

2차원 얼굴외곽 정보의 VECTOR IMAGE 변환과 효과적인 영상복원에 관한 연구

조남철*

A Study Vector Image Transformation of Personal Feature And Image Interpolation

Nam-Chul Jo*

요 약

영상 감시 카메라는 각종 범죄를 예방하고 범죄사건을 해결하는데 중요한 정보를 제공해 준다. 2차원 얼굴 영상을 확대 복원하기 위해서는 사용하는 보간법은 비트맵 이미지를 사용하기 때문에 높은 품질의 영상으로 복원하기에는 많은 문제점이 있다. 따라서 이러한 문제점을 보완하면서 좀 더 높은 품질의 영상을 복원하고자 벡터 이미지 방식을 도입하여 영상을 복원하고자 한다.

Abstract

Video camera play very important roles for preventing many kinds of crimes and resolving those crime affairs. But in the case of recording image of a specific person far from the CCTV, the original image needs to be enlarged and recovered in order to identify the person more obviously. Interpolation is usually used for the enlargement and recovery of the image in this case. However, it has a certain limitation. As the magnification of enlargement is getting bigger, the quality of the original image can be worse. This paper uses FDP(Facial Definition Parameter) proposed by the MPEG-4 SNHC FBA group and introduces a new algorithm that uses face outline information of the original image based on the FDP, which makes it possible to recover better than the known methods until now.

*Keywords :2차원 얼굴 영상(Two-Dimension Face Image), FDP(Facial Definition Parameter), 복원법(Interpolation), 벡터이미지(Vector Image)

※ 접수일 : 2008.09.10 , 심사완료일 : 2008.11.20

*영남대학교 대학원 컴퓨터공학과

I. 서론

영상 감시시 장치인 감시 카메라는 여러 형태로 유용하게 사용이 되고 있지만 멀리 떨어져 있는 영상일 경우 식별을 위해 확대하여야 하는데 이 경우 계단현상과 블러링 현상이 발생하여 영상의 품질이 급격하게 떨어진다. 그 이유는 복원하려는 영상이 비트맵 이미지 방식이기 때문이다. 이러한 품질저하를 최대한 줄이고자 여러 가지 방법들이 제안이 되어 있는데 그런 복원 기법을 '보간법'이라 한다[1-2].

비트맵 이미지가 가지고 있는 특성상 영상의 확대 시 영상의 품질 저하로 새로운 방식인 벡터 이미지방식을 도입하였다.

모든 영상정보를 벡터방식으로의 전환은 어려움이 있지만 본 논문에서 처럼 복원하려는 영상이 사람의 얼굴영상과 같이 특별한 영상 샘플이므로 벡터 이미지화가 가능하다. 얼굴을 인식하는데 있어서 가능 중요한 요소인 얼굴 외곽정보만을 벡터화하므로 데이터처리에서도 어려움 없이 처리가 가능하며 실제 처리 결과도 좋은 품질의 영상을 얻어 낼 수가 있다.

II. 관련연구

2.1 비트맵 방식과 벡터 방식

이미지를 저장하는 방식은 여러 가지가 있으나, 그 기술적인 방식으로는 비트맵 이미지와 벡터 이미지로 나누어진다. 비트맵 방식은 점의 조합으로 이미지를 표현하는 방식으로, 확대, 축소시 이미지가 손상되는 단점을 가지고 있으나 모든 종류의 이미지를 표현할 수 있다. 이에 비하여 벡터 이미지는 선, 면 등의 수학적 개념을 이용하여 이미지를 표현하는 방식으로 픽셀이라는 개념 대신에 점과 점을 연결하는 수학적 함수관계에 의해 이미지를 표현함으로써 선과 면을 생성한다. 즉, 색상과 위치 속성을 포함하는 라인과 커브를 이용하여 이미지를 표현하는 것이다. 벡터 이미지의 확대, 축소는 이러한 데이터들의 속성을 수정하면 되기 때문에 확대, 축소하여도 이미지가 손상되지 않는다. 그렇지만 이미지 생

성 시에 벡터 정보를 같이 저장해야하고, 이미지 생성(디스플레이) 시간이 길다는 단점이 있다[3-4].

