

N-tuple을 이용한 고속 영상 등록 방법

고민삼^o, 김인중
한동대학교 전산전자공학부
e-mail:komiins@naver.com
ijkim@handong.edu

Fast Image Registration Method Using N-tuple

Min-Sam Ko^o, In-Jung Kim
School of Computer Science & Electronic Engineering
Handong Global University

요 약

복수의 영상들 간에 존재하는 변형을 빠른 속도로 파악할 수 있는 영상 등록 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 문자인식 및 얼굴인식 분야에서 많이 사용되는 N-tuple 방법을 영상 등록에 적용함으로써 영상간 회전 및 이동 상태를 고속으로 파악한다. 또한 특정 특징을 이용하지 않아 영상의 종류에 무관하게 적용할 수 있으며 소수점 화소 단위의 변형도 파악할 수 있다. 실험을 통해 영상 패치를 이용한 영상 등록 방법과 속도 및 정확도를 비교한 결과, 제안하는 방법이 속도와 정확도 면에서 우수함을 보였다.

Keywords: 영상 등록 (Image registration), N-tuple, 영상보간 (Image Interpolation)

1. 서론

영상 처리 시스템에서는 같은 장면에서 얻어진 여러 장의 영상들을 이용하여 보다 정확하고 세밀한 작업을 하는 경우가 있다. 이는 한 장의 영상에서만 정보를 얻기보다 여러 장의 영상에서 정보를 얻는 것이 보다 많은 정보를 얻을 수 있기 때문이다. 이 같은 시스템의 대표적인 예로는 여러 장의 저해상도 영상들을 합성하여 고해상도 영상을 생성하는 기법인 영상 초해상도 기법(Super Resolution)이 있다. 또한 GIS와 같은 지형 정보 시스템이나 일기 예보 등에서도 복수의 영상으로부터 정보를 얻음으로써 정확하고 세밀한 작업을 수행한다[1,2].

이러한 시스템에서 사용되는 영상들은 동일한 장면으로부터 얻어진 것이지만, 촬영 시간 및 환경에 따라 다양한 차이가 존재하는 경우가 많다. 이와 같은 영상들로부터 정보를 추출, 종합하기 위해서는 각 영상들 간의 차이들을 파악하는 과정이 필요한데,

이러한 과정을 영상 등록(Image Registration)이라고 한다. 영상등록은 일반적으로 한 장의 영상을 기준으로 하여 다른 영상들과 비교하여 차이점을 추정함으로써 이루어진다. 영상등록의 기술적 문제는 영상간의 차이를 효율적이고 정확하게 파악할 것인가에 있다.

본 논문에서는 문자인식 및 얼굴인식에 사용되는 n-tuple을 이용하여 유사한 영상들 간에 존재하는 소수점 화소(Sub-pixel)단위의 이동 및 회전 변형을 파악하는 영상 등록 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 입력 영상의 종류에 무관하게 영상 등록이 가능하고, 소수점 화소 단위의 변형을 파악할 수 있으며 빠르다는 장점을 가진다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 관련 연구들을 간략히 소개한다. 3장에서는 제안하는 방법인 N-tuple을 이용한 영상등록 방법에 대해 설명한다. 이어서 4장에서는 n-tuple을 이용한 영상 등록 방법의 성능을 측정한 실험을 소개하고 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

2.1 영상 등록

영상 등록 방법은 참조 영상과 비교할 영상을 비교할 때 사용할 변형 모델에 따라서 분류된다. 변형 모델에는 선형 변형(Linear transform)과 비격자형 변형(Nongrid transform)이 있다[3]. 먼저 선형 변형은 이동, 회전, 크기 등의 전역적 변형의 조합으로 이루어진 변형을 말한다. 반면에 비격자형 변형은 탄력 변형(Elastic transform)이라고도 하는데, 비선형적이고 지역적인 변형을 말한다.

