

스테레오 X-선 검색장치를 이용한 실시간 3D Viewer에 관한 연구

이승민*, 조한진*
충남대학교*

A study on a real-time 3D Viewer using the stereo X-ray Search device

Seung-Min Lee*, Han-Jin Cho*

Department of Electrical and Electronic Communication Education, ChungNam National University*

Abstract - 스테레오 X-선 검색장치에서 취득된 2장의 영상을 통하여 얻어질 수 있는 3차원 정보의 한계를 극복하기 위하여 취득된 영상에 대하여 간단한 전처리 및 시점을 변환하여 실시간으로 3D 출력하여 관찰자로 하여금 상당한 입체감을 느낄 수 있게 할 수 있는 기법을 제시하였으며, 본 연구의 결과는 실시간 스테레오 X-선 검색장치의 효율을 높이는 데, 주요하게 활용될 수 있을 것으로 예상된다. 따라서, 본 연구에서는 기존 좌, 우 프레임 병합 출력을 연속 프레임 120Hz 출력으로 개선하고, 입체감 인지 시간을 줄이기 위하여 초기 영상을 제공하였다.

1. 서 론

테러에 대한 공포가 증대하고 있는 현 지점에서 물류를 통한 테러도구의 반, 출입 및 사회의 안전을 저해할 수 있는 많은 요소들의 밀수에 대한 방지가 주요한 이슈로 논의되고 있으며 특히, 2016년 시행예정인 미국행 컨테이너 전수검사를 위한 검색장치 개발은 국내 화물이 물류보안프로세스에서 빠른 통과 및 검사 생략과 같은 편익을 위해 수출이 경제 성장의 주요한 수단인 우리나라의 현실에서는 반드시 필요하다.

본 연구에서는 기존에 연구되어진 X선을 이용한 컨테이너 검색장치에 3차원 적용하여, 정보 검색자로 하여금 검색능률을 향상시킬 수 있는 방안으로 기존 장치와의 차별화를 기하려한다. 초기연구에서 약 10도 정도의 시차를 두고 취득된 2장의 영상에서 정합을 통한 3차원 정보를 추출하였으나 실영상이 아닌 방사선 영상이 가지는 특징 때문에 3차원 복원 결과가 검색에 도움을 주기 어려움이 있었다. 그리하여 두 영상을 간략해 시점처리를 한 후 3차원 Viewer를 통하여 출력하는 방안이 제안되었다. 현재는 초기 구현된 Viewer의 좌, 우 프레임 출력 방식에서 연속프레임 출력 방식으로 60Hz에서 120Hz 출력으로 개선하여 보다 원활한 3차원 출력이 가능하게 되었다.[1,2]

2. 본 론

2.1 스테레오 X-선 영상 획득 장치

<그림 1>은 연구를 위하여 실험크기의 1/10로 축소 제작된 X선 영상을 획득하기 위한 스테레오 X-선 획득 장치의 구성된 모습을 나타내고 있으며 그 구성은 X-선 발생장치(X-ray Generator), 검색물체 등속 스캐닝 이송장치, 그리고 시차각을 가진 두장의 2D 스캔 영상 획득을 위한 X-ray 디텍터로 이루어져 있다. 또한 시스템의 기하학적 구조를 최적화시키기 위해 각종 모터를 설치하여 기하구조를 변화할 수 있도록 설계 하였으며, 정밀 제어를 위한 제어 시스템을 추가하였다.



<그림 1> 스테레오 X-선 검색장치

방사선 영상을 얻기 위한 듀얼 라인디텍터는 선형배열센서(Linear array detectors)로 이루어져 있고, 디텍터 라인의 픽셀은 640개(pixels)