본 연구에서는 이러한 벡터 방식의 장점을 살려서 복원할 때 사람들의 시각 인식에 많은 영향을 주는 얼굴외곽을 벡터화하여 복원하고자 한다.

2.2 Interpolation 기법

영상에서의 보간이란 크게 보면 영상의 기하학적인 처리 과정의 하나라고 할 수 있다. 기본적인 기하학 처리에는 크기, 회전, 이동 처리를 수반한다. 기하학적 영상처리란 픽셀의 위치를 새롭게 재 정렬하는 과정이지만 확대와 같은 영상 처리 과정은 없던 픽셀 값이 새롭게 생성되기도 한다. 이러한 처리 과정을 입출력간의 사상으로 설명되어 질 수 있는데 기하학적 처리과정에 의해 새롭게 생성된 픽셀 값은 보간법에 의해 얻어진다[5-6]. 기하학적 영상처리가 필요한 이유는 여러 가지가 있으나 본 연구에서와 같이 작은 영상을 확대하여 관찰해야 할 경우 필요하게 된다[7-8].

영상의 크기나 회전으로 인한 새로운 위치의 픽셀 값을 결정하는 방법이 보간법에 의해 수행된다. 즉, 보간법이란 영상을 변환할 때 실제로 없는 픽셀 값을 어떻게 생성해 낼 것인가이다. 예를 들어 그림1에서와 같이 2x2 픽셀을 2배 확대할 경우, 원영상의 총 4개의 픽셀이 확대 후 9개의 픽셀로 늘어나며 좌표(0,0)은 (0,0)으로 (1,0)은 (2,0)으로 (0,1)은 (0,2)로 (1,1)은 (2,2)로 사상이 이루어진다. 즉, 식(1)과 같이 원영상의 좌표(x, y)에 확대인수 T_x , T_y 를 곱하여 얻은 좌표(x', y')가 확대된 영상의 좌표이다. 그러나 (0,1), (1,0), (1,1), (1,2), (2,1)의 좌표에는 어떠한 값도 들어가지 않게 된다.

이처럼 영상이 확대되면 빈 셀이 발생하게 되는데 이러한 빈 픽셀을 홀(hole)이라고 한다. 이 홀에 윈치 않는 픽셀 값이 들어가게 되면 영상품질은 떨어지게 된다. 그리고 확대 배율이 클수록 홀의 수가 증가하게 되어 영상의 품질은 더욱 떨어지게 된다. 따라서 홀에 어떤 값을 넣느냐에 따라 영상의 품질이 좋아 질수도 나빠 질수도 있다.

$$(x', y') = ((x \times T_x), (x \times T_y)) \quad (1)$$

이러한 보간법의 종류로는 이웃화소보간법, 평균값보간법, 양선형보간법, 3차회선보간법, B-스플라인보간법 등이 여러 종류가 있는데[9-10], 양선형보간법은 영상에 사용되는 가장 일반적인 보간 기법이다. 양선형보간법에서 새롭게 생성된 픽셀은 그림2와 같이 4개의 가장 가까운 픽셀 값에 가중치를 곱하는 값들의 합이 된다. 즉, 이웃한 픽셀의 거리에 따라 선형가중치를 적용하여 픽셀 값을 생성하는 방법이다[11-12].

