

2개의 스텝 모터로 구동되는 로봇 팔의 위치 제어

Position control of robot arm using two step motors

박성욱*, 오진훈, 서보혁

Park Seong Wook, Oh Jin Hoon and Seo Bo Hyeok

Abstract - This paper studies the step motors moved up-down and fore-back direction and deals with a position control and tracking the trajectory of the robot. For simulation and experiment, we demonstrate core part with usefulness and effectiveness.

Key Words : step motors, control algorithm, real control processing

1. 장 서 론

로봇산업의 발전은 지속적으로 이루어지고 있고 향후 성장 동력 산업과 IT산업의 연계를 통해 연구가 활발하게 진행되고 있다. 로봇의 동력학은 오래전부터 연구되어 현재, 반도체 기술과 제어 기술이 적용되고 있다. 로봇의 자유로운 움직임은 인간의 사회생활과 산업 활동에 중요한 수단이 되고 있다. 그래서 본 연구에서는 실제 산업 현장에서 사용 중인 로봇 팔을 축소모형으로 설계하고 제작하여 로봇 팔 제어에 대한 연구를 통해 교육용 로봇 개발과 하드웨어 제작에 관한 연구를 수행하여 향후 로봇이 원하는 공정을 부드럽고 유연하게 제어되게 하고자 한다. 본 연구에서는 첫째로, 이런 산업로봇의 중요성을 인식하여 2축 로봇을 스텝모터를 사용하여 제작하고, 둘째로, 두개의 모터 각도에 따른 로봇의 팔의 동작범위를 유도하고 원하는 위치로 팔을 이동하기 위한 모터 각을 제어 할 수 있는 알고리즘을 연구한다. 셋째로, 개발된 이론을 로봇에 적용하여 움직일 수 있는 모터 구동 회로와 제어신호를 발생시키는 제어기를 구현하고자 한다.

2. 장 로봇의 구조

로봇의 구조는 그림 1과 같다. SW3이 평면 좌표계의 기준 (0,0)이 된다. 고정점은 3개로 SW0, LF0, SW3의 중첩에 있는 점이다. SW는 swing을 나타내며 앞뒤 회전 움직임을 나타내고 LF는 lift의 약자로 아래-위로 로봇의 팔이 움직인다. 로봇의 끝점은 SW7로 물건을 집어 원하는 곳으로 이동하며 그 움직임을 통해 작업이 수행되어 공정이 진행된다. 그림 1에서 원안에 ○은 모터의 축을 나타내고 2개의 모터가 사용되고 있음을 알 수 있다. 모터의 회전에 따라 SW1과 LF1의

위치가 변하여 로봇의 제어위치인 SW7가 움직이게 된다. 로봇은 x축으로 -20.4cm - 42.4cm, y축으로 0cm -40cm까지 움직일 수 있다. 표1은 로봇의 SW와 LF의 구간별 축 길이를 나타낸다.

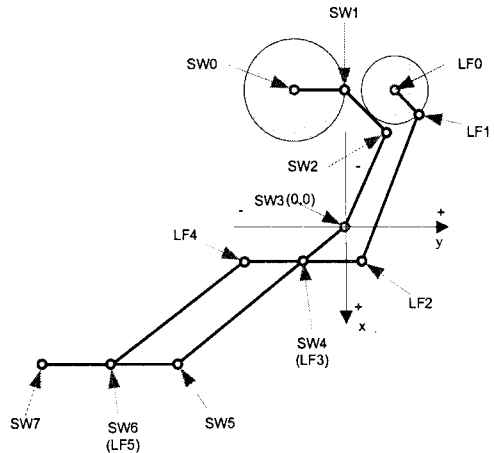


그림 1 스윙 모터와 리프트 모터를 가진 로봇
Fig. 1 Robot with swing and lift motor

표 1 로봇의 SW 및 LF 길이

Table 1 Length of SW and LF of robot

SW, LF	구간	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7
SW축 길이(mm)		39	53	35	200	190	50	160
LF축 길이(mm)		30	220	36	50	190	-	-

