

렌즈 스위칭을 통해 개선된 시야각을 갖는 집적 영상술

Viewing-angle-enhanced integral imaging using lens switching

정성용*, 박재형, 이병호

국가지정 홀로그래피 기술 연구실, 서울대학교 전기공학부

byounggho@plaza.snu.ac.kr

집적 영상술(integral imaging)을 이용한 3차원 디스플레이에서 시야각은 시스템의 성능을 결정하는 중요한 요소 중 하나이다.^{(1),(2)} 하지만 기초 영상이 표시되는 영역의 제한 뿐만 아니라 이웃하는 기초 렌즈들로부터의 간섭에 의한 영상 겹침이나 영상 flipping에 의해 시야각이 제한 받게 된다.^{1,2} 본 논문에서는 집적 영상술에 기초한 3차원 디스플레이에서 기초 렌즈들의 개폐를 이용해 시야각을 늘릴 수 있는 새로운 구조를 제안하고 이를 실험을 통해 확인하였다.

영상 겹침이나 영상 flipping은 기초 영상이 해당하는 영역의 기초 렌즈뿐만 아니라 이웃하는 기초 렌즈로 투과하여 발생하므로 이를 방지하기 위해서는 기초 렌즈를 개폐하는 장치가 필요하다. 이상적으로는 전기적인 방법으로 개폐를 제어할 수 있는 LCD 셔터와 같은 스위칭 소자가 필요하지만 본 실험에서는 이를 어레이형 마스크로 대체하였다. 그림 1(a)에서와 같이 수직형 어레이로 번갈아 개폐된 마스크를 기초 렌즈의 간격만큼 수평 방향으로 왕복시키면 두 개의 순간 집적 영상을 얻을 수 있다. 이때 무리 없이 잔상효과를 얻을 수 있도록 왕복 속도를 빠르게 하면 합쳐진 하나의 완전한 집적 영상을 얻을 수 있고 시야각은 두 배로 늘어나게 된다. 이 방법을 더욱 확장하여 그림 1(b)에서와 같이 하나의 열(column 또는 row)이 열린 마스크를 기초 렌즈의 간격만큼 한쪽 방향으로 차례로 움직여주면 움직이는 횟수만큼의 순간 집적 영상을 얻을 수 있고 마찬가지로 잔상 효과를 통해 얻어진 집적 영상은 넓은 시야각을 갖는다. 이러한 두 방법은 모두 집적 영상을 서로 다른 상태에서의 순간 집적 영상으로 시분할 하는 방식이라는 점에서 유사하다. 하지만 기초 영상을 컴퓨터 그래픽으로 제작하는 Computer-Generated Integral Imaging(CGII) 방식에서는 기초 영상의 제작 방식이 다르다. 그림 1(a) 방법에서는 순간 집적 영상을 얻는 상태에서 표시되는 기초 영상들의 영역은 해당 기초 렌즈 이외에도 수평 방향으로 이웃하는 양쪽의 기초 렌즈 각각의 절반까지 가능하다. 이와는 달리 그림 1(b) 방법에서는 기초 영상들이 표시되는 영역이 수평 방향으로 어떤 제한도 없다. 따라서 제안된 방식에서 기초 영상의 제작 방식은 전통적인 구조에서 기초 영상이 위치하는 영역에 대한 조건을 보다 완화시켰다고 볼 수 있다. 그림 2는 그림 1(a) 방법에 의해 촬영된 두 가지 상태(그림에서는 A와 B로 구분)의 기초 영상이고 그림 3은 이때의 순간 집적 영상과 이를 합성한 영상이다. 사실 합성 영상을 잔상을 통하여 얻어야 하나 마스크를 움직이는 속도가 불충분하여 그래픽적으로 합성해 처리하였다. 그림 4에서는 시야각의 향상 정도를 살펴보았다. 전통적인 방법에서는 그림 4(a)에서와 같이 관찰각이 10.6도일 때 분명한 영상 겹침 현상을 관찰할 수 있었다. 하지만 그림 4(b)에서와 같이 그림 1(a)의 방법에서는 동일한 관찰각에서 영상 겹침 현상이 전혀 나타나지 않았고 관찰각이 15.8도일 때 영상 겹침 현상이 막 나타나기 시작하였다. 또한 그림 4(c)에서와 같이 그림 1(b)의 방법에서는 관찰각이 15.8도일 때에도 영상 겹침 현상이 전혀 발견되지 않았다. 본 실험에서 관찰각은 고정된 관찰 거리에서 수평 방향으로 움직인 거리로써 측정하였고 좌우로 대칭성을 유지하도록 하였다. 집적 영상은 렌즈 어레이로부터 약 10 cm 앞에서 표시되었고 관찰 거리는 250 cm이다. 그림 4에서 살펴본 바와 같이 기초 렌즈의 스위칭을 통해 영상 겹침을 해결한 구조는 집적 영상술을 이용한 3차원 디스플레이에서 수평 시야각을 개선시킬 수 있었다. 이때 마스크의 개폐 방향과 운동 방향을 달리하면 마찬가지로 수직 시야각의 향상도 가능하다. 따라서 제안된 방법은 마스크를 움직이는 속도를 빠르게 한다면 개선된 시야각을 갖는 집적 영상술에 기초한 3차원 디스플레이 시스템의 실용화에 도움이 될 것으로 기대된다.