영상 등록은 또한 각 영상을 비교하는 방법적인 측면에서 크게 영역 기반 방법(Area-based method)과 특징 기반 방법(Feature-based method)으로 분류된다[1,3]. 영역 기반 방법은 영상을 하나의 행렬로 생각하여 전체적인 영상 구조를 비교하여 영상 등록하는 방법이다. 영역 기반 방법에서 영상 등록의 성능은 구조를 잘 파악하고 비교하는 알고리즘의 선택에 좌우된다. 반면에 특징 기반 방법은 영상 내 존재하는 윤곽선, 곡선, 교차점 등과 같은 영상의 특징적인 부분들을 비교하여 영상 등록을 하는 방법이다. 특징 기반 방법은 영상의 특징을 잘 반영할 수록 성능이 향상 된다.

영상들 간의 이동 및 회전 변형은 소수점 화소 단위로 발생할 수 있다[4]. 반면 디지털 영상은 정수 단위의 좌표에 표현되기 때문에 소수점 화소 단위의 이동 및 회전 변형을 파악하기 위해서는 보간법(Interpolation)이 필요하다. 보간법에는 nearest neighbor, bilinear, bicubic 등의 방법이 있다. 그 중에서도 bicubic 방법은 주위의 4x4개의 화소를 사용하는 보간 법으로 타 방법에 비하여 성능이 우수한 것으로 알려져 있다[5]. 본 논문에서는 bicubic 방법을 사용하여 소수점 화소 단위의 변형을 검색하였다.

2.2 N-tuple 인식 방법

N-tuple은 문자인식 및 얼굴인식 분야에서 많이 사용되는 방법이다. 영상의 특징을 담은 여러 개의 tuple을 통하여 영상을 인식하는 기법이다[6,7]. 인식분야에서 n-tuple 방법은 영상의 특징을 통해 빠르고 효율적인 인식을 하는 것으로 알려져 있다.

N-tuple은 discrete n-tuple방법과 continuous n-tuple[7] 방법으로 분류할 수 있다. Discrete n-tuple

방법은 입력 벡터를 이진 값으로 받는다. 반면에 continuous n-tuple은 입력이 연속적이거나 multi-level에서도 입력이 가능하게 하는 방법이다. 이 방법은 그림1처럼 영상의 명도 값을 직접 n-tuple에 대입하여 단순하고 빠른 방법으로 알려져 있다.

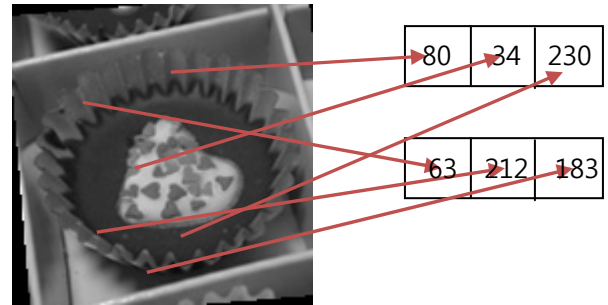


그림1. Continuous N-tuple 구성의 예

3. N-tuple을 사용한 영상 등록 방법

유사한 환경에서 획득된 영상들은 비슷한 조건에서 획득되었기 때문에 시점이나 사물 왜곡 등의 큰 변형은 비교적 적다. 하지만 유사한 영상일지라도 각 영상들 간에는 소수점 화소 단위의 작은 변형이 있을 수 있다. 소수점 화소 단위의 변형들을 파악하기 위해서 보다 세밀한 영상 등록 방법이 사용된다. 본 논문에서는 유사한 환경에서 얻어진 복수의 영상들을 정밀하게 영상 등록하는 것으로 특히 영상 초해상도 기법과 같은 영상의 해상도를 높이거나, 그와 유사한 작업을 할 때 활용될 수 있는 방법을 제안한다

일반적으로 영상 등록은 참조영상에 이동 및 회전 등의 변형을 주면서, 변형된 참조영상을 입력영상들과 비교하여 가장 일치하는 변형 파라미터를 구하는 과정을 거친다. 이러한 과정은 인식하는 과정과 유사하다. 본 논문에서는 인식 분야에서 많이 사용되고 있는 n-tuple 방법을 영상 등록에 적용하여 성능 및 속도를 개선하였다.