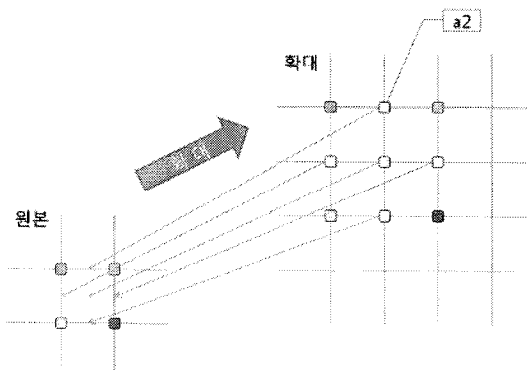


그림 1. 선형보간법의 확대 과정

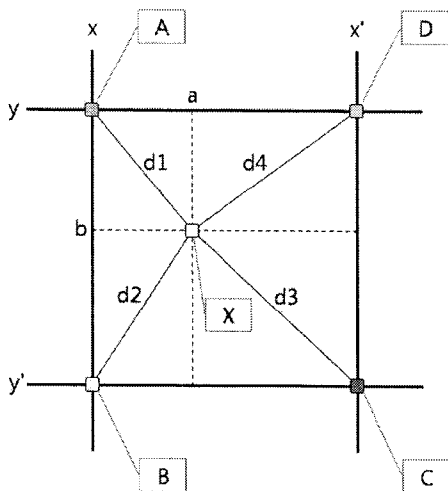


그림 2. 양선형보간법에 의해 픽셀값 추정

2.3 FDP(Facial Definition Parameter)

MPEG-4 SNHC(Synthetic Natural Hybrid Coding)의 여러 분야 중 FBA(Face and Body Animation) 그룹에서는 인간의 얼굴과 몸체를 가상환경 안에서 구현하고 애니메이션이 가능한 3차원 아바타를 표준화하였다[13]. 특히 FBA그룹에서 표준화한 얼굴정의과라메타인 FDP란 실시간으로 아바타를 표현하고 여러 가지 다양한 움직임을 표현하기 위해 얼굴 객체에 한하여 중요한 점들을 특징점으로 정의한 것이다. FDP는 실제 인간의 얼굴을 대상으로 해서 개개의 얼굴특징을 84개의 특징점을 이용하여 표현하였다. 즉, 최소한 이 84개의 특징점만을 이용하면 개개의 독특한 얼굴 특징을 표현할 수 있다는 것이다[14].

현재까지 MPEG-4 SNHC FBA 그룹에서는 6개의 모델에 대한 FDP가 제공되는데, 치아, 혀 등이 포함되지 않은 61개의 특징 점으로 구성된 Jim_n, Claude_n, Chen_n 등의 3개의 모델과 모든 특징점으로 구성된 Charles, MIRAFace, ISTmodel 등의 3개의 모델이 있다. MPEG-4에 제시된 FDP는 얼굴의 뒷모습과 목부분등 3차원 얼굴 객체를 생성하기 위해 필요한 모든 정보를 제공하지는 않는다. 그림 3은 표준안에 제시된 치아와 혀가 포함되지 않은 61개의 특징점을 나타낸 것이다 [15-18].

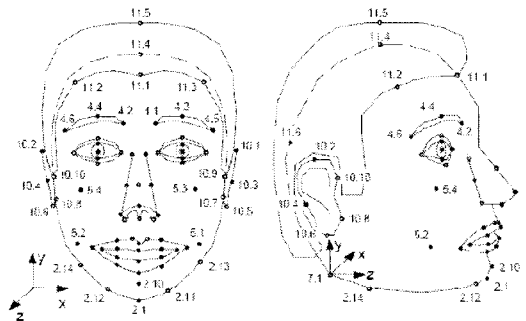


그림 3. FDP 특징점

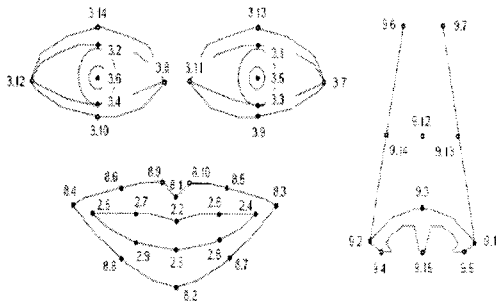


그림 3. FDP 특징점(계속)

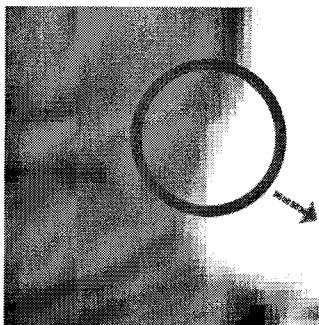
III. 제한방법

본문에서는 앞에서 살펴본 여러 가지 복원방법 중 양선형보간법과 저자가 제안한 방법을 이용하여 영상을 복원하고자 한다.

그림 4는 양선형 보간법으로 보간 한 예이다. 여기서 보면 원본 이미지가 보간한 이미지 보다 훨씬 선명하다는 느낌을 받게 된다.



