

# 검진용 의료 로봇 시뮬레이터 및 시스템 개발 Development of Simulator and System of Medical Robot for Diagnostic Imaging

\*김덕준<sup>1</sup>, 이광희<sup>1</sup>, #지상훈<sup>1</sup>

\*D. J. Kim(mike23@kitech.re.kr)<sup>1</sup>, K. H. Lee(kwanghee82@gmail.com)<sup>1</sup>, #S. H. Ji<sup>1</sup>  
(robot91@kitech.re.kr)

<sup>1</sup>한국생산기술연구원 지능형로봇연구부

Key words : Medical Robot, Labview, Solidworks, Vibration

## 1. 서론

정밀한 제어 기술이 뒷받침 되는 로봇 기술은 인간의 삶 전 방위에 그 영역을 넓혀가고 있다. 삶의 질 향상과 다양한 어플리케이션 개발 가능성 및 관심에 의해서 로봇 기술이 특히 의료기술 분야에도 최근에 더 활발하게 적용되어 의사를 보조하여 더욱더 정교한 수술이 가능하도록 발달되고 있다. 의료로봇의 종류는 매우 다양하여 다빈치와 같이 직접 수술에 관여하는 로봇, 사람 체내에 들어가서 수술을 하는 로봇 등이 있다. 본 논문에서는 수술실에서 다자유도 메커니즘을 이용하여 여러 각도에서 의료영상을 제공할 수 있는 검진용 로봇에 대해서 살펴본다. 일반적으로 환자의 병변을 검진하는 의료영상 기기는 MRI, CT, PET 등으로 대표된다. 이러한 영상 기기는 고화질 3차원 이미지를 제공하거나 병변의 가능성이 높은 부위를 제시하여 시술자로 하여금 환부를 파악하는데 용이하게 한다. 하지만 이러한 시스템은 고정형으로 설치되어 있어 의사로 하여금 수술실에서 즉각적으로 결과를 알기가 어렵다. 이러한 단점을 극복하기 위하여 C-Arm 등 포터블 검진 기기가 발달하여 수술실에서 사용이 가능하여 수술 결과를 즉시 알 수 있고 수술 과정에도 사용이 가능하다. 본 연구는 사용자의 요구 사항을 분석하여 이동이 가능하고 fluoroscopy 영상뿐만 아니라 CT 영상도 제공하는 다자유도 의료 로봇 기기에 개발에 대해서 연구되어왔다. 본 논문에서는 빠르고 안정적인 개발 과정과 실제 CAD 파일을 이용한 시뮬레이션을 통해서 실제 적용되는 제어 알고리즘을 검증하고 안정성 및 성능을 검증해온 결과에 대해서 살펴본다.

## 2. 하드웨어 및 제어기

의료영상용 검진용 장비는 그 역할과 기능에 따라서 크게 갠트리 부분과 매니플레이터 부분으로 나눌 수 있다. 갠트리 부분은 의료 영상이 촬영될 수 있는 X-ray 소스와 디텍터 모듈을 포함하여 360도 회전시키는 역할을 하여 CT 이미지를 얻을 수 있게 해준다. 매니플레이터 부분은 총 5자유도를 가지고 있어서 갠트리를 다양한 자세를 가질 수 있도록 하여 사용자와 원하는 각도와 범위에서 의료 영상이 촬영 가능해하도록 한다. 제어기는 VxWorks RTOS를 사용하는 NI CompactRIO를 사용하였고 각 모듈에서 FPGA 레벨에서 프로그래밍을 하여 빠른 샘플링으로 제어가 가능하도록 하였다. 또한 고속 통신 규격인 EtherCAT 기반으로 하였다.



Fig. 1 Developed Hardware Platform and its Controller of Medical Robot for Diagnostic Imaging Purpose

각 축의 모터는 AC 서보 모터를 이용하여 구동이 되며 시스템 초기화 과정에서 FPGA에서 시리얼 데이터를 고속 연산을 하여서 모든 축이 용이하게 절대치 형태로 사용이 가능하도록 시스템을 설계하였다.