저자 소개

- * 박성욱 : 구미大學 전기전공 副教授 · 工博
- ** 오진훈 : 구미大學 전기전공 副教授 · 工博
- *** 서보혁 : 경북大學 전자전기공학부 教授 · 工博

원하는 위치로 로봇의 팔을 이동시키기 위해 2개의 스텝모터의 회전에 따라 위치를 결정할 수 있고 역으로 표 1를 이용하여 원하는 위치로부터 로봇의 동력학 식을 유도하여 모터 각을 구할 수 있다. 로

봇의 움직임은 표 1의 값에 따라 결정되고 부채 꼴로 움직인다. SW7의 위치는 축 길이에 위치에 따라 결정되므로 불가피하게 원하는 위치에 도달할 수 없는 경우도 있다. SW0 좌표는 (-54,33) LF0은 (-38,44)로 초기에 정해져있고 고정된 점이다. 2개의 모터의 각의 변화는 사람의 어깨에 해당하며 어깨가 앞뒤 움직이는 것을 SW로, 아래 위 움직임을 LF로 변환하여 사람의 팔에 해당하는 SW7의 위치를 결정한다. 이 과정을 수식으로 전개하면 아래와 같다. 기준점이 SW3이고 x의 화살표 방향이 + 라 하면 SW3의 위치로부터 SW4, SW5, SW6, SW7의 위치를 구할 수 있다. SW7(x₇,y₇)의 목표 좌표가 주어지면 각 ∠A는 SW7의 위치와 SW3의 위치로부터 식(1)에 의해 결정된다. 그림 2로부터 ∠A가 결정되면 a, b, c의 길이를 구해 각 ∠B를 식 (2)와 같이 구할 수 있다. 각 ∠C는 식 (3)과 같다. ,

$$\tan \angle A = \frac{y_7}{x_7} \quad (1)$$

$$\cos \angle B = \frac{c^2 + a^2 - b^2}{2ac} \quad (2)$$

$$\angle C = \angle A - \angle B \quad (3)$$

$$SW4(x) = SW[3] \times \cos \angle C \quad (4)$$

$$\therefore SW4 - SW3 : SW[3] = SW5 - SW3 : a \quad (5)$$

$$SW5(x,y) = SW3(x,y) + (SW4 - SW3) \times a/SW[3] \quad (6)$$

여기서 SW[5]는 SW5과 SW6사이의 거리, 50mm이다. 그림 2에서 SW2, SW3, SW4는 한 개의 관절이고 단지 SW2와 SW3 사이가 165° 각도를 가지고 연결되어 있으므로, SW2의 위치는 다음과 같이 구할 수 있다.

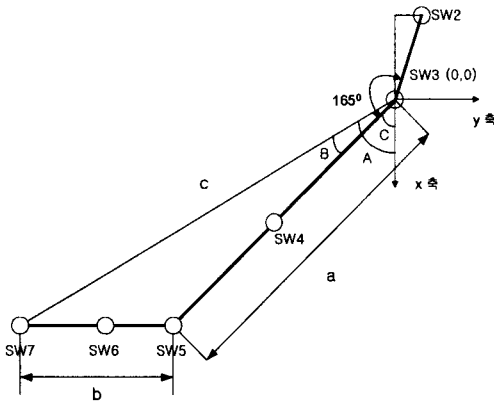


그림 2 기준축인 SW3으로부터 로봇 식 유도
Fig. 2 Derivation of robot motion with the reference frame SW3

$$SW2(x) = |SW(2)| \times \cos(\angle C - 165) + SW3(x)$$

$$SW2(y) = |sw(2)| \times \sin(\angle C - 165) + SW3(y) \quad (7)$$

SW각과 LF각을 이용하여 목표 좌표로 로봇을 이동시킬 수 있다. 먼저 SW0에 연결된 모터의 각을 그림 3으로부터 구할 수 있다. SW2(x₂,y₂)의 좌표가 식 (7)로 주어지면 각 ∠A는 SW2의 위치와 SW1의 위치로부터 식(8)에 의해 결정된다. 그림 2로부터 ∠A가 결정되면 a, b, c의 길이를 구해 각 ∠B를 식 (9)와 같이 구할 수 있다. 각 ∠C는 swing 각으로 식 (9)와 같이 구할 수 있다.