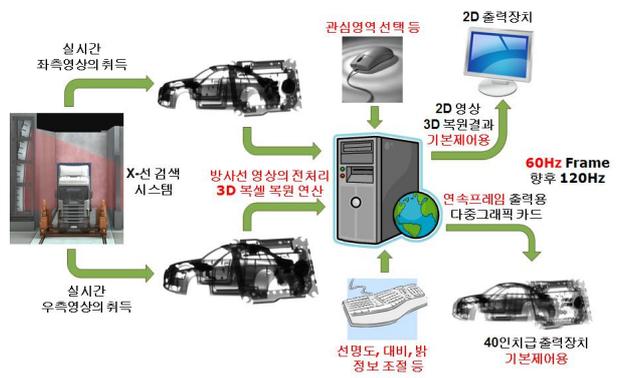
가 수직으로 적층되어 있다. 포토다이오드 센서는 X-선이 입사되는 0.1mm의 알루미늄 윈도우로 덮여 있으며 개별 포토다이오드 센서의 구조는 높이가 0.6mm, 너비 0.3mm, 간격 0.4mm의 형태이고 앞쪽에 부착된 신틸레이터(CsI)에서 변환된 X-선의 광정보를 취득하여 2차원 영상을 형성하게 된다. 또한 디텍터 전면에 부착된 콜리메이터(Collimator)는 0.4mm의 너비로 되어 있으며 디텍터의 최소 영상 집적 시간이 0.5ms이므로 디텍터의 너비 0.3mm를 고려할 때 최대 스캔 속도인 60cm/s의 속도까지 대상물체 검색이 가능하다. 아래의 <그림 2> 검색장치의 제어 및 운용을 위한 프로그램의 외형을 보여주고 있다.[3]



<그림 2> 스테레오 X-선 검색장치

2.2 실시간 3D Viewer

<그림 3>은 Viewer의 구성을 나타내고 있으며, 설치된 컨테이너 검색장치로부터 각도 5도의 시차를 가진 2장의 방사선영상을 취득하고, 최적 정합을 위한 영상처리를 거친 후 관심영역에 대한 정합을 실시하여 얻어진 시차영상을 바탕으로 3차원 복원을 실시한 결과를 출력함과 동시에 좌, 우 영상의 스테레오 출력을 통한 실시간 3차원 영상의 관측이 가능하도록 시스템을 구성하였다.



<그림 3> 실시간 3D Viewer 구성도

2.3 출력의 형태

<그림 4>는 기존의 좌, 우 병합된 이미지를 보여 주고 있다.



〈그림 4〉 좌, 우 병합 출력 이미지

이는 3차원 출력을 위해 좌, 우 영상을 방사선영상의 특성을 고려하여 전처리하고 주요관심 부분에 시차가 일치하도록 이동시킨 후 병합하여 하나의 이미지로 만들고 이를 좌, 우 방식으로 3차원 출력이 가능한 출력 장치를 이용하여 좌, 우 스테레오 출력을 실시하였다. 때문에, 60Hz 출력의 반으로 부드러운 3차원 구현에 어려움이 있었다. 또한, 출력장치의 해상도(Full HD)를 좌, 우로 나누어 받을 사용해야 하므로 출력해야 할 이미지의 가로 픽셀이 960 픽셀이 넘는 경우 가로 정보의 손실을 초래할 것으로 예상할 수 있다. 이는 적용하려는 컨테이너 검색기의 경우 컨테이너의 수평방향 길이가 수직에 비하여 상대적으로 길며, 실제 운용 중인 검색기에서 얻어진 영상을 가로 픽셀이 2000을 넘고 있다.

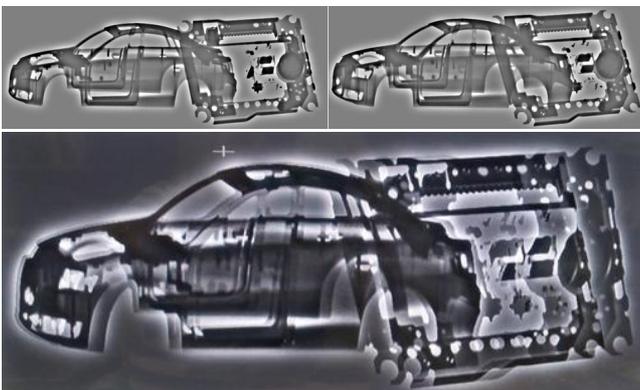
따라서, 보다 부드러운 3차원 영상의 출력과 영상의 가로 정보 손실을 최소화하기 위해 연속 프레임 출력이 제안 되었으며, 이미지의 프레임 단위 출력을 위해 스테레오 기능이 포함된 이미지 카드를 이용하였고, 이미지 카드의 2개의 메모리 버퍼에 좌, 우 영상을 각각 저장하여 연속으로 출력하는 방식을 적용하였으며, 좌 영상 60Hz, 우 영상 60Hz의 120Hz 출력이 가능하도록 구성하였다. 〈그림 5〉는 연속프레임 출력의 결과를 보여 주고 있다.