### 3. 알고리즘 시뮬레이터

개발된 의료영상 검진용 로봇은 갠트리 부분이 약 300kg 매니플레이터 부분이 약 500kg 총 800kg 이 되는 시스템이다. 이와 같이 큰 시스템은 실험실 단위에서 제어 알고리즘 등 소프트웨어를 검증하기에 위험하고 어려운 측면이 있다. 하지만 NI CompactRIO를 제어기를 선택하여 Labview 를 통한 제어 알고리즘을 코딩은 NI Softmotion과 Solidworks COSMOS가 연동을 가능하게 해주었다.

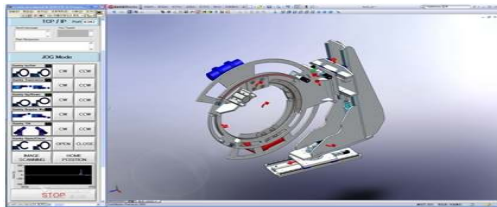


Fig. 3 Simulator using Real 3D CAD model and Real Control Algorithm using Labview interoperating with Solidworks.

Fig. 2는 실제 3차원 CAD 파일과 실제 시스템에 적용하는 제어 알고리즘 및 시퀀스를 그대로 적용하여 시뮬레이션 하는 화면을 보여준다. 그 결과 안정적으로 제어 알고리즘을 검증하여 개발 시간도 단축시키는 효과를 얻었다.

### 4. 동특성 검증

갠트리가 회전에서 X-ray 모듈의 무거운 무게로 인하여 매니플레이터가 지지하고 있지만 진동이 발생하게 된다. 그 결과 촬영 중심점이 고정되지 못하여 영상 화질에 영향을 미친다. 오차범위 내에서 시스템 설계 및 제어 알고리즘을 설계하기 위하여 ADAMS-MATLAB을 연동하여 검증 한다.

Fig. 3은 3차원 영상을 촬영할 때 의료검진용 로봇이 가지는 수직방향의 진동 모델이다. 그리고 식(1) ~ (3)은 발생하는 힘 및 진동 모델 식이다. 불균등한 갠트리의 질량 분포로 인하여서 회전할 때 각도별 힘이 변화되고 그 결과 진동이 발생하게 된다. 갠트리 회전 알고리즘을 MATLAB에서 구현하고 그 실제 모델을 ADAMS에 구현하여 연동하여 예상이 되는 진동에 대해서 검증할 수 있다.

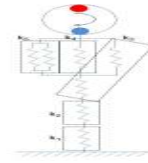


Fig. 2 Vibration Model of Medical Imaging Robot System while Gantry Rotation

$$\frac{1}{k_{e_{q_{horz}}}} = \frac{1}{k_{5_1} + k_{5_2} + k_4 + k_{3_1}} + \frac{1}{k_{3_2}} + \frac{1}{k_{2_1}} \quad (1)$$

$$\frac{1}{k_{e_{q_{horz}}}} = \frac{1}{\frac{3\pi d_5^4 E}{4h_5^3} + \frac{t_5 a_5 E}{b_5} + \frac{t_4 a_4 E}{b_4} + \frac{t_3 b_3 E}{b_3} + \frac{4L_3^3}{a_3 t_{3a}^3 E} + \frac{4h_2}{\pi d_2^2 E} + \frac{t_2}{a_2^2 E} + \frac{2b_1}{t_1 L_1 E}} \quad (2)$$

$$\Sigma F_Z = m_s r \omega^2 \sin(\omega t) + m_d r \omega^2 \sin(\omega t + \pi) \quad (3)$$

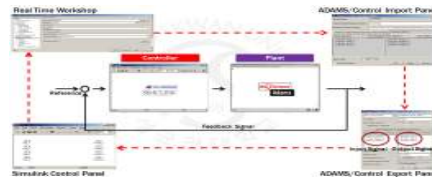


Fig. 4 Concept Block of MATLAB Simulink with ADAMS

### 5. 결론

NI CompactRIO 및 Labview를 이용하여 안정적으로 빠른 의료기기를 개발하였고 다양한 상용 소프트웨어의 연동을 통한 시뮬레이터 개발을 통하여서 그 성능을 검증하였다.

### 후기

본 연구는 지식경제부의 지원으로 진행되었으며, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

### 참고문헌

1. Singiresu S. Rao, Mechanical Vibrations fourth edition, Prentice Hall, 2004