$$\tan \angle A = \frac{y_2 - y_0}{x_2 - x_0} \quad (8)$$

$$\cos \angle B = \frac{c^2 + a^2 - b^2}{2ac} \quad (9)$$

$$\angle C = \angle A + \angle B \quad (10)$$

$$SW1(x) = SW0(x) + SW[1] \times \cos \angle C$$

$$SW1(y) = SW0(y) + SW[1] \times \sin \angle C \quad (11)$$

예로 목표점 SW7류 (0, -200)이라면 SW 각과 각 관절의 위치는 그림 4와 같은 절차로 구해진다.

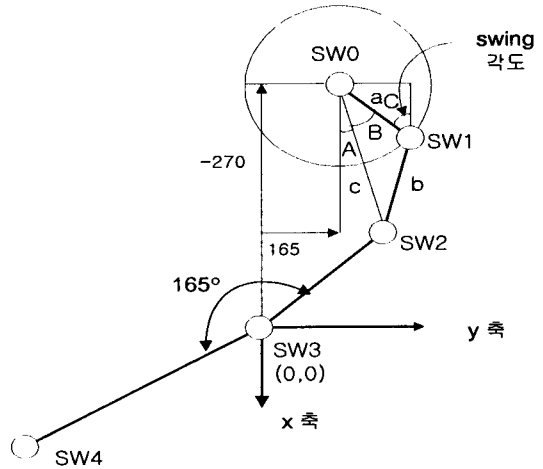


그림 3 SW2로부터 SW각 유도
Fig 3 Derivation of swing angular with SW2

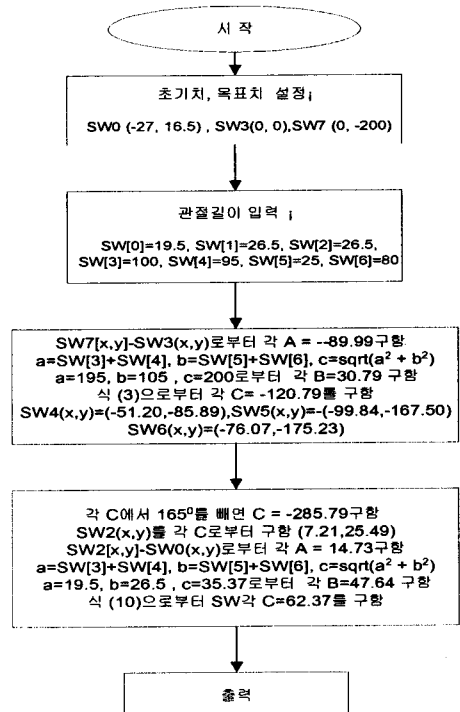


그림 4 SW7으로부터 SW각을 구하는 절차
Fig. 4 Procedure of swing angular with SW7

LF각을 구하기 위해 먼저 $LF2(x_2, y_2)$ 의 좌표를 구해야 한다

$$\therefore LF2 - LF3 : LF[2] = LF3 - LF4 : LF[3]$$

$$LF2(x, y) = LF3(x, y) + (SW5 - SW6) \times LF[2] / LFW[3] \quad (12)$$

표 1에서 LF3-LF4는 SW5-SW6과 같은 간격을 유지하고 같은

동작으로 움직이기에 식(12)와 같이 나타내었다.

3. 장 실험

그림1을 하드웨어로 구성하면 그림 5와 같이 되고 실시간 제어를 위해 실시간 인터페이스보드와 제어과정을 그림 6-8에 도시하였다.

