

## 전자 홀로그래픽 영상 데이터 제작 및 압축 기법

Generation and Compression Techniques of  
Electro-Holographic Image Data

전 호인, 최 진산, 신 창민, 강요식, 정 낙희

경원대학교 공과대학 전자공학과

홀로그램에 기록되어 있는 영상 정보는 매우 방대하기 때문에, 대역이 제한되어 있는 채널을 통해 전송하거나 경제적인 방법으로 저장하려면 어떤 형태로든 이 데이터는 압축되어야 한다. 본 논문에서 사용된 홀로그래픽 데이터는 두가지 압축 기법, 즉 수직시차의 제거와 유한한 깊이감을 갖는 영상의 시차 샘플링 방법 등을 이용하여 광학적으로 압축된 것이다. 해상도 제한법은 본 논문에서 사용되는 데이터 압축에는 적용되지 않았다. 이렇게 압축된 데이터를 어떤 방법을 사용하여 복원될 영상의 질이 어느 정도 받아들여질 수 있는 수준에서 보다 더 압축하고자 하는 것이 본 논문에서 수행하고자 하는 일이다. 본 논문에서는 JPEG 권고안과 마찬가지로 DCT를 사용하였다.

홀로그램 데이터를 생성하기 위해 사용한 입력 물체는  $128 \times 100$ 의 크기를 갖는 3차원 영상이다. 홀로그램과 입력 물체사이의 거리는 1m이다. 입력 물체는 본 논문에서의 그림은 지면상 생략되었지만 화소값이 모두 1인 5개의 물체로 구성되어 있다. 크기가  $80 \times 10$ 인 사각형 2개가  $10 \times 10$ 인 지점에서 거리 1m에 있고,  $10 \times 90$ 인 지점에 거리 60cm의 위치에 있으며, 크기가  $10 \times 50$ 인 사각형 3개는  $30 \times 30$ 에서는 거리 95cm에 있고,  $50 \times 30$ 에서는 거리 85cm에 있으며,  $70 \times 30$ 에서는 거리 65cm인 위치에 있다.

수직시차를 제거하였기 때문에 홀로그램의 데이터는 입력 물체의 크기와 같이 128줄을 갖고 있으며 각각의 줄은 36,864 데이터 값을 가지고 있다. CGH의  $i$ 번째 줄 ( $1 \leq i \leq 128$ )의 한 점의 값은 물체의  $i$ 번째 줄에 있는 모든 점광원의 Fresnel 회절파와 기준 평면파 사이의 간섭패턴을 모두 더함으로서 계산된다. 이것이 HPO (Horizontal Parallax Only) 홀로그램이다. 물체빔과 기준빔 사이의 각도는 0.3라디안으로 하였으며 이 모든 계산은 IBM PC Pentium Processor로 수행하였다.

홀로그램의 데이터를 압축하기 위해  $8 \times 8$ ,  $16 \times 16$ ,  $32 \times 32$ ,  $64 \times 64$  그리고  $128 \times 128$ 의 2차원 블록과  $32 \times 1$ ,  $64 \times 1$ ,  $128 \times 1$ 의 1차원 블록 등 여러 가지 다른 DCT 블록에 대해 계산을 하였다. 그 이유는 홀로그램의 데이터는 물체의 모든 점광원으로부터 오는 복합적인 정보를 갖고 있고, 따라서 그 안에는 많은 양의 중복 데이터가 존재하므로 일반적인 2차원 영상 압축 기법을 사용하는 것은 실질적이지 못하다고 판단되었기 때문이다. 이러한 점이 홀로그래픽 영상과 일반 2차원 영상과의 차이점이다.  $32 \times 32$  블록을 이용하여 계산한 DCT계수들을 각각의 블록에 대해 같은 위치에 있는 모든 화소값을 합한 결과를 MATLAB을 이용하여 도시하였다. DC계수의 크기는 다른 어느 값보다 훨씬 크므로 0으로 놓고 그렸다. 그 결과 2개의 부엽(Sidelobe)이 DC로부터 멀리 떨어져 있는 위치에서 생기는 것을 볼 수 있었다. 따라서 DC성분을 중심으로 데이터를 보유하여 전체 데이터를 압축하면 실제적으로 많은 유효한 정보를 잃어버리게 됨을 알 수 있다. 같은 방법으로,  $128 \times 128$  블록을 사용하였을 때의 DCT계수의 분포 역시 2개의 부엽(Sidelobe)이 생기는 것을 확인하였다.