(a) 원영상



(b) 복원영상

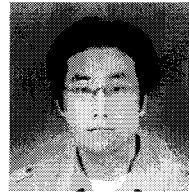
그림 4. 원본과 선형보간 이미지
이는 보간한 이미지가 단순 확대한 것이기 때문에 이

계단현상과 블러링 현상이 발생

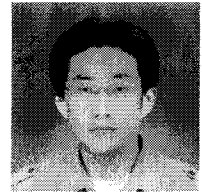
미지가 많이 깨져있으며, 경계면이 흐릿하게 나타나는 현상(blurring) 때문이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 원 영상의 벡터정보가 있으면 좋겠으나, 현실적으로 그렇지 못하기 때문에 사람들의 인식체계에 영향을 많이 주는 얼굴요소를 벡터화하여 복원하고자 한다.

3.1 얼굴인식

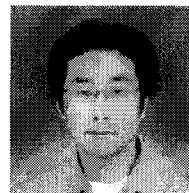
사람들의 인식체계를 알아보기 위하여 그림 5와 같은 실험을 해보았다. 그림 5는 실제 사람이 얼굴을 인식하는데 있어서 이목구비가 어떤 영향을 미치는지 비교한 그림이다.



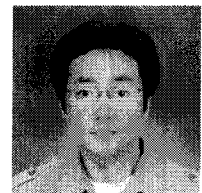
(a) 원영상



(b) 원영상에 귀를 수정한 영상



(c) 원영상에 입을 수정한 영상



(d) 원영상에 눈을 수정한 영상

그림 5. 이목구비에 따른 얼굴인식 차이 비교

실제 입을 바꾼 경우는 대부분의 사람이 동일인임을 알지 못했다. 따라서 사람을 인식하는데 있어서 눈, 코, 입과 같은 부위는 중요한 역할을 하지만 귀와 같은 부위는 인식하는데 있어서 중요하지 않다는 사실을 알 수 있다.

그리고 눈꺼풀에 대한 정보는 중요하다고 판단되나, 실제 획득한 영상의 품질이 좋지 않다면, 눈꺼풀 정보를 찾아내기가 매우 어렵다. 예를 들어 그림 6에서 보듯이 복원하려는 영상이 아주 작은 영상이기 때문에 확대하여 살펴보면 눈꺼풀 정보는 찾아볼 수 없음을 알 수 있다.

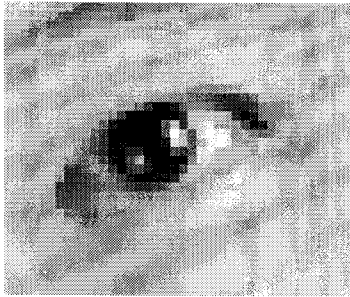


그림 6. 영상의 품질을 더욱 떨어뜨리는 눈꺼풀

따라서 얼굴 정보를 벡터화 함에 있어서 귀와 눈꺼풀 정보는 이용하지 않고, 이목구비에 대한 정보를 이용하여 벡터화 하면 복원 시에 원 영상을 왜곡하지 않고 좋은 결과를 얻을 수 있게 된다. 또한 영상의 선명도를 위하여 얼굴 외곽선에 대한 정보도 벡터화하면 번짐현상(blurring)을 줄일 수 있다.

3.2 얼굴추출

본 논문에서는 원 영상에서 얼굴윤곽만 따로 떼어내어 벡터화 하여 복원하고 얼굴윤곽을 제외한 나머지는 기본적인 보간법인 양선형보간법을 이용한다. 먼저 원영상은 일반적으로 작아서 FDP 특징점을 추출하기가 어려우므로 원영상을 먼저 확대하여, FDP에서 제공하는 전체 84개의 특징점 중에서 귀에 대한 정보(10.1~10.6)와 눈꺼풀에 대한 정보(3.9, 3.10, 3.13, 3.14), 치아에 대한 정보를 제외한 51개의 특징점 좌표를 원본 이미지에 매칭시키는 작업을 수행한다. MPEG-4에서 제공한 FDP의 정의에 따라 좌표의 위치는 복원하려는 원 영상의 얼굴 비례에 맞도록 특징점 위치를 정한다. 실제 복원하려는 영상은 매우 작은 영상이므로 정확한 위치를 잡기는 어렵다. 따라서 FDP에서 제공해주는 위치를 감안하여 원영상을 확대하여 복원에 필요한 부분의 포인트에 매칭시킨다.

