

## 2개의 모터축에 연결된 로봇의 팔 위치 제어

박성욱, 정광욱, 서보혁  
 구미1대학, 경북대학교

### Position control of robot using two moving axis

Seong-Wook, Park · Kwang-wook, Jung, Bo-Hyeok, Seo

**Abstract** - 본 논문에서는 회전과 무게이동을 할수 있는 모터를 가진 로봇의 위치 제어와 로봇의 제적과 구조식에 관해 연구를 수행한다. 로봇의 끝단의 위치를 제어할 수 있는 스윙 모터의 각과 리프트 모터의 각도를 구하는 과정과 연속움직임을 통한 로봇의 움직임을 관찰한다. 예를 통해 제어 방법의 유용성과 실용성을 검증하고자 한다.

#### 1. 서 론

로봇산업의 발전은 지속적으로 이루어지고 있고 향후 성장 동력 산업과 IT산업의 연계를 통해 연구가 활발하게 진행되고 있다. 로봇의 동력학은 오래전부터 연구되어 모형화 기술과 제어 기술이 적용되어왔다. 로봇의 자유로운 움직임은 인간의 사회생활과 산업활동에 중요한 수단이 되고 있다. 본 연구에서는 이런 로봇의 중요성을 인식하여 비교적 산업현장에서 볼 수 있는 로봇의 동력학을 유도하고 이에 관한 제어기법을 적용하여 원하는 공정이 부드럽고 유연하게 제어되게 하고자 한다. 이론적 연구를 통해 향후 실제 제어되는 방법을 계속적으로 연구하고자 한다.

#### 2. 로봇의 구조

본 연구에서 연구하고자 하는 로봇의 구조는 그림 1과 같다. SW3이 평면 좌표계의 기준 (0,0)이 된다. 고정점은 3개로 SW0, LF0, SW3의 중심에 있는 점이다. SW는 swing을 나타내며 앞뒤 회전 움직임을 나타내고 LF는 lift의 약자로 이 위치에 따라 아래-위로 로봇의 팔이 움직인다. 로봇이 팔은 SW7로 물건을 집어 원하는 곳으로 이동하며 그 움직임을 통해 작업이 수행되어 공정이 진행된다.

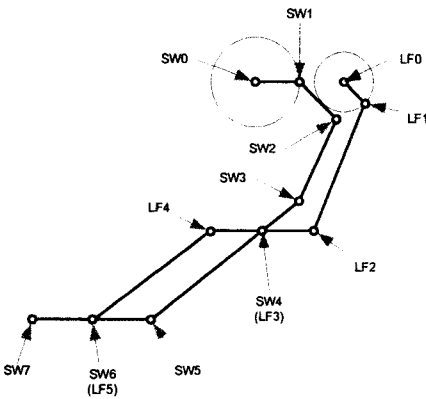


그림 1. 스윙 모터와 리프트 모터를 가진 로봇

그림 1에서 원은 모터에 연결되어 있음을 나타내고 2개

의 모터가 사용되고 있음을 알 수 있다. 모터의 회전에 따라 SW와 LF의 위치가 변하여 로봇의 제어위치인 SW7(LF5)가 정해진다. 로봇의 위치(x,y)는 기준 축(0,0)에서 x,y값까지 움직일 수 있는데, x의 값은 -107cm~212cm, y는 0~-200cm까지 움직일 수 있다. 표1은 SW와 LF의 길이를 나타낸다. 결국 좌표는 표1의 크기에 따라 더 넓게도 움직일 수 있음을 알 수 있다.