3.1 영상 생성 모델

그림2는 본 논문에서 사용한 변형 모델의 생성 과정을 보여 준다.

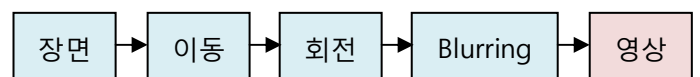


그림2. 영상 변형 모델 생성 과정

장면에 수평 및 수직 이동, 회전, blurring의 변형이 가해져 영상이 생성된다. 본 논문에서는 시점 왜곡이나 지역적 변형은 없다고 가정하였으며, 제안하는 영상 등록 방법은 변형 모델에서 소수점 단위의 이동과 회전을 정밀하게 찾는 것을 주 목적으로 한다.

3.2 영상 등록 과정

제안하는 영상 등록 방법의 과정은 그림 3과 같다.

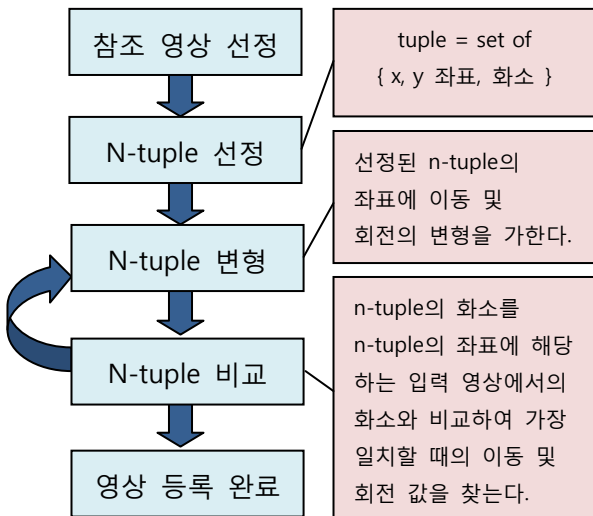


그림3. N-tuple을 사용한 영상등록 방법의 과정

먼저 영상 등록을 위해 여러 장의 입력 영상 중 한 장의 영상을 참조 영상으로 선택하고, 그 참조 영상에서 n-tuple을 선정한다. 제안하는 방법에서 tuple을 구성하는 하나의 원소는 x, y좌표, 그리고 이 좌표에 해당하는 영상의 화소로 구성된다. N-tuple의 좌표들은 영상의 종류에 상관 없이 영상 등록의 성능을 유지하기 위해 영상에서 무작위로 선택하였다.

N-tuple에 저장된 좌표들에 이동 및 회전의 변형을 가하면서, 변형된 좌표에 해당하는 입력 영상의 화소와 n-tuple에 저장된 화소를 비교하는 것을 반복한다. 반복이 끝나면 모든 n-tuple에 대하여 가장 일치할 때의 회전 및 이동 변형 값을 영상 등록 한다.

일반적인 화소 비교를 통한 영상 등록 방법이 영상 전체를 변형시키며 최적 변형 파라미터를 찾는데 반해 제안하는 방법에서는 전체 영상을 변형하고 비교할 필요 없이 n-tuple로 선정된 곳의 좌표만 변형하고 비교하기 때문에 보다 빠르게 영상들을 비교하고 인식할 수 있다.

4. 실험

4.1 실험 환경 및 데이터

실험에 사용된 영상의 크기는 150x150화소이며, 2종류의 문자 영상, 2종류의 일반 장면 영상을 사용하였다. 이러한 영상들에 총 40종류의 변형을 가하여 최종 실험 영상을 생성하였다. 이번 실험을 위해 주어진 변형은 크게 3가지로, 소수점 화소 단위의 x축 및 y축 이동, 회전, 그리고 blurring의 변형을 가하였다. 이동 및 회전의 크기는 가로 세로 각각 10 화소, 각도는 5도 이내에서 무작위로 주었다. 변형의 최소단위는 x축, y축 이동의 경우 0.01 화소, 회전의 경우에는 0.01도로 하였다. 실험은 Intel® Core™2 CPU 6600(2.40GHz), RAM 2.00GB의 환경에서 수행되었다.

