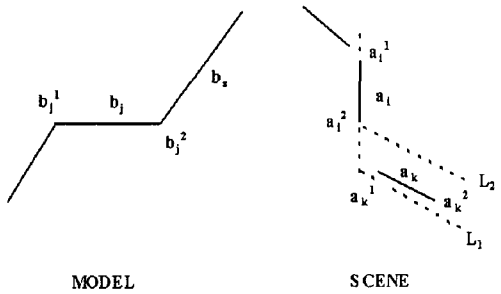

그림6. 양립계수

$$C(i, j) = \sum_{ks} S(F(i, j, k, s) - T) * S(F(k, s, i, j) - T) \quad (1)$$

$$F(i, j, k, s) = \text{Min}\ (\ \text{Max}(\ D(L_1, a_k^1), D(L_1, a_k^2))\ ,\ \text{Max}(D(L_2, a_k^1), D(L_2, a_k^2))\ )$$

$$S(x) = 1 \text{ for } x<0\ ,\ 0 \text{ for } x>0 \quad (2)$$

이렇게 수식으로 구한 양립계수의 각 행과 열에 대하여 가장 큰 값을 가지는 정합쌍들만 후보 정합쌍으로 사용한다. 후보 정합쌍들의 모든 조합에 대해 x축과 y축의 이동변위를 계산한 뒤 다시 Hough기법을 사용하여 가장 누적값이 큰 dx, dy를 이동변위로 추정한다.

3. 실험결과

실험은 펜티엄4 1.3G의 데스크탑에서 Visual C++을 기반으로 하여 항공영상들에 대하여 실험을 하였다. 표1에서와 같이 50장의 항공영상에서 43장을 정확하게 정합하였으며 각도나 이동변위의 오차가 있는 것이 3장 있었으며 오인식한 것이 4장 있었다.

표1. 정합결과

total	matching	missing	false
50	43(86%)	3(6%)	4(8%)

표2. 정합파라미터 값

	Model	Scene
선형특징개수	14.76(7, 33)	12.88(7, 31)
θ 변위(°)	-1.71(-13, 8)	
x축 이동변위	-1.23(-46 , 32)	
y축 이동변위	34.69(-81 , 102)	
정합시간	3.58 (1.5 , 17.8)	

표2에서 보이는 값은 평균값이며 괄호안의 좌측이 최소값, 우측을 최대값으로 표기하였다. 정합시간은 컴퓨터 내의 클럭을 이용하여 함수의 연산시간을 측정한 것으로 실제 sec단위보다 크게 나타난 수치이다. 비교수치로써 표기하였다. 표의 정합결과에서 보면 약 20°범위에서 x축으로 약 80픽셀, y축으로 180픽셀 사이의 범위에서 정상적으로 정합이 이루어졌음을 알 수 있다. x축보다 y축이 큰 이유는 항공영상을 촬영하는 헬기의 진행방향에서 나타나는 차이라고 볼 수 있다. 그리고 선형특징개수의 최저값과 최대값의 차이가 많이 나는데도 정합에 문제가 없었다는 것은 선형특징의 개수가 적더라도 뚜렷한 정합쌍만 나타난다면 정합을 할 수 있다는 것으로 생각할 수 있다.

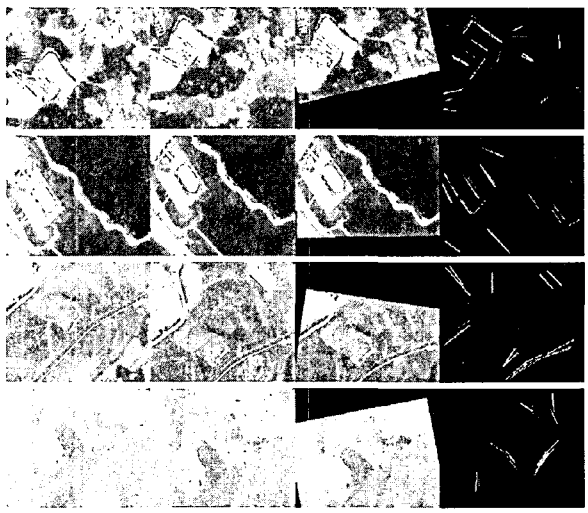

그림7. 영상정합결과의 예

4. 결론

missing과 false로 기록한 영상 중에서 일부영상들은 임계치값이나 가중치를 바꿔주었을 때에 정확하게 정합되는 모습을 보였다. 하지만 이 경우 일반적으로 적용할 때에 오류가 더 많이 나타나는 모습을 보였다. 표2의 결과에서 정합시간의 최소값과 최대값의 차이가 크게 나타나는데, 이것은 파라미터추정과 정합과정에서의 차이보다 선형특징을 얻어온 결과에 따라 차이가 더 크게 나타난다. 선형특징을 얻는 전처리 과정이 좀더 향상된다면 파라미터추정과정에서 연산량을 줄이고 오인식할 확률이 낮아져 더 나은 결과를 얻을 수 있을 것으로 보인다.

참고문헌

[1] K. Price, Relaxation matching techniques - A comparison, IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell., PAMI-7, 617-623, (1968).

[2] J. K. Cheng and T. S. Huang. Image registration by matching relational structures. Pattern Recognition. 7, 189-203, (1984).

[3] R. Nevatia and K. R. Babu, Linear feature extraction and description. Comput. Graphics and Image Processing. 33. 257-269, (1980).