표 1. 로봇의 각 SW 및 LF 길이

구간	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7
SW축길이(mm)	195	265	265	1000	950	250	800
LF축길이(mm)	150	1100	180	250	950	-	-

결국 원하는 위치로 로봇의 팔을 이동시키기 위해 2개의 모터의 회전각에 따라 위치를 결정할 수 있고 역으로 원하는 위치에 대한 모터 각을 구할 수 있다. 표 1의 값에 따라 원하는 위치로 이동할 수 없는 경우도 생긴다. 이것은 로봇움직임이 부채꼴로 움직이고 SW7의 위치는 다른 축길이에 위치에 따라 결정되므로 불가피하게 원하는 위치에 도달할 수 없는 경우도 있다. SW3 좌표는 (0,0)이고 SW0 좌표는 (-270,165) LF0은 (-190,220)로 초기에 정해져있고 고정된 점이다.

#### 3. 로봇의 동력학

2개의 모터의 움직임은 사람의 어깨에 해당하며 어깨의 회전이 앞뒤 움직임으로 또는 아래 움직임으로 변환되고 이 움직임은 SW의 축을 이동시켜 사람의 팔에 해당하는 SW7의 위치를 결정한다. 이 과정을 수식으로 전개하면 아래와 같다. 기준 축이 SW3이고 이점의 좌표가 고정되어 있으므로 SW3의 위치로부터 SW4, SW5, SW6, SW7의 위치를 구한다.

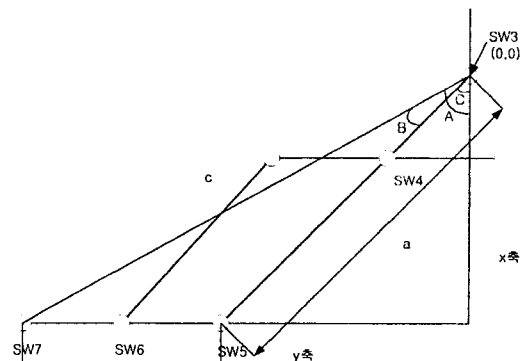


그림 2. SW3으로부터 로봇 팔과의 관계

SW3이 좌표축이 (0,0)이므로 SW7(x7,y7)의 좌표축을 구하기 위해 먼저 SW3,SW4,...등을 구해야 한다. 그래서 먼저 각A,B,C를 구하면 다음과 같다.

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

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

$$\cos B = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac} \quad (3)$$

식 (1)과 (3)으로부터  $\angle A$ 와  $\angle B$ 를 구할 수 있다. 여기서 a는 구간3-4와 구간4-5사이의 SW의 길이를 나타낸다. b는 구간5-6과 구간6-7사이의 SW의 길이를 나타낸다. c는 SW3과 SW7로부터 길이를 구할 수 있다.  $\angle C$ 는  $\angle A$ 와  $\angle B$ 의 차이로 이로부터 SW4는 구SW의 구간3-4의 길이에  $\cos \angle C$ ,  $\sin \angle C$ 를 곱하면 SW4(x4,y4)를 구할 수 있다.

$$SW5(x_5,y_5) = SW3(x_3,y_3) + [SW4(x_4,y_4) - SW3(x_3,y_3)] \times \frac{a}{SW\_length[3]} \quad (4)$$

$$SW6(x_6,y_6) = SW5(x_5,y_5) + [SW7(x_7,y_7) - SW5(x_5,y_5)] \times \frac{SW\_length[5]}{b} \quad (5)$$

$\angle C$ 는 초기 SW0의 좌표가 (-270,165)로 기울어져 있어서  $165^\circ$ 를 빼면 기준각이 된다.