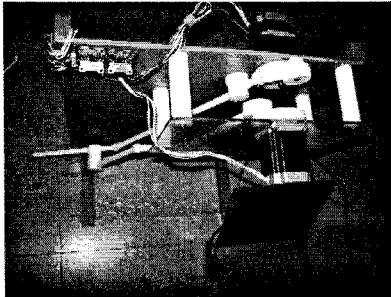


그림 5 2축 스텝모터로 구동되는 시스템
Fig. 5 Robot arm driving two step motors

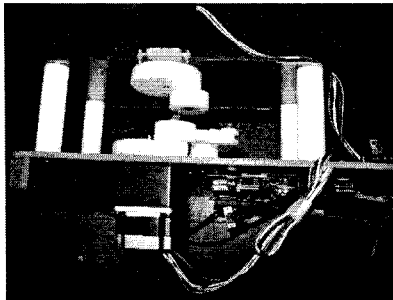


그림 6 제어 보드와 신호처리
Fig. 6 Control board and data processing

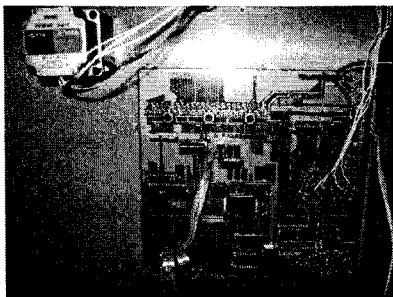


그림 7 TMS 제어 보드와 LCD
Fig. 6 TMS control board and LCD screen

실험 결과록 아래 그림에 도시하였고 제어된 실시간 화면을 capture하여 본문에 삽입하였다. 로봇이 움직이는 궤적으로 시작점에서 11의 좌표점을 지나도록 설정하면 그 궤적을 실제로 움직이는 모양을 그린 궤적이다. 임부부여에 따라 4개 loader라 하였고 반대로 4개의 unloader로 하여 8개의 작업을 수행할 수 있고 또한 시작점과 끝점을 두개의 좌표를 지나도록 셔튼을 틀릴 수 있도록 하였다. 1개의 loader을 하는데 걸리는 시간을 1 행정시간이라 하여 설정치를 줄 수 있다. 설정시간의 최소치는 4초이고 로봇의 정확도와 관련이 있다. 로봇이 움직이는 프로그램은 s-pline 기법을 사용하였다.

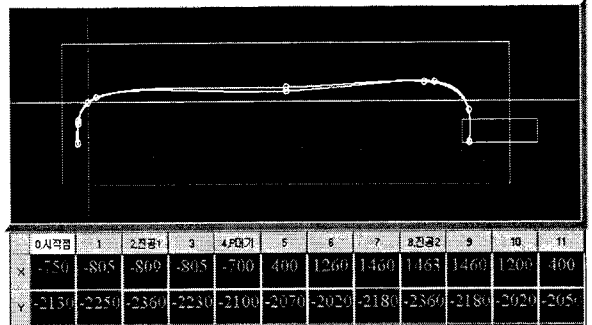


그림 8 시작점(0)으로부터 좌표점(11)까지 움직이는 궤적점
Fig. 8 Trajectory of robot arm ranging from point(0) to point(11)

4. 장 결론

본 연구를 통해 로봇의 동역학 식을 유도하고 로봇의 팔의 위치를 SW모터와 LF의 모터에 의해 각을 구해 역으로 원하는 위치로 로봇을 이동시켰다. 로봇의 궤적은 부채꼴로 움직임을 나타내었다. 자체적으로 로봇을 개발하여 제작하였고, 컴퓨터와 RS232 통신을 통해 유선으로 제어됨을 확인하였다. Visual Basic상에서 구동되며 step0에서 step4단계까지며 선택된 좌표 11점을 차례로 이동하고 계속 반복할 수 있다. 로봇 팔의 위치가 점을 통과하면서 유연하게 움직일 수 있도록 제어하는 방법에 대한 연구를 해서 산업용에 제어 할 수 있도록 연구가 요구된다.

참 고 문 헌

- [1] 박성욱외 2인, "2개의 모터축에 연결된 로봇의 팔 위치 제어", 대한전기학회 하계 학술대회 논문집, 2004. 7.
- [2] 박성욱., "임베디드 무선제어 기술을 이용한 무선제어 로봇교육장비 개발", 구미전자기술연구소 보고서, 2006. 1.