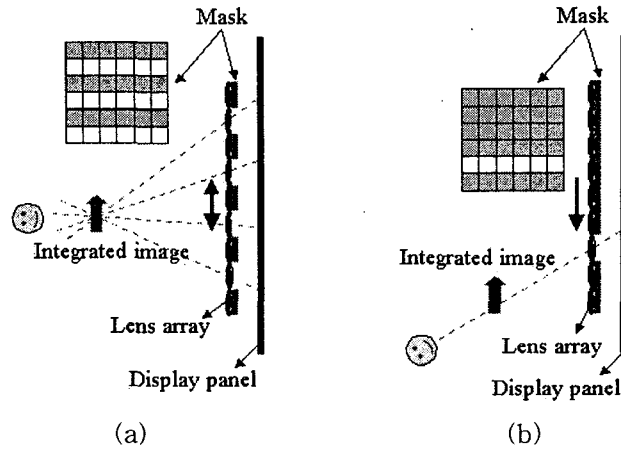


그림 1. 렌즈 개폐를 통해 시야각을 개선한 방법의 구조도



그림 2. 그림 1(a) 방법에서의 기초 영상 set

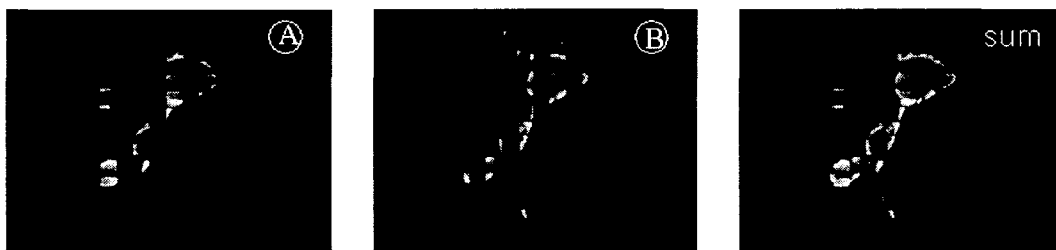


그림 3. 그림 1(a) 방법에서의 순간 집적 영상 set 및 합성 영상



(a) 전통적인 방법(10.6도) (b) 그림 1(a)방법(10.6도) (c) 그림 1(b)방법(15.8도)

그림 4. 관찰각에 따른 집적 영상

References

1. H. Hoshino, F. Okano, H. Isono, and I. Yuyama, "Analysis of resolution limitation of integral photography," J. Opt. Soc. Am. A, vol. 15, pp. 2059-2065, 1998.
2. J.-H. Park, S.-W. Min, S. Jung, and B. Lee, "Analysis of viewing parameters for two display methods based on integral photography," Applied Optics, vol. 40, no. 29, pp. 5217-5232, 2001.