4.3 영상 패치를 이용한 영상 등록 방법의 실험 결과

N-tuple을 이용한 영상 등록 방법의 성능을 비교할 대상으로 영상 패치를 이용한 영상 등록 방법을 선정하였다. 영상 패치를 이용한 영상 등록 방법은 영상의 일부분을 잘라내어 잘라낸 부분을 변형하고 비교하는 방법으로 영상 전체를 변형하여 비교할 경우에 비해 계산량이 적다. 영상 패치를 이용한 영상 등록 방법을 실험 대상으로 선정한 이유는 이 방법이 소수점 화소 단위까지 영상 등록 할 수 있는 방법이며 입력되는 영상의 종류에 상관없이 영상 등록이 가능하기 때문이다.

이 실험에서 영상 패치는 영상의 중앙에서 추출하였다. 영상 패치의 크기를 20x20, 40x40, 60x60, 80x80, 그리고 100x100로 늘려가면서 각 경우에 대한 정확도와 시간을 측정하였다. 영상 패치를 이용한 영상 등록 방법을 적용하였을 때 영상 패치의 크기에 따른 회전, x축 이동, y축 이동 값의 정확도를 측정한 결과는 각각 그림 4(a), (b), (c)와 같다. 세 파라미터 모두 영상 패치의 크기가 커질수록 정확도가 향상되었다. 그림 4(a)에서 회전에 대한 정확도는 영상 패치의 크기가 80x80 이상일 때 0.1도 이내일 확률이 95% 이상이었다. 영상 패치의 크기가 100x100 이상이 되면 모든 영상이 오차 0.05도 이내로 추정되었다. 그림 4(b)와 그림 4(c)는 각각 x축, y축으로의 영상 등록의 정확도 측정 결과이다. 이 두 그래프 역시 영상 패치의

크기가 클수록 정확도가 향상됨을 보여준다. 두 경우 모두 영상 패치의 크기가 80x80이상일 때 92% 이상의 영상이 오차 0.02 화소 이내의 정확도로 추정되었다. 영상 패치의 크기는 100x100을 넘어가면서부터 모든 영상이 오차 0.01 화소 이내에서 정확히 추정되었다.

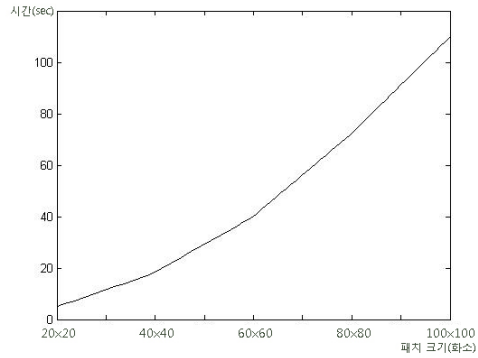
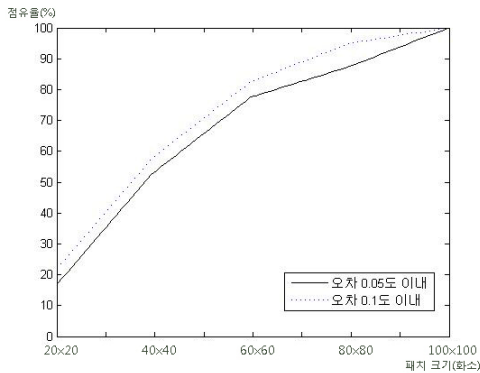


그림5. 영상 패치를 이용한 영상 등록의 소요 시간

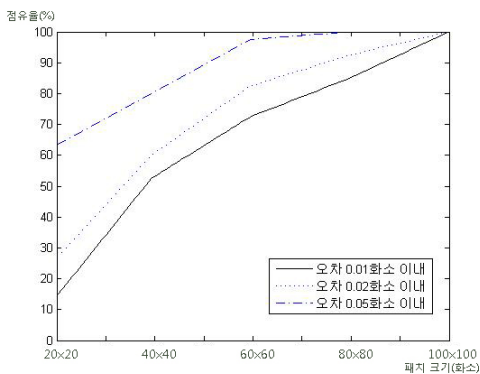
영상 패치를 이용한 영상 등록 방법의 소요시간은 그림 5와 같다. 정확도에 관한 실험에서 90%이상이 회전 각 오차 0.1도, x와 y 이동 오차가 0.02화소 이내인 80x80 크기 일 때 소요된 시간은 평균 71.922sec였다.