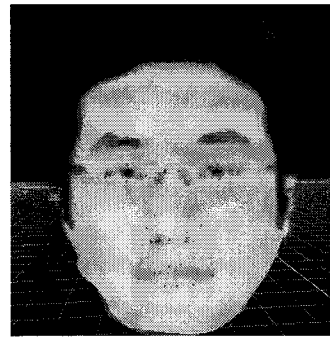


그림 7. 확대 영상에 FDP특징점 매칭

3.3 영상복원

3.2절에서 설명한 얼굴 윤곽정보 추출알고리즘을 좀 더 자세히 기술하면, 그림 8의 (a)와 같이 원 영상을 확대하여, FDP 특징점을 정한 후, 그림(b)와 같이 얼굴 윤곽선을 벡터화 하여 추출한다. 이 윤곽선을 원영상의 비율로 축소하여 그림(c)와 같이 매칭 시킨다. 매칭 된 영상에서 얼굴윤곽에 대한 원영상의 픽셀 값을 얻어내면 그림(d)와 같이 완벽한 벡터 정보를 얻게 된다.

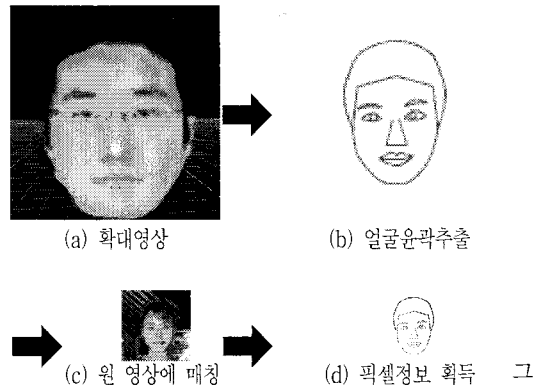
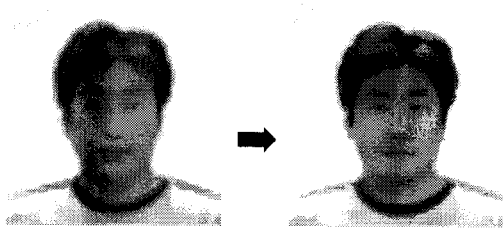


그림 8. 얼굴외곽영역 추출 및 픽셀 값 정보 획득

다음 영상 복원의 최종단계로, 이 벡터자료를 확대 영상에 적용하면 보다 좋은 품질의 복원 영상을 얻게 된다. 즉, 그림 9에서와 같이 확대영상에 매칭 시킨다.



(a) 벡터 이미지 확대 (b) 확대영상에 매칭

그림 9. 얼굴 복원 과정

IV. 결론

앞에서 설명한 과정과 같이, 양선형보간법과 제안한 방법으로 그림 10과 같은 최종 결과 이미지를 얻어내었다. 최종 결과 영상을 보면, 물론 주관적일 수도 있지만, 기존의 방법으로 복원된 것 보다 훨씬 더 좋은 품질로 복원이 되었음을 알 수 있다.



(a) 양선형보간법



(b) 제안한 방법

그림 10. 기존방법과 제안방법의 결과 이미지

제안한 알고리즘의 객관적 평가를 위해 더 많은 자료로 테스트 해보았다. 그리고 양선형보간법으로 복원한 영상과 제안한 방법으로 복원한 영상을 PSNR값으로 비교해보았다.

