

다중 센서를 이용한 사용자 위치 추적 시스템

*임정훈, *홍기성, *배윤진, *양월성, **최현준, *서영호, *유지상, *김동욱

*광운대학교, **안양대학교

*jh_lim@kw.ac.kr

Motion tracking system using multiple sensors

*Jeong-Hun Lim, *Ki-sung Hong, *Yun-Jin Bae, *Wol-sung Yang, **Hyun-Jun Choi

*Young-Ho Seo, *Dong-Wook Kim

*Kwangwoon University, ** Anyang University

요약

본 논문에서는 3차원 모니터를 시청하는 시청자의 위치를 추적한 후 시청위치에 따라 다른 시점의 영상을 제공하는 시스템을 제안한다. 본 시스템은 센서들의 신호를 제어하는 CPU, 3개의 초음파센서, 1개의 PIR(Passive infrared radiation)센서, 센서별 신호를 분기해주는 PLD(programmable logic device)로 구성되어 있다. 3개의 초음파 센서를 이용해 20개의 탐색구역 내에 있는 시청자의 정확한 위치를 추적한다. 시스템을 구현한 결과 전방 5m, 좌우 3m의 탐색범위 내에서 시청자의 위치를 정확히 추적하여 해당 시점의 영상을 디스플레이 하였다.

1. 서론

최근 크게 주목받고 있는 3D 입체영상 산업은 올해 들어 우리나라의 경제를 이끌어갈 신 성장 동력의 하나로 여겨지고 있다. 뿐만 아니라 국내외의 사회적인 현상을 볼 때 방송 및 영상 산업의 중심이 3D로 변화 하고 있다. 또한 이러한 현상에 발맞추어 3D 영상 콘텐츠의 제작이 방송, 영화 등 여러 분야에서 활발히 진행되고 있다.

현재 제작중인 이러한 3D 영상 콘텐츠들은 대부분이 스테레오 양안방식을 이용한다. 하지만 이런 방식은 시점이 제한되어 있어 시청자가 제한된 시역을 벗어나면 입체감을 느낄 수 없거나 어지러움을 느낄 수 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 다시점 카메라로 영상을 획득하고 디스플레이하는 다시점 3D 디스플레이 시스템이 개발되고 있다. 다시점 3D 디스플레이는 스테레오 3D 디스플레이보다 시점의 개수가 증가하기 때문에 시청자의 시역이 확대되어 보다 자연스러운 입체영상의 재생이 가능하다 [1].

다시점 카메라로 촬영된 콘텐츠를 사용자가 보다 쉽게 시청하기 위해서는 시점별 사용자의 위치정보가 중요하다. 사용자의 위치정보를 획득하는 방법에는 얼굴 인식, 모션 트래킹, 패턴인식 등이 제안되어 왔다 [2]. 본 논문에서는 시청자의 위치정보를 추적하여 시청 위치에 따라 적절한 시점이 영상을 제공하는 시스템을 제안한다.

제안한 시스템은 CPU와 PLD를 이용해 구현하였고, 실험을 위해 제작한 특수영상을 이용해 정확한 동작을 검증하였다.

2. 제안한 시스템의 구조

시점별 영상을 출력하는데 있어 초음파 센서를 이용할 때 센서의 수(n)와 시점수와의 관계는 $2n-1$ 의 식이 성립한다. 많은 시점을 제공

하기 위해서는 초음파 센서의 수를 위 식에 따라 배치하면, 보다 많은 시점에서 시청자의 위치를 파악할 수 있게 된다. 본 연구에서는 3개의 초음파 센서를 이용하였기에 5개의 시점을 제공하는 시스템을 구현 하였다.

초음파 센서만을 사용하여 시청자의 위치를 추적하기에는 부족하다. 초음파센서는 거리만을 측정할 뿐 사람과 사람을 구분 할 수 없는 현상이 발생하게 된다. 이러한 이유로 인하여 본 연구에서는 PIR 센서를 사용하여 물체와 사람을 구분하는데 사용하였다. PIR센서의 동작 원리는 적외선을 이용하여 사람의 인체를 판별 하여 사람의 움직임을 판단하게 된다. 초음파센서에서의 거리 값을 받아 탐색 범위 내에 물체를 인식하고 PIR센서를 이용하여 사람의 움직임이 있을시 변화된 위치정보를 CPU에 전달하게 된다.