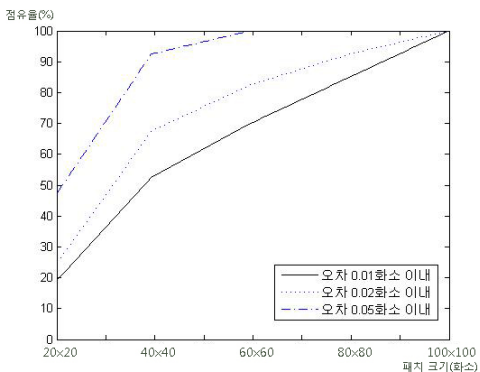
(a) 회전에 대한 영상 등록 정확도

4.4 N-tuple을 이용한 영상 등록 방법의 실험 결과

N-tuple을 이용한 영상 등록 실험은 하나의 tuple의 크기를 4로 고정하고 tuple의 개수를 5, 10, 15, 20, 그리고 25개로 늘려나가면서 각 경우에 대하여 정확도와 시간을 측정하였다. N-tuple은 전체 영상에서 무작위로 추출되어 구성되었다. N-tuple을 이용한 영상 등록 방법을 적용하였을 때 n-tuple의 개수에 따른 회전, x축 이동, y축 이동 값의 정확도를 측정한 결과는 각각 그림 6 (a), (b), (c)와 같다. 세 파라미터 모두 n-tuple의 개수가 많아질수록 정확도가 향상되었다. 그림 5(a)에서 회전에 대한 정확도는 tuple이 10개 일 때, 오차 0.05도일 확률이 92% 이상이었다. 그림 6(b)와 그림 6(c)는 각각 x축, y축으로의 영상 등록의 정확도 측정 결과이다. 이 두 그래프 역시 n-tuple의 개수가 많아 질수록 정확도가 향상됨을 보여준다. 두 경우 모두 n-tuple의 개수가 15개 이상일 때 90% 이상의 영상이 오차 0.02 화소 이내로 추정되었다.



(b) X축 이동에 대한 영상 등록 정확도

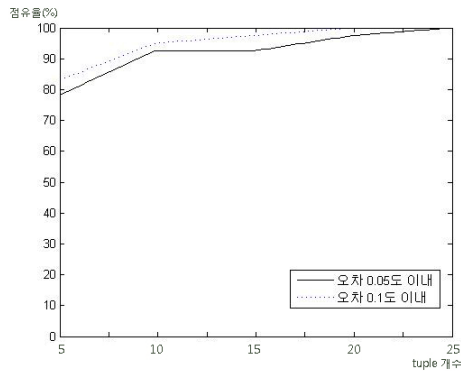


(c) Y축 이동에 대한 영상 등록 정확도

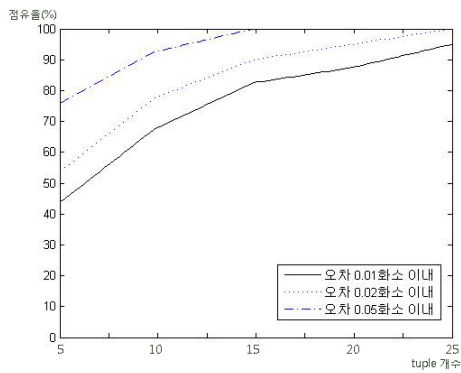
그림4. 영상 패치를 이용한 영상 등록의 정확도

N-tuple을 이용한 영상 등록 방법의 소요시간은 그림 7과 같다. 정확도에 관한 실험에서 90%이상이 회전 각 오차 0.1도, x와 y 이동 오차가 0.02 화소 이내인 tuple의 개수가 15개일 때 소요된 시간은 0.672sec였다. N-tuple을 이용한 영상 등록 방법과 영상 패치를 이용한 영상 등록 방법의 실험 결과를 비교하면 아래 표1과 같다. 표1은 90%이상이 회전 각

