2000년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집 2000.7.17-20

3차원 스테레오 내시경 영상을 위한 PACS의 설계

*김 정훈,*이 준영,*김 동철,*최 규섭,**송 철규,*이 명호
*연세대학교 전기 및 컴퓨터 공학과, **전북대학교 전자정보공학부

Design of PACS for the 3-D Stereo Endoscopic Images

*JH Kim, *JY Lee, *DC Kim, *KS Choi, **CG Song, *MH Lee
*Dept. of Electrcial& Computer Eng.,Yonsei University, **Dept.of Biomedical Eng., Chonbuk National University

Abstract - 본 논문에서는 의료 영상분야에서 많이 활용되고 있는 기존의 영상 획득,저장 및 전송 시스템(PACS)에 스테레오 내시경 영상이 추가될 수 있도록 기존의 PACS에 스테레오 기능의 관찰(viewing) 시스템을 추가하였으며 기본 기능으로 1) 3차원 스테레오 좌,우 독립 영상의 선택과 합성 2) 기존의 합성된 스테레오 영상의 선택이 가능하도록 하였으며 3) 스테레오 영상의 Dicom 표준이 없는 상황을 고려하여 기본적인 카메라 관련 사항(카메라 사양, 초점 거리, 베이스라인 등)을 입력할 수 있는 기록 필드를 삽입하였다. 또한 임상적으로 수용 가능한 3차원 스테레오 영상의 PACS 내 효율적 저장법을 제시하기 위하여 의료 영상에 많이 활용되는 JPEG과 Wavelet 압축법을 각각 이용하여 3차원 좌,우 독립영상과 복합 영상의 효율적 압축비를 PSNR을 중심으로 비교하였다.

1. 서 론

최근에 부상하고 있는 3차원 영상 단말기의 발전과 함께 의료 분야에서 3차원 스테레오 내시경을 중심으로 하는 스테레오 입체 영상의 관찰이 도입되고 있는 추세이다[1]. 스테레오 영상은 기존의 2차원적인 관찰 기능에 입체감을 추가함으로써 좀 더 정확한 입체감을 임상의에게 제공함으로 정확한 진단과 원격 수술등에 활용될 수 있다. 입체 관찰을 위해서는 필드 시퀀셜 방식의 입체 관찰법을 사용하였으며 기존의 PACS에 스테레오 내시경 영상이 추가될 수 있도록 PACS상에서 필드 시퀀셜 방식의 입체 디스플레이가 가능토록 시스템을 설계하였다. PACS 상에서의 효율적 데이터 저장과 전송을 위해서는 적절한 압축이 필수적인데 본 연구에서는 현재 임상적으로 많이 활용되고 있는 JPEG 압축과 Wavelet 압축법을 이용하여 임상적으로 그리고 입체감에서 손실이 없는 압축비를 추출하였다.

2. 본 론

2.1 Stereo PACS Viewer의 설계

일단 최소한의 스테레오 PACS가 가능하도록 PACS의 기본 Viewer에 스테레오 기능을 장착하여 보았으며[2] 기본 기능으로 좌, 우 영상의 선택과 복합 영상의 선택이 독립적으로 가능하도록 설계하였다. 영상의 선택은 두 가지 방법으로 스테레오 좌, 우 페어 영상을 선택하는 방법과 미리 다중화된 복합 영상을 선택하는 방법이 있다. 전자의 경우는 좌 우 영상의 가운데에 복합 영상이 나타나도록 소프트웨어적으로 설계하여 스테레오 좌,우 영상만 있어도 복합영상의 관찰이 가능하도록 하였으며 또한 다중화된 복합 스테레오 영상을 선택할 후자의 경우는 독립적으로 스테레오 관찰이 가능하도록 하였다. 또한 현재 스테레오 영상의 경우는 Dicom 표준이 없는 현실을 고려하여 기본적인 사항(예: 환자 이름, 환자ID, 카메라 사양, 초점 거리, 베이스 라인등)을 입력할 수 있는 기록 필드를 제공하여 스테레오 데이터의 저장과 관찰이나 깊이 추출등의 신호처리에도 대응이 가능하도록 설계하였다. 그림1은 좌, 우 스테레오 페어 영상을 각각 선택한 후 다중화된 영상을 생성하여 가운데에 디스플레이 한 것으로 가운데 영상만 선택하여도 직접 입체로 관측할 수 있도록 설계되었다. 그림 2는 다중화된 영상을 직접 선택한 경우이며 그림 3은 스테레오 데이터 관련 기록 필드의 예이다.