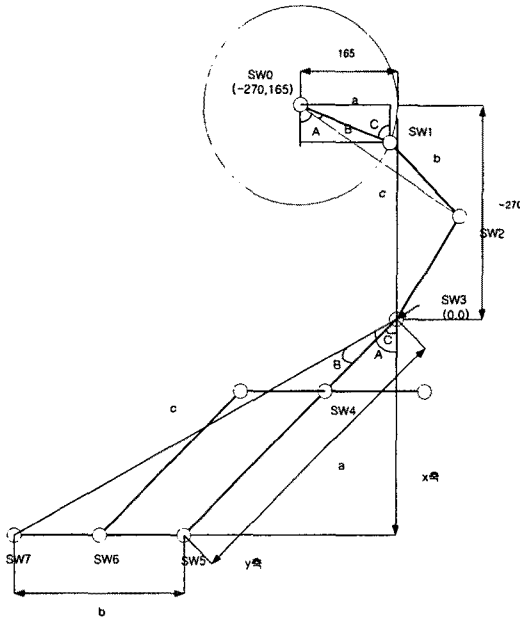


그림 3. SW0으로부터 로봇 팔과의 관계

$$\text{len}_x = SW\_xpst[2] - SW\_xpst[0] \quad (6)$$

$$\text{len}_y = SW\_ypst[2] - SW\_ypst[0] \quad (7)$$

$$\angle A = \tan^{-1}(\text{len}_y/\text{len}_x) \quad (8)$$

$$\angle B = \cos^{-1} \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac} \quad (9)$$

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

$$SW\_xpst[1] = SW\_xpst[0] + \cos C \times SW\_length[0] \quad (11)$$

$$SW\_ypst[1] = SW\_ypst[0] + \sin C \times SW\_length[0] \quad (12)$$

SW각은  $\angle C$ 와 같다. 로봇 팔은 LF의 각변화에 따라 로봇의 팔의 좌표를 이동시킬 수 있다. 그림 4로부터

$$\text{len}_x = LF\_xpst[1] - LF\_xpst[3] \quad (13)$$

$$\text{len}_y = LF\_ypst[1] - LF\_ypst[3] \quad (14)$$

$$\angle A = \tan^{-1}(\text{len}_y/\text{len}_x) \quad (15)$$

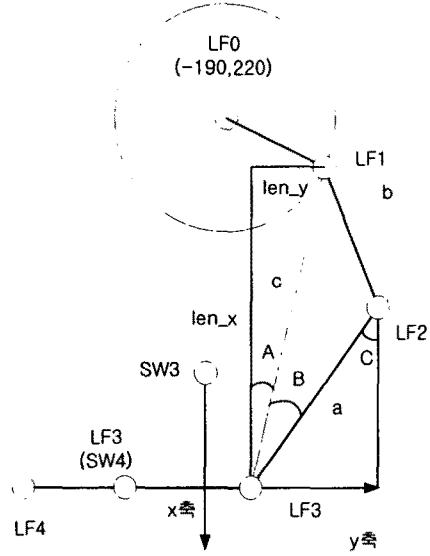


그림 4. LF의 움직임에 따른 좌표변화

$$\angle B = \cos^{-1} \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac} \quad (16)$$

$$\angle C = \angle A + \angle B \quad (17)$$

$$LF\_xpst[2] = SW\_xpst[3] + \cos C \times LF\_length[2] \quad (18)$$

$$LF\_ypst[2] = SW\_ypst[3] + \sin C \times LF\_length[2] \quad (19)$$

$$LF\_xpst[4] = LF\_xpst[3] + (LF\_xpst[3] - LF\_xpst[2]) \quad (20)$$

$$\times LF\_leng[3] / LF\_leng[2]$$

$$LF\_ypst[4] = LF\_ypst[3] + (LF\_ypst[3] - LF\_ypst[2]) \quad (21)$$

$$\times LF\_leng[3] / LF\_leng[2]$$

같은 방법으로 식을 유도하면 아래와 같다.

$$SW\_xpst[6] = SW\_xpst[5] + \cos C \times SW\_leng[5] \quad (22)$$

$$SW\_ypst[6] = SW\_ypst[5] + \sin C \times SW\_leng[5] \quad (23)$$

$$SW\_xpst[7] = SW\_xpst[5] + (SW\_xpst[6] - SW\_xpst[5]) \quad (24)$$

$$\times (SW\_leng[5] + SW\_leng[6]) / SW\_leng[5]$$

$$SW\_ypst[7] = SW\_ypst[5] + (SW\_ypst[6] - SW\_ypst[5]) \quad (25)$$

$$\times (SW\_leng[5] + SW\_leng[6]) / SW\_leng[5]$$

$$LF\_xpst[5] = SW\_xpst[6] \quad (26)$$

$$LF\_ypst[5] = SW\_ypst[6] \quad (27)$$

이상의 방정식으로부터 로봇 팔의 좌표를 기준점에서 (0,-200)으로 이동시키기 위한 SF가과 LF의 각은 아래와 같이 된다.