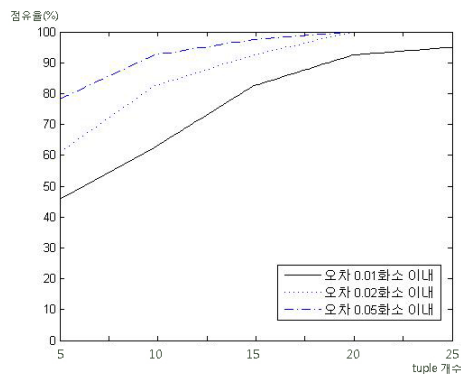
오차 0.1도, x와 y 이동 오차가 0.02 화소 이내로 추정될 때, 소요된 시간을 보여준다.



(a) 회전에 대한 영상 등록 정확도



(b) X축 이동에 대한 영상 등록 정확도



(c) Y축 이동에 대한 영상 등록 정확도

그림6. N-tuple을 이용한 영상 등록의 정확도

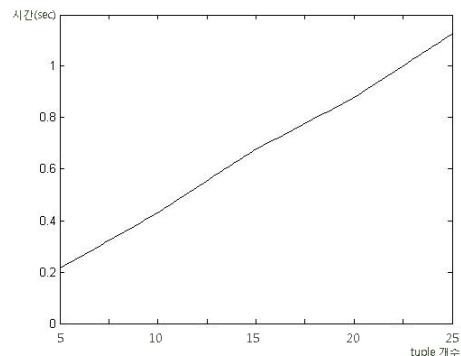


그림7. N-tuple 이용한 영상 등록의 소요 시간

표1. N-tuple 영상 등록과 영상 패치 영상 등록 비교

	N-tuple 영상등록	영상 패치 영상등록
사용된 화소수	4 x 15 = 60 (개)	80 x 80 = 6400(개)
소요 시간	0.672 sec	71.922 sec

5. 결론

N-tuple을 이용한 영상 등록 방법은 소수점 화소 단위의 정밀한 영상 등록 방법에 매우 큰 속도 향상을 가져다 주었다. 기존의 문자 및 얼굴 인식 분야에서 n-tuple이 가지고 있던 빠르고 정확하다는 장점이 영상등록에 반영되어 정확도를 거의 유지하면서 상당한 속도를 향상과 입력영상의 종류에 상관없이 영상 등록의 성능이 일반적인 장점을 가지게 되었다.

더욱 정밀한 추정을 위해서 n-tuple을 이용한 영상 등록 방법으로 먼저 변형 범위를 좁힌 후, 더 정밀한 방법을 이용하여 정확도를 높이는 방법도 가능하다

참고 문헌

- [1] Barbara Zitova, Jan Flusser, "Image registration methods: a survey," Image and Vision Computation 21, pp.977-1000, 2000.
- [2] Lisa G. Brown, "A Survey of Image Registration Techniques," ACM Computing Surveys, Vol. 24, No.4, pp.325-376, 12(Dec.), 1994.
- [3] Wikipedia, "Image Registration page," http://en.wikipedia.org/wiki/Image_registration.
- [4] Sung Cheol Park, Min Kyu Park, Moon Gi Gang, "Super-Resolution Image Reconstruction: A Technical Overview," IEEE Signal Processing Magazine, pp.21-36, 5(May.), 2005.
- [5] Paul Bourke, "Bicubic Interpolation for Image Scaling," <http://astronomy.swin.edu.au/~pbourke>, 5(May), 2001.
- [6] Richard Rohwer, "Two Bayesian treatments of the n-tuple recognition method," Neural Computing Research Group, Technical Report No. NCRG/4323, pp.1-8, 5(May), 1994.
- [7] S.M Lucas, "Real-time face recognition with the continuous n-tuple classifier," Vision, Image and Signal Processing, IEE Proceedings Vol.145, Issue.5, 8(Oct.), 1998.

이 논문(저서)은 2007년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF- 2007-331-D00420).