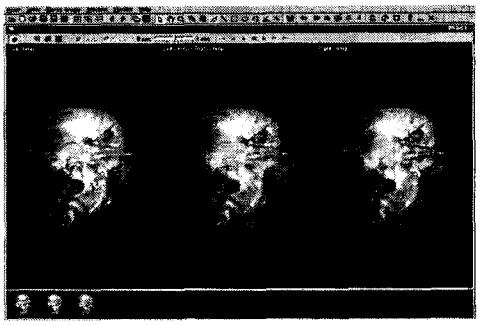

그림 1. 스테레오 페어(Pair) 선택 결과

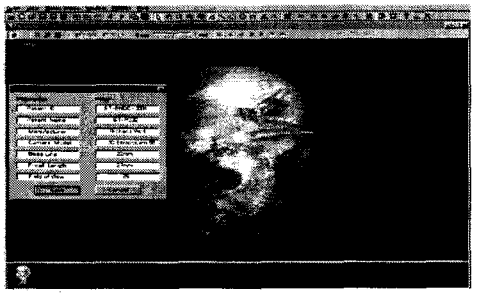

그림 2. 다중화 영상 선택화면

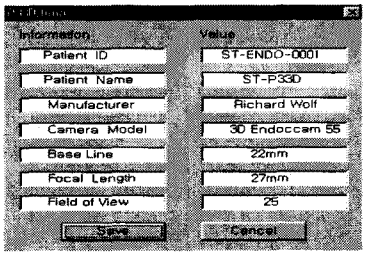

그림 3. 병력 및 카메라 변수 입력부

2.2 Stero PACS를 위한 효율적 압축비 추출

원 영상을 압축/복원하면 Lossless 알고리즘이 아니고서는 원 영상을 동일하게 복원하지 못한다. 대개의 경우 JPEG Lossless 알고리즘이 최대 4:1 이하의 압축률 밖에는 내지 못하는 반면 Lossy 알고리즘으로 압축할 경우 매우 큰 압축률이 가능하다. 최근 정지영상 압축에 대한 많은 연구중 Wavelet과 Fractal 방식의 압축이 많은 성과를 올리고 있는데 특히 Wavelet은 상당히 많은 성과를 올리고 상용화되고 있는 추세다[3][4]. 본 절에서는 JPEG 과 Wavelet 방식의 압축 프로그램을 PSNR을 이용하여 비교함으로 스테레오 내시경용 PACS에 적합한 압축효율을 고찰해보겠다. 본 실험에서는 3차원 내시경 영상을 좌 영상, 우 영상, 복합 영상별로 JPEG과 Wavelet으로 5:1,10:1,15:1,20:1로 각각 압축하여 PSNR을 비교하였으며 신뢰성을 확보하기 위해 5종류의 영상을 각각 실험하여 평균치를 결과로 표시하였으며 일반적인 2차원 내시경 영상에 대해서도 고찰하여 보았다. 영상의 폭과 높이가 M, N일 때 PSNR 구하는 식은 다음과 같다.

$$PSNR(dB) = 10\log_{10}\left[\frac{MN\,(255)^2}{\sum_{m=1}^{M}\sum_{n=1}^{N}\{x(m,n)-y(m,n)\}^2}\right]$$

2.2.1 효율적 JPEG 압축비

표 1과 그림 4는 스테레오 내시경 영상의 좌 영상, 우 영상, 그리고 복합 영상을 각각 JEPG으로 압축하여 복원하였을 때의 PSNR 비교 결과이다. 내시경 영상의 좌, 우 영상을 압축/복원하였을 때의 결과는 동일하며 복합 영상과의 PSNR 차는 약 2.13 dB로 복합 영상의 압축 효율이 약간 떨어짐을 관찰 할 수 있다. 의료 영상의 압축, 복원시에 PSNR 이 40dB 는 되어야 한다는 세브란스 병원과 본 연구실의 연구 결과[2]에 의해 스테레오 내시경 영상을 JPEG으로 압축할 경우는 압축비가 5:1을 초과하여서는 안 됨을 알 수 있다.