그림 1은  $64 \times 1$  블록을 사용하였을 때이며, 그림 2는  $128 \times 1$  블록을 사용하였을 때의 1차원 DCT계수의 분포를 나타내는 것이다. 이 그림들을 통하여, 1-D DCT에서도 2개의 부엽(Sidelobe)이 생기는 것을 보여주고 있다. 그리고 이 부엽의 위치도 매우 비슷함을 알 수 있다. 표 1은 1-D와 2-D DCT를 비교하는 것으로 부엽(Sidelobe)을 고려하여, DCT계수 중 25%만으로 복원하였을 때의 RMSE를 나타낸 것이다. 이 표를 보면, 블록의 크기가 커질수록 error가 감소하는 것을 알 수 있다. 이것은 보다 많은 정보가 데이터의 압축 연산에 포함되므로 에너지 집중 현상이 더욱 뚜렷하게 나타나 압축효율이 증가한다는 데에 그 이론적인 배경을 들 수 있다. 또한 1-D DCT가 2-D DCT보다 RMSE가 더 좋게 나타났다. 이것은 HPO 홀로그래픽 영상일 경우 그 특성상 한 줄의 값들은 이에 해당하는 사물의 한 줄의 모든 점광원으로부터 오는 Fresnel 회절된 빔들을 모두 합하여 계산하였기 때문이다. 따라서 HPO 홀로그래픽의 한 줄은 그 다음 줄 및 대부분의 다른 줄들과 큰 연관성이 없다는 것이다.

[참고문헌]

- [1] Ho-In Jeon, et. al., "Compression of Electro-Holographic Image Data Based on Discrete Cosine Transform," Proc. The 2nd International Workshop on 3-D Imaging Media Technology, pp. 43-58, 1996.

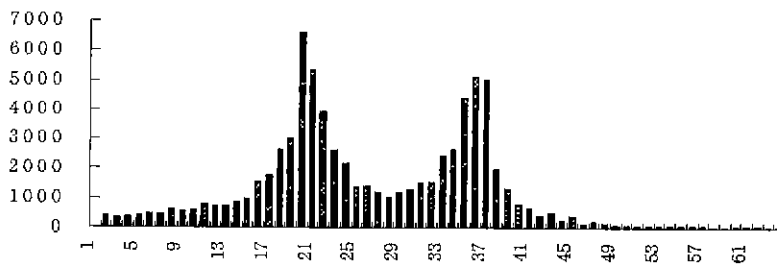


그림 1 입력 물체의  $64 \times 1$  DCT 계수분포

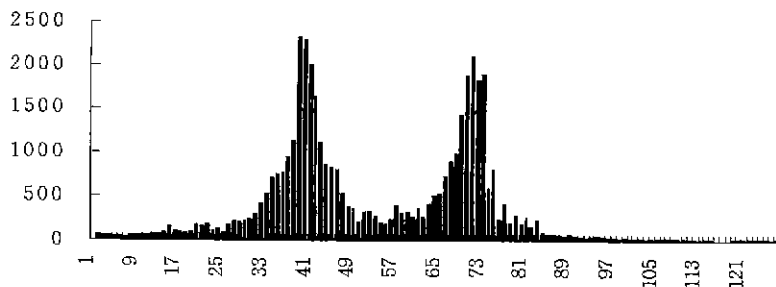
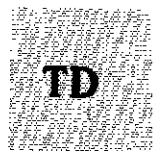


그림 2 입력 물체의  $128 \times 1$  DCT 계수분포



| DCT 계수 보유율 | 블록 크기          | RMSE     |
|------------|----------------|----------|
| 25%        | $8 \times 8$   | 2.372298 |
|            | $16 \times 16$ | 1.829796 |
|            | $64 \times 1$  | 1.303896 |
|            | $256 \times 1$ | 1.147097 |

표 1 입력 영상의 압축 및 복원 후의 RMSE