그림 1에서 제안한 시스템의 구조를 보이고 있다. CPU의 PWM(Pulse width modulation) 신호를 이용하여 센서에서 거리를 측정하는 거리범위와 동작신호를 생성하고 센서들에게 전달한다. PWM 신호들은 CPU에서 각각의 센서에 신호를 보내주기 위해서 PLD를 이용하여 신호를 4개로 분기하여 3개의 초음파 센서와, PIR 센서에게 보내준다. PWM 신호를 받은 초음파 센서는 탐색 범위에 지속적으로 거리를 측정하여 정해진 탐색 범위의 값을 가지고 초기 값과 다음 거리 값을 서로 비교하여 변화여부를 CPU에서 확인한다. 움직임이 없을 경우에는 초기 값과 다음 거리의 값의 차이가 0이므로 디스플레이 부분에서는 영상을 출력하지 않도록 되어 있다. 두 값의 차이가 크면 범위 안에서 변화가 있음을 판단하여 PIR 센서가 인체 유무를 확인하여 CPU에서 인체임을 판단하고 위치정보를 RS232를 통하여 PC에 전송한다. PC는 미리 생성해둔 시점별 3D 영상을 3D모니터에서 디스플레이 하도록 구성되어 있다.

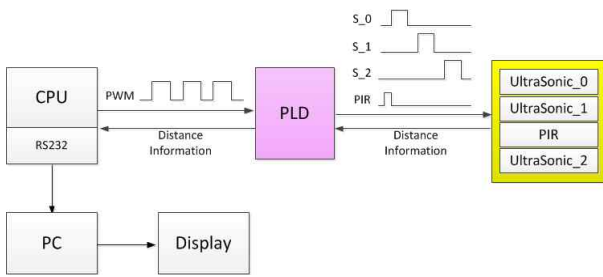


그림 1. 제안한 시스템의 구조

그림 2는 제안한 시스템의 요소별 배치를 나타낸 그림이다. 움직임을 탐지하는 센서 바, 위치를 정보를 이용하여 위치를 계산하는 처리부, 그리고 위치별 영상을 디스플레이 해주는 디스플레이부로 구성되었다.

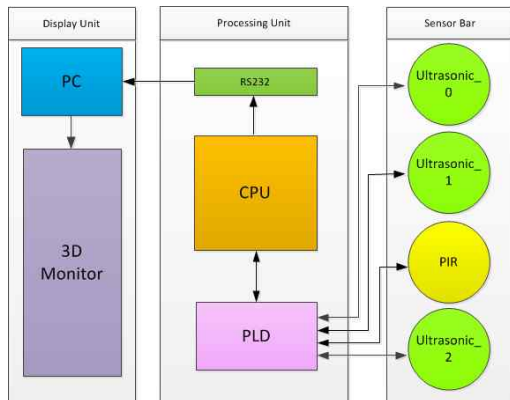


그림 2. 시스템 배치도

식 1은 3개의 초음파 센서에서의 사람의 거리정보를 CPU에서 계산하는 식이다. x 는 CPU에서 나오는 PWM 출력 신호의 값, 500cm은 초음파센서의 최대 탐지거리인 5m를 나타내고, 30ms는 초음파센서에서 5m까지의 기준신호를 나타내는 값이다. y 는 시청자까지의 거리 값이다. 출력된 정보를 가지고 CPU에서 20개의 탐색구역을 나누어 구역별 시청자의 위치를 판별 한다.

$$(30 - x) \times \frac{500}{30} = y \quad (1)$$

시청자의 위치를 판별하기 위해서는 정해진 영역 안에서 탐색영역을 나누어 보다 정확한 위치를 판별 할 수가 있다. 그림 3은 20개의 탐색구간을 나타낸다. 3개의 초음파센서를 이용하여 전방 5m, 좌우 탐색범위 3m 영역에 전방을 1m 거리간격을 기준으로 하여 나누었고 센서0, 2의 좌우로 5도로 설치하고 초음파 센서 1은 가운데에 PIR 센서와 함께 설치하여 탐색구간을 설정하였다. 초음파센서 하나가 탐색할 수 있는 탐색 범위의 폭은 최소 30cm에서 최대60cm이며 2,7,12,17,의 구역은 센서0, 1이 동시에 사람을 인식했을 때의 영역이고 1,6,11,16은 센서 1과 2가 중첩되는 부분의 영역으로 나누었다. 나머지 영역은 3개의 센서가 독립적으로 탐색했을 때의 영역들이다. 그리고 디스플레이로부터 1m이내의 거리는 시청범위에서 제외하였다.