표1. 양선형보간법과 제안한 방법의 PSNR 비교

| | 양선형보간법 | 제안한 방법 | PSNR 이득 |
|-------|--------|--------|---------|
| (a)영상 | 24.24 | 26.49 | 2.25 |
| (b)영상 | 28.00 | 29.21 | 1.21 |
| (c)영상 | 32.45 | 34.33 | 1.21 |
| (d)영상 | 26.58 | 26.89 | 0.31 |
| (e)영상 | 27.88 | 28.22 | 0.34 |
| (f)영상 | 26.46 | 26.61 | 0.15 |
| (g)영상 | 26.61 | 26.93 | 0.32 |
| (h)영상 | 25.70 | 25.85 | 0.15 |
| 평균 | 27.26 | 28.05 | 0.79 |

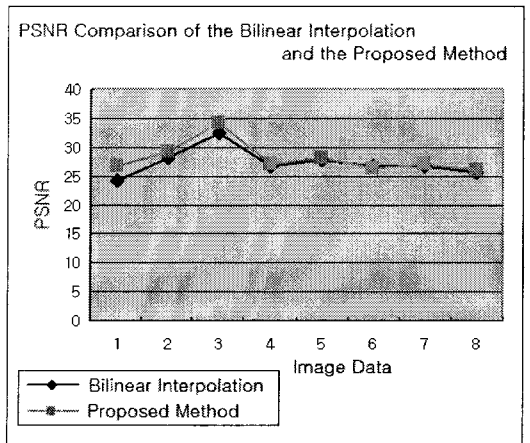


그림 11. 기존방법과 제안 방법의 PSNR 비교

본 논문에서 제안하는 보간 알고리즘은 표1에서와 같이 확대된 영상의 PSNR비교에서 여러 영상에 대하여 평균적으로 약 0.8db의 향상을 보였다. 따라서 성별과 표정에 관계없이 제안한 방법이 상당히 유효하다는 것을 알 수 있다.

실제로 원 영상이 매우 작을 경우 그 영상의 FDP 좌표를 찾기란 여간 어려운 일이 아니다. 따라서 기본 모델과 그 FDP를 제시하여 복원하려는 영상과 기본 모델 중 비슷한 얼굴형태의 모델을 선택하여 그 모델의 FDP를 이용하면 손쉽게 벡터 화 할 수 있다.

본 논문에서는 얼굴 형태와 눈의 크기, 입의 크기로 우선 구분하여 여자의 기본 얼굴모델을 만들었다. 얼굴 형태로는 둥근형, 계란형, 긴 형, 눈의 크기로는 큰 눈, 작은 눈, 입의 크기로는 큰 입, 작은 입으로 나누었다. 그래서 이 모든 경우의 조합으로 총 12개의 기본 얼굴모델을 만들었으며 기본 샘플을 이용하여 FDP특징점을 추출하여도 그 결과는 거의 일치한다.



① 둥근형, 큰눈, 큰입



② 둥근형, 작은눈, 큰입



③ 계란형, 큰눈, 큰입



④ 둥근형, 큰눈, 작은입



⑤ 둥근형, 작은눈, 작은입



⑥ 계란형, 큰눈, 작은입



⑦ 계란형, 작은눈, 큰입



⑧ 계란형, 작은눈, 작은입



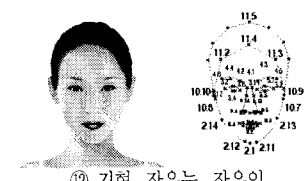
⑨ 긴형, 큰눈, 큰입



⑩ 긴형, 큰눈, 작은입



⑪ 긴형, 작은눈, 큰입



⑫ 긴형, 작은눈, 작은입

그림 12. 12가지 기본 모델과 그 FDP

따라서 원 영상에서 FDP 정보를 얻기가 힘들 경우엔 제시한 기본 모델의 FDP를 이용해도 충분한 효과를 얻을 수 있음을 알 수 있다. 제안 방법은 MPEG-4 SNHC FBA그룹에서 얼굴 객체에 한하여 중요한 점들을 특징점으로 정의한 FDP를 이용하여, 이를 바탕으로 얻은 얼굴윤곽