〈그림 5〉 연속 프레임 출력 이미지

이중 물체에 대한 스테레오 View의 결과물로 해당 이미지에서 검색 대상물은 모형 중형 자동차와 철재 구성물이 포함된 CD롬 드라이브의 내부 부속물이다. 또한, 실제 컨테이너 검색기에서 얻어질 수 있는 이미지는 여러 물체가 복합적으로 중첩되어 있는 이미지 일 것이다. 하지만, 실시간 스테레오 view가 검색자에게 실질적인 도움을 주기 위해서는 이러한 중첩 물체 간에 거리 정보를 명확히 인지할 수 있어야만 스테레오 View로서의 역할을 할 수 있을 것이다.

출력물은 통한 입체감 확인결과, 기존 좌, 우 병합방식의 60Hz 출력에 비해 연속프레임 120Hz 출력이 보다 부드러운 입체감을 느낄 수 있었고, 자동차와 CD 롬 부속품 간에 앞, 뒤 거리 정보의 차이를 충분히 인지할 수 있었다. 이는 다중 중첩 물체가 포함된 컨테이너 영상에 이용될 수 있다는 주요한 의미를 가진다.



〈그림 6〉 입체감 인지 시간 단축을 위한 초기 영상

〈그림 6〉은 입체감 인지 시간 단축을 위한 초기 출력 영상이며, 이는 관측 환경이나, 관측자의 개인차에 따른 초기 입체감 인지 시간이 다양할 수 있으며, 이러한 문제는 원활한 검사에 어려움을 줄 수 있다. 따라서 입체감 인지 시간을 줄이기 위하여, 취득된 기본 영상을 하이패스 필터

터 및 강조, 평활화 기법을 적용하여 형태 정보의 부각 및 시각적 부드러운 처리를 거친 후 초기에 제공하여 입체감 인지 시간을 단축하였다.

감사의 글

본 논문은 국토해양부의 “U기반 해운물류 체계 구축을 위한 기반 기술 연구” 과제에서 수행된 연구결과 중 일부이며, 한국원자력연구원의 위탁연구과제로 수행되었음.

3. 결 론

본 연구에서는 기존의 X선을 이용한 컨테이너 화물 검색장치와의 차별화를 위해 3차원 정보 추출을 개념을 적용한 X선 검색장치에 대하여 만큼의 회전 성분이 있는 X-Ray Linear Pushbroom Stereo System을 도입하여 정합을 통하여 얻어진 3차원 정보를 가시화한 결과물의 한계를 극복하기 위하여 취득된 2장의 X선 영상을 기본 처리하여 시점 변환을 통해 실시간 스테레오 Viewer의 결과물을 통하여 만족할 수준의 입체감을 느낄 수 있었다.

특히, 중첩된 물체 간에서 앞, 뒤의 거리정보를 충분히 느낄 수 있었다는 점과 영상의 가로 정보손실을 줄이기 위하여 좌, 우 영상의 병합 출력을 연속프레임 Real 120프레임 출력으로 보다 부드러운 3D 영상 출력의 결과물을 얻은 점과 초기 입체감 인지 시간 단축을 위한 초기 영상 제공에 중요한 의의가 있다고 하겠다.

추후, 3차원 복원에 대한 복원 시간을 단축시키기 위한 방안 및 향상된 복원 결과를 도출하기 위한 추가적인 방법과 입체감이 더욱 향상된 실시간 스테레오 View를 위해 다양한 입체감에 대한 요소를 분석하여 적절히 적용하는 것에 대한 연구가 진행될 예정이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 이남호, 황영관, 이승민, 박순용, “X-선 검색영상 스테레오 형상화 연구”, 대한전기학회 학술대회 논문집, pp.1926-192, 2010.
- [2] 이남호, 박순용, 이승민, “스테레오 카메라를 이용한 3차원 정보의 가시화”, 대한전자공학회논문지, SC 47(4), pp.15-20, 2010.
- [3] 이호호, 이승민, “3차원 정보 제공을 위한 X-선 검색장치의 기하학적 모델링”, 대한전기학회논문지, D 62(8), pp.1151-1156, 2013.