SW3(0,,0)에서 SW7(0.000,-200.000)이동

$$\angle A = -89.99989$$

$$a=195.000 \quad b=105.000 \quad c=200.000$$

$$\angle B = 30.79834$$

$$SW\_xpst[7] - SW\_xpst[3] = 30.798$$

$$SW\_ypst[7] - SW\_ypst[3] = -120.798$$

$$\angle C = -285.79803$$

$$SWx[2] = 7.21471 \quad SWy[2] = 25.49898$$

$$SW\_xpst[2] - SW\_xpst[0] = 34.21471$$

$$SW\_ypst[2] - SW\_ypst[0] = 8.99898$$

$$\angle A = 14.73589$$

$$a=19.50000 \quad b=26.50000 \quad c=35.37835$$

$$\angle B = 47.64181 \quad \angle C = 62.37770$$

$$SW\_ang = 62.37770$$

$$LF\_xpst[2] - LF\_xpst[0] = -49.31791$$

$$LF\_ypst[2] - LF\_ypst[0] = -102.32601$$

$$a=15.00000 \quad b=110.00000 \quad c=113.59079$$

$$LF\_ang = -43.28802$$

$$\angle A = -115.73246 \quad \angle B = 72.44444 \quad \angle C = -43.28802$$

표 2. 로봇의 팔의 움직임 (점으로부터 각)

	SW_xpst	SW_ypst	LF_xpst	LF_ypst
[0]	-27.000	16.5000	-19.000	22.000
[1]	-17.959	33.777	-8.0812	11.715
[2]	7.214	25.498	-68.317	-80.326
[3]	0.000	0.000	-51.201	-85.897
[4]	-51.201	-85.897	-27.429	-93.635
[5]	-99.84	-167.50	-76.071	-175.23
[6]	-76.071	-175.23	0.000	0.000
[7]	0.000	-200.000	0.000	0.0000

역으로 SW7(0,-200)으로 움직이기 위한 SW의 각과 LF의 각으로부터 로봇의 팔의 좌표를 구하면 다음과 같다.

SW\_ang= 62.37784    LF\_ang= -43.28805  
 SWx[1]=-17.95907    SWy[1]= 33.77749  
 a=26.50000    b=26.50000    c=38.25502  
 $\angle A=117.99887$      $\angle B=43.79725$      $\angle C=74.20163$   
 SWx[2]=7.21466    SWy[2]=25.49899  
 $\angle C=239.20143$   
 SW\_x[7]=0.00033    SW\_y[7]=-200.00008

표 3. 로봇의 팔의 움직임 (각으로부터 점)

	SW_xpst	SW_ypst	LF_xpst	LF_ypst
[0]	-27.000	16.5000	-19.000	22.000
[1]	-17.95907	33.77749	-8.0812	11.71499
[2]	7.21466	25.49899	-68.31776	-80.32612
[3]	0.000	0.000	-51.20171	-85.89753
[4]	-51.20171	-85.89753	-27.42941	-93.63560
[5]	-99.84333	-167.50018	-76.07103	-175.23825
[6]	-76.07103	-175.23825	0.000	0.000
[7]	0.00033	-200.00008	0.000	0.0000

#### 4. 결 론

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. 향후 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] 박성욱, 손준혁,서보혁 "신경망을 이용한 PID 제어 사양의 최적 이득값 추정", 대한전기학회 P권, 부고중, 2004.7.