

< 3D-Digitizing >

담당조교 : 김윤환, 류인건

(제1공학관 503호 - yourica@dankook.ac.kr)

*USB 지참

1. 실험목적

2차원의 물체는 간단한 도구(자, 각도기 등)만 있으면 정확한 위치 측정이 가능한 반면, 3차원 형상은 위의 간단한 도구만으로는 측정의 한계가 있으며, 설사 측정을 했다 하더라도 많은 오차를 유발한다. 그러므로 3차원 형상의 특정부분의 위치 파악을 위해서는 별도의 장비를 개발하고 이를 이용할 필요성이 있다. 본 실험에서는 3차원 물체의 각 점의 위치를 파악할 수 있는 장비의 원리를 정확히 이해하여 DATA를 도출한다.

2. 이론적 배경

2.1.1 측정 원리

3차원 위치 측정기의 측정 원리는 다음 식을 이용하여 좌표축을 변환하여 변환된 좌표축에서의 위치를 계산함으로써 3차원 공간상의 위치를 결정하는 것이다.

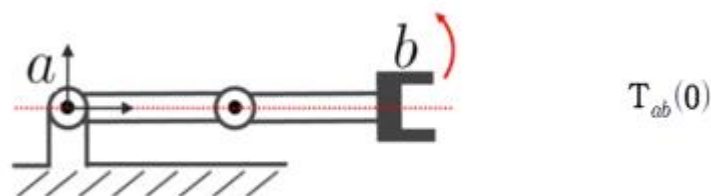
$$X_a = TX_b \quad (1)$$

식 (1)에서 T는 4×4 변환 행렬(transformation matrix)로서 기준 i 좌표계에 대한 j 좌표계의 전이와 회전량을 정의하게 된다. 즉, 다음 식과 같이 표현될 수 있다.

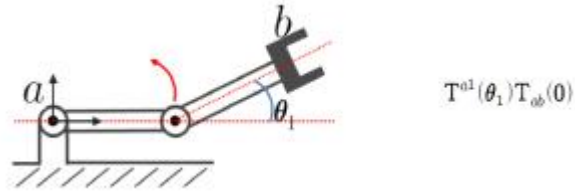
$$T = \begin{pmatrix} R & D \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

식 (2)에서 [R]는 3×3 회전 행렬, [D]는 3×1 위치 행렬을 의미한다. 즉, [R]는 각 전위차계를 통하여 받아들여지는 회전량이고, [D]는 각 링크의 위치이다.

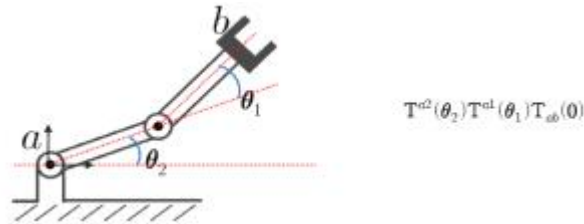
$$D=(I-R)d$$



<그림 1. 종단부의 자세 1>



<그림 2. 종단부의 자세 2>



<그림 3. 종단부의 자세 3>

이 때, $T_{ab}(0)$ 는 기준자세에 대한 종단부의 자세이며, 관절 1을 θ_1 만큼 회전하였을 경우 기구 종단부의 자세는 $T^{a1}(\theta_1)T_{ab}(0)$ 로 나타낼 수 있다. 이와 같은 방법을 사용하여 n개의 관절에 대해 다음과 같이 계산 할 수 있다.

$$T_{ab}(\theta) \equiv {}^{an}T(\theta) \cdot \dots \cdot {}^{a2}T(\theta) {}^{a1}T(\theta) \cdot T_{ab}(0)$$

이와 같이 주어진 관절 값에 대해 기구 종단부의 자세를 결정하는 식을 정기구식이라 한다.

-참고 : 3차원 회전형렬식

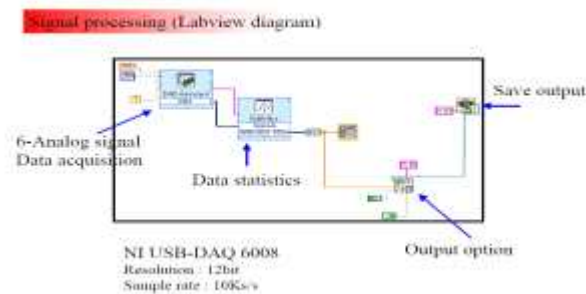
$$R_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos r_x & -\sin r_x \\ 0 & \sin r_x & \cos r_x \end{bmatrix}$$

$$R_y = \begin{bmatrix} \cos r_y & 0 & \sin r_y \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin r_y & 0 & \cos r_y \end{bmatrix}$$

$$R_z = \begin{bmatrix} \cos r_z & -\sin r_z & 0 \\ \sin r_z & \cos r_z & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

2.1.2 신호 처리

각 전위차계에서 발생하는 신호 처리 과정은 다음과 같다. 링크와 링크를 연결하고 있는 조인트에 전위차계(JC22S 2K, 0.5%, Copal)를 장착하여 위치의 변화에 따른 링크의 회전량을 측정하고, 각각의 전위차계에서 나오는 신호는 6개의 아날로그 채널을 이용하여 12bit의 분해능과 10Ks/s를 가지고 있는 데이터 수집 장치(NI USB-DAQ 6008, National Instrument)를 통해서 각도의 변화량을 측정한다. 이를 Labview 8.0(National Instrument) 소프트웨어를 이용하여 제어하며, 그림 4.는 Labview 신호 처리 과정을 나타낸다. 각각 측정된 센서의 각도 변화량 값은 작성된 프로그램에 의해 순차적으로 저장되고 Matlab을 이용하여 앞 절에서 설명한 알고리즘을 적용하여 위치로 환산한다.