정보를 벡터화 함으로써 확대 시 얼굴외곽정보의 손실을 막아 단순보간법으로 복원한 영상보다 얼굴 식별에 있어서 큰 효과를 얻을 수 있다. 그리고 복원하려는 원 영상의 품질이 결과 영상의 품질을 좌우하게 된다. 실제 복원하려는 영상의 품질이 현저히 떨어지는 경우는 사실상 어떠한 방법으로도 복원이 불가능하며 본 논문에서 제안한 방법으로도 좋은 효과를 얻을 수는 없다. 따라서 원 영상의 품질은 어느 정도 보장이 되어야 복원의 효과가 있다. 또한 복원하려는 영상이 아주 작은 영상일 경우, 그 영상의 FDP정보를 알아내기란 상당히 어렵다. 따라서 본 논문에서는 성인여성(한국인)에 대한 12가지 기본 모델의 FDP를 제안하였으며, 이를 이용하면 쉽게 FDP 정보를 추출할 수 있다. 향후 연구 과제로는 정면에서 촬영된 영상이 아닐 경우, 예를 들어 기울어진 영상일 때는 어떻게 처리할 것인지 그리고 제시한 12가지 기본 모델의 FDP 이외의 다양한 모델이 필요하고, 또한 원영상이 칼라 영상이면 복원 효과가 더 증대되는데, 이에 대한 실험도 필요하다고 판단된다. 마지막으로 작업상의 편의를 위하여 자동으로 FDP 정보를 찾아낼 수 있는 프로그램이 개발된다면 본 연구 결과가 훨씬 용이하게 사용될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Dana H. Ballard, Christopher M. Brown, "Computer Vision", Prentice Hall, pp. 231-263, pp. 239-243, 1982.
- [2] R. Gonzales, R. Woods, "Digital Image Restoration", New York; Addison Wesley, Chapt. 5, 1993.
- [3] Wah, C. C., "A Vector Processor for Image Processing", International Academic Publishers, 1993.
- [4] Li, B. B.; Li, F. P.; Hu, Z., "Image Compression Based on Wavelet Decomposition and Vector Quantization", International Academic Publishers, 1993.
- [5] Raul Michael Farrelle, "Recursive Block Coding For Image Data Compression", Springer-Verlag, 1990, 204-205.
- [6] Kris Jensen and Dimitris Anastassiou, "Spatial Resolution Enhancement of Images Using Nonlinear Interpolation", in Proc. IEEE int. Conf. Acoust., Speech, and signal Processing (Albuquerque, NM), 1990.
- [7] Banham, M. R. "Digital Image Restoration", IEEE signal processing magazine, Vol. 2, No. 2, 1997.
- [8] J. K. Paik, "New Application Areal of Image Restoration : A Perspective", Proc. Asia-Pacific Conference on Communication, Vol. 2, No. 2, pp. 775-778, Korea, August 1993.
- [9] Randy Crane, "A Simplified approach to Image Processing", Prentice-Hall, pp. 137-145, 1977.
- [10] 이형호, "웨이브릿 영역에서의 영상복원 기법", 기술과학연구소논문집, Vol. 25, pp. 105-112, 1995.
- [11] Raul Michael Farrelle, "Recursive Block Coding For Image Data Compression", Springer-Verlag, pp. 204-205, 1990.
- [12] 박용준, "블러링 영상의 효과적 복원을 위한 EFA 알고리즘", 研究論文集, Vol. 18, pp. 231-242, 2000.
- [13] MPEG-4 SNHCGroup, "Face and Body Definition and Animation Parameter", ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11/N2202, March, 1998.
- [14] MPEG-4 System Sub-group, "MPEG-4 System Methodology and Work Plan for Scene Description", ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11/N1786 Jul, 1997
- [15] S. H. Kim and H. G. Kim, "Face Detection using Multi Modal Information", Proc. Intl Conf. Face and Gesture Recognition, France, March, 2000.
- [16] 김상훈, "다양한 형식의 얼굴정보와 준원근 카메라 모델해석을 이용한 얼굴특징점 및 움직임 복원", 정보처리학회논문지, 제9권, 제5호, pp. 563-570, 2002.
- [17] Jialin Zhong, "Flexible face animation using MPEG-4/SNHC parameter streams", Insect Science and Its Application, Vol. 2, pp. 924-928, 1998.
- [18] J. W. Kim, "Automatic FDP/FAP Generation from an Image Sequence", IEEE International Symposium on Circuits and Systems, Vol. 1, pp. 40-43, 2000.