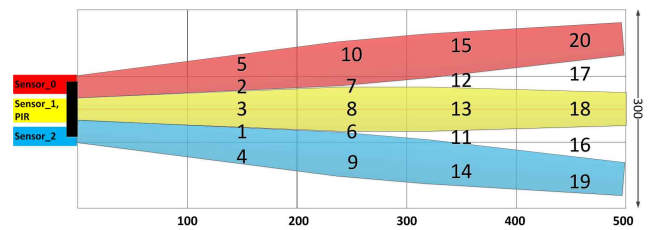


그림 3. 20개의 탐색 구역

표 1은 영역별 우선순위를 나타내고 있다. CPU에서 거리정보 처리는 1m 간격의 전방영역에서 디스플레이 장치로부터 가까운 거리를 최우선으로 설정하고, 가운데센서의 영역을 다음 순위로 설정하였다. 예를 들어 3, 10, 17의 영역에서 인체가 감지가 되면 디스플레이로부터의 거리 우선순위에 따라 3번영역의 영상정보를 1순위로 출력해 주고 10, 17의 영역은 다음 순위로 영상정보를 출력해준다. 디스플레이와의 거리와 영역에 따라 영상정보를 보내줌으로써 시청자는 위치에 따른 3D 영상정보를 받을 수 있다.

표 1. 영역별 우선순위

탐색 영역	직선거리	우선순위
1,2,4,5	1m	1
3,8,13,18	-	2
6,7,9,10	2m	3
11,12,14,15	3m	4
16,17,19,20	4m	5

3. 시스템 검증

제안한 시스템의 구성요소는 CPU, PLD, 초음파센서, PIR 센서, PC, 3D 모니터로 구성되어 있다. CPU는 ATmega128을 사용 하였고, PLD는 Altera 사의 Max 7000, 초음파센서는 SensComp 사의 600 시리즈를 사용하였다. PIR 센서는 Panasonic 사의 MP MOTION SENSOR를 사용하여 구성하였다 [3][4][5][6].

그림 4는 시스템의 검증에 사용할 영상의 예를 보이고 있다. 이 영상은 마이크로소프트사에서 제공하는 ‘발레’와 ‘브레이크댄서’로 8시점, 해상도는 1024x768, 시점별 200프레임을 제공한다 [7].

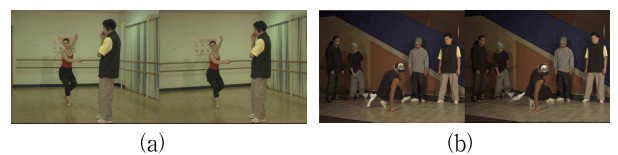


그림 4. 실험 영상의 예 (a) 첫 번째 시점의 발레 영상 (b) 세 번째 시점의 브레이크댄서 영상

그림 5는 위치정보를 이용하여 시청자의 위치를 파악하는 실험의 결과로 6개의 구역 표본 값을 보여준다. 실험 환경은 그림 3의 탐색 구역에 사용자가 특정 위치하면 탐색 구역의 위치 정보를 PC모니터로 출력하여 사용자의 위치 번호를 확인 하는 실험이다. 실험진행은 좌에서 우로 이동하면서 탐색 전역확인 실험과, 무작위로 특정위치에 사람이 있을 때 탐지 여부를 확인 하는 순서로 진행 되었다. 그림 5(a), (c)

는 두 개의 센서가 서로 겹칠 경우 인체를 탐지한 결과이고, (b)는 10 구역에서의 인체 탐지, (d)는 구역 19 영역에서 인체 탐지의 결과를 나타낸다. 20개의 탐색 구역별 시청자의 시점이 이동 할 때 마다 구역별 위치 번호가 출력되는 것을 확인하였다.