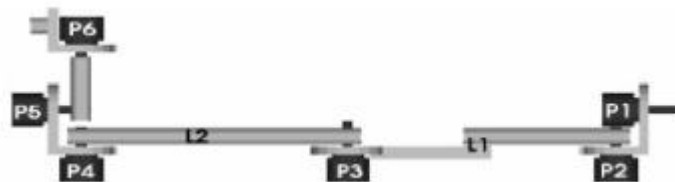


<그림 4. 신호 처리 과정>

3. 실험장비 및 실험 방법

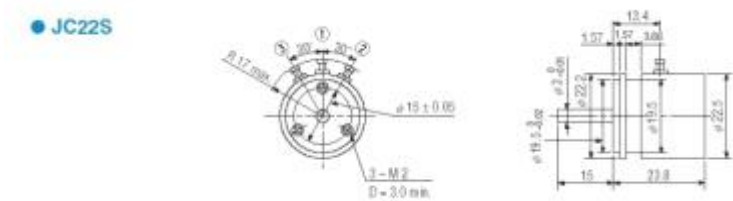
3.1 실험장비

본 실험에 사용될 접촉식 3차원 위치 측정기는 2개의 유니버설 조인트(universal joint)와 1개의 핀 조인트(pin joint)를 사용하여 구성하였으며, 침봉의 움직임을 자유롭게 하기 위해서 회전축을 1개 추가하였다. 이와 같이 구성된 장치의 개략 도는 그림 5.와 같다.



<그림 5. 접촉식 3차원 위치 측정기>

각 링크와 링크 사이의 회전량을 측정하기 위한 6개의 전위차계(potentiometer)를 부착 하였다. 장치에 사용된 전위차계는 COPAL사의 JC22S모델로써 $\pm 0.5\%$ 선형 도를 가지며 측정 범위는 $340^\circ \pm 5^\circ$ 이고, 외형과 치수는 그림 6.과 같다.



<그림 6. 전위차계(potentiometer)의 외형치수>

사용된 전위차계의 측정 범위가 $340^{\circ} \pm 5^{\circ}$ 이므로 링크 사이의 물리적 회전각이 측정 범위를 넘어서지 않도록 링크 사이에 핀으로 고정하여 회전각을 제한된다. 전위차계로부터 나오는 신호는 NI사의 USB-6008 DAQ를 사용하여 처리한다.

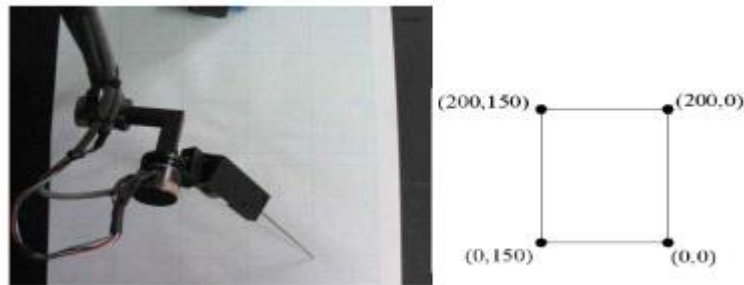
3.2 실험방법

접촉식 3차원 위치 측정기의 각 링크 길이를 측정한다. 이미 알려진 좌표를 접촉식 3차원 위치 측정기로 측정하고, 이 때 각 관절 값을 Labview 8.0(National Instrument)을 통해 얻는다. 정기구식을 사용하여 주어진 관절 값을 통해 측정기의 종단 부 자세를 계산하는 프로그램을 코딩(coding)하고 이를 통해 종단 부 자세를 결정한다.

4. 주의사항

4.1 측정 오차

본 실험에서 구성한 3차원 위치 측정기의 측정 오차를 확인하기 위하여 그림 7.과 같이 가로 200mm, 세로 150mm인 사각 평면을 측정하였다. 측정 결과는 표 1.과 같이 약 3%의 측정 오차를 나타내는 것을 알 수 있다.



<그림 7. Measurement error>

mm	(200,0)	(0,150)	(200,150)	error(%)
x	188.80	-5.66	193.71	3.15
y	0	151.71	145.85	2.8
z	0	0	-3.50	-

<표 1. Measurement error>

5. 실험결과 및 정리

5.1 실험결과

5.1.1 링크 위치 측정결과(기준상태)

	link 1	link 2	link 3	link 4	link 5	link 6	link 7	link 8
length (cm)								

<표 2. Measurement vector of links>

5.1.2 관절 값 측정결과

	joint 1	joint 2	joint 3	joint 4	joint 5	joint 6
radian						
radian						
•						
•						
•						

<표 3. Measurement joint value>

5.1.3 기구 종단부의 좌표 계산

5.1.4 기구 종단 부 자세 도출 프로그램 코딩(MATLAB 사용)

5.1.5 3D-Digitizing Figure

5.1.6 용어정리

- 디지털라이저(Digitizer)
- 전위차계(potentiometer)
- 유니버설 조인트(universal joint)

6. 결론 및 고찰

7. 참고문헌

※ 레포트 제출 시 유의사항

e-mail 제출 : yourica@dankook.ac.kr

메일제목) 3D_A반5조_학번_이름

파일명) A반5조_학번_이름

paper 제출 : 제1공학관 503호