표 1. 3차원 영상의 JPEG 압축/복원 성능

압축율	좌영상	우영상	복합영상	PSNR증감
20:1	29.23	29.82	26.45	3.07
15:1	31.28	31.78	28.73	2.80
10:1	34.50	34.73	32.84	1.78
5:1	41.32	40.84	40.21	0.87

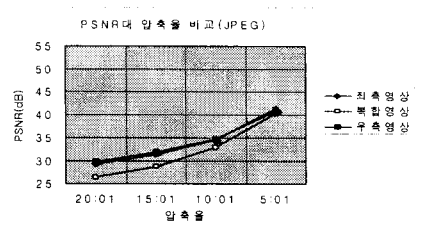

그림4. 3차원 내시경 영상의 JPEG압축비별 성능비교

2.2.1 효율적 Wavelet 압축비

표 2와 그림 5는 내시경 영상은 Wavelet으로 압축 복원시의 결과로 JPEG 보다 높은 PSNR을 보여준다. Wavelet 압축도 JPEG과 동일하게 좌,우 영상의 PSNR은 유사하고 복합 영상은 약 1.55 dB 적은 것을 관찰 할 수 가 있다. 효율적인 압축비는 좌, 우 영상은 10:1까지 압축하여도 가능하지만 복합 영상은 역시 5:1 또는 7:1정도까지 압축하여야 PSNR이 40dB를 유지하는 것으로 관찰되었다.

표 2. 3차원 영상의 Wavelet 압축/복원 성능

압축율	좌 영상	우영상	복합영상	PSNR증감
20:1	33.48	34.10	32.95	0.84
15:1	36.11	36.87	34.95	1.54
10:1	40.10	39.90	38.38	1.62
5:1	45.65	45.30	43.31	2.17

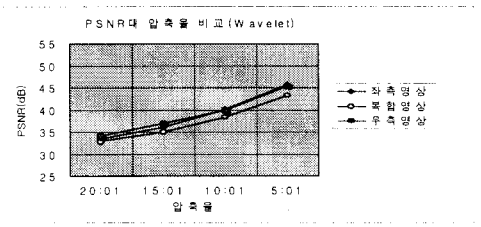

그림5. 3차원 내시경 영상의 Wavelet압축비별 성능비교

3. 결 론

스테레오용 PACS를 시험적으로 구현하여 의료용 스테레오 데이터의 저장, 관리와 관찰이 용이하도록 하였으며 3차원 내시경 영상을 JPEG 과 Wavelet 방식으로 압축/복원한 결과를 PSNR을 중심으로 비교하였다. 비교 결과 Wavelet방식이 JPEG 방식보다 평균 5.3dB 높았으며 JPEG은 5:1, Wavelet은 10:1 정도의 압축율이 적당한 것으로 관찰되었다. 스테레오 영상중 좌 영상, 우 영상의 독립 영상은 복합 영상보다 JPEG 인 경우 2.13dB, Wavelet은 1.55dB 높은 것으로 관찰 되었으며 기존의 2차원 내시경 영상은 스테레오 복합 내시경보다 10dB 정도 높은 결과를 얻었다.

[참 고 문 헌]

[1] Jeonghoon Kim, Myoungho Lee, " Development of Depth Extraction Algorithm for the Stereo Endoscopic Image", 20th Annual International Conference of the IEEE EMBS, 29 October to 1 November, HongKong.

[2] 최 진영,김 희중, 황 선철, "임상 진단 기법별 압축방식의 정량적및 정성적 분석",대한 PACS학회지, pp.123-129, 1998

[3] Khalid Sayood, "Introduction to Data Compression", Morgan Kaufmann Publishers ,1996.

[4] Takeshi Naemura, Masahide Kaneko, and Hiroshi Harashima, "Compression and Representation of 3-D images",IEICE trans. INF & SYST., VOL. E82-D, No.3, pp558-565.

[5]Image Compression for Stereo-Pair Imagery,Marks S.M,Ph.D Dissertation,Huntsille,Alabama,1998.