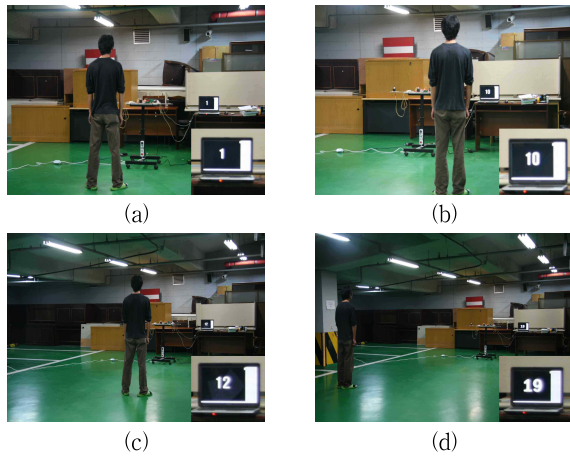


그림 5. 시청자의 위치 판별 실험 (a) 구역 1, (b) 구역 10, (c) 구역 12, (d) 구역 19

제안한 시스템은 센서들을 탐색범위에 맞도록 센서바를 제작하여 3D모니터 상단에 설치하고 구간별 사용자의 위치정보를 확인하였다. 그림 6은 제안한 시스템을 실험 한 그림이다. 그림 6(a)는 14구역일 때 위치 판별을 하여 PC에서 시청자의 현재 위치의 번호를 확인하고, 3D 모니터로 시점별 영상을 볼 수 있었다. 그림 6(b)(c)는 구역 13, 15에 시청자가 위치하였을 때의 결과이고 그림 6(d)(e)(f)는 1번째 3번째 5번째 시점에서의 좌측영상 (g)(h)(i)는 우측영상이다. 20개의 구역에서 사람의 위치를 정확하게 탐지 하였고 5개의 시점의 3D 영상 정보를 정확하게 사용자에게 제공하였다.

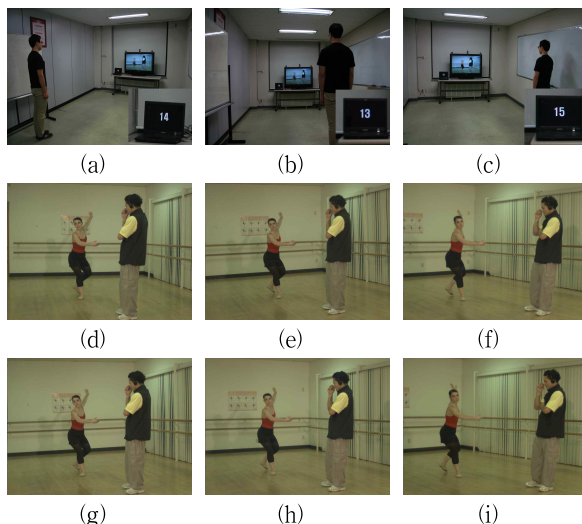


그림 6. 시청자 위치와 시점영상 (a)(b)(c) 구역 14, 11, 15, (d)(e)(f) 구역별 좌측영상, (g)(h)(i) 구역별 우측영상

4. 결론

본 논문에서 제안한 사용자 위치 인식 및 움직임 추적 시스템은 초음파 센서 3개, PIR 센서 1개를 이용하여 시청자의 위치를 20개의 탐색구간으로 나누고, 5개의 시점을 제공해주는 시스템을 제안했다. 다시점의 3D 영상 정보를 사용자의 시청 위치에 따라 제공해줌으로써 시청자는 시점별 정확한 영상정보를 제공받을 수 있어 3차원 영상정보를 시청 위치에 따라 다른 시점 영상을 볼 수 있다. 3차원 다시점영상을 시청자에게 효과적 서비스 할 수 있는 장치로 3D 콘텐츠 서비스 분야에 활용될 것으로 기대된다.

감사의 글

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2010-0012898)

참고 문헌

- [1] 김태준, 장은영, 허남호, 김진웅, 유지상, “다시점 카메라 모델의 기하학적 특성을 이용한 가상시점 영상 생성 기법” 한국통신학회논문지 pp. 1154-1164, 2009. 12
- [2] Milan Sonka, Vaclav Hlavac, Roger Boyle, “Image Processing Analysis, nd machine Vision”, THOMSON, 2008
- [3] AVR ATmega128 마스터, ohm사, 2004
- [4] ALTERA Corporation, “MAX 7000 Programmable Logic Device Family”, 2003
- [5] SensComp. “600 Series Smart Sensor”, 2004
- [6] Panasonic Electric Works Co., Ltd, “MP MOTION SENSOR ‘NaPiOn’”
- [7] Video-Based Rendering. [Online]. Available: <http://www.video-basedrendering.org/>