

크로스 링크 기구를 적용한 소형 식사지원 로봇

강철웅*, 임종환*

Compact Robotic Arm to Assist with Eating using a Closed Link Mechanism

Chul-Ung Kang*, Jong-Hwan Lim*

ABSTRACT

We succeeded to build a cost effective assistance robotic arm with a compact and lightweight body. The robotic arm has three joints, and the tip of robotic arm to install tools consists of a closed link mechanism, which consisted of two actuators and several links. The robotic arm has been made possible by the use of actuators typically used in radio control devices. The controller of the robotic arm consists of a single chip PIC only. The robotic arm has a friendly user interface, as the operators are aged and disabled in most cases. The operator can manipulate the robotic arm by voice commands or by pressing a push button. The robotic arm has been successfully prototyped and tested on an elderly patient to assist with eating. The results of field test were satisfactory.

Key Words : Compact robotic arm (소형로봇), Closed link mechanism (크로스 링크 기구), Eating-assistant (식사지원), Simple user interface (유저 인터페이스), PIC

기호설명

θ_{11} = rotation angle of link L_{11}

θ_{12} = rotation angle of link L_{21}

1. 서론

최근 로봇은 엔터테인먼트분야, 복지분야 등 다양한 분야에서 로봇을 이용하여 삶이 질을 향상 시켜보려는 요구가 강하게 나타나고 있다. 특히, 복지분야에서 이용되고 있는 식사지원 로봇¹에 한정하여 그 예를 살펴보면, 영국에서 HANDY¹, 네덜란드에서 MANUS³ 그리고 일본에서 MYSPOON⁴이 개발되어 실제 장애자의 일상생활 지원⁵에 이용되고 있지만, 구조적인 크기, 안정성, 조작성 그

리고 가격면에서 개선해야 할 여지가 아직까지 많이 남아있다. 이들 로봇은 인간을 대상으로 하여 사용되는 것을 전제로 하고 있기 때문에 구조적인 크기는 매우 중요한 요소이지만, 상기의 3 기종의 로봇은 구조적으로 소형이라 할 수 있는 것이 아니다. 최근, 구조적으로 소형인 로봇을 실현하기 위한 수단으로 라디오 컨트롤 비행기나 헬리콥터에서 사용되고 있는 소형 서보모터⁶를 이용하는 것이 유효하다는 것이 알려져 장난감 로봇 등 소형로봇 개발에 널리 사용되고 있다.

본 연구에서는 라디오 컨트롤용 소형 서보모터를 이용하여 상반신 장애자의 식사를 지원하는 소형로봇을 개발하였다. 로봇은 2 개의 서보모터로 구동 되는 크로스 링크 기구를 채용한 로봇 팔과 로봇 팔 끝에 장착한 스푼과 연계동작에 의해 접

¹ 2002년 3월 7일 접수

* 제주대학교 공과대학 기계에너지생산공학부

시에 준비된 음식을 떠서 장애자의 입까지 운반한다. 로봇과 조작자와의 인터페이스는 조작자인 장애자는 간단한 가전제품 조작조차도 어려워하는 점을 고려하여, 로봇의 명령을 직감적으로 습득할 수 있도록 오직 1 개의 푸시 버튼 혹은 마이크로폰 만으로 로봇의 모든 동작을 제어하는 방법을 취하고 있다. 또한, 라디오 컨트롤용 소형 서보모터의 채용과 더불어 제어장치는 원 칩 컨트롤러로서 평판이 좋은 PIC(Peripheral Interface Controller)를 채용하였고, 그 결과 구조적으로 소형화할 수 있었으며 가격면에서 경제성을 갖춘 저렴한 소형 식사지원 로봇을 실현할 수 있었다.

본 논문에서는 소형 식사지원 로봇의 시스템 구성, 컨트롤러 구성 그리고 마지막으로 상반신 장애를 가진 고령자가 소형 식사지원 로봇을 사용하여 식사를 행한 결과와 본 로봇 시스템의 유효성에 대하여 서술하겠다.

2. 소형 식사지원 로봇의 시스템

2.1 로봇의 시스템 구성

라디오 컨트롤용 소형 서보모터 4 개를 이용하여 실현한 소형 식사지원 로봇의 시스템 구성을

Fig. 1 에 나타내고 있다. 로봇 팔의 수평면내의 동작을 실현하기 위해 복수의 링크로 구성된 크로스 링크 기구를 채용하고 있으며, 서보모터 1, 2 의 구동에 의해 크로스 링크기구의 각 링크를 움직여 수평면내의 동작을 실현한다. 로봇의 상하방향의 동작은 랙크와 피니온 기구에 의해 실현하고 있다. 서보모터 3 이 피니온 기어를 구동 시켜, 로봇 팔이 랙크 기어를 따라 상하 방향으로 이동할 수 있도록 되어 있다. 서보모터 4 는 로봇 팔 끝에 장착된 스푼의 각도를 조절하여 접시에 준비된 음식을 뜨도록 한다. 로봇의 제어장치는 1 개의 원 칩 컨트롤러(PIC16F873)로 구성되어 있고, 조작자는 푸시 버튼 혹은 마이크로폰의 조작에 의해 로봇의 모든 동작을 제어할 수 있다.

Fig. 2 는 로봇 팔의 크로스 링크 기구, 스푼 그리고 각 서보모터의 회전방향을 나타내고 있다. 서보모터 1 과 2 는 각각 2 개의 링크에 의해 접속되어 있고, 회전각을 조절하여 로봇 팔의 위치를 임의의 2 차원 평면내의 희망하는 위치에 이동시킬 수 있다. 여기서, 로봇 팔을 조작하여 음식을 떠서 조작자의 입까지 운반하는 과정에서 스푼의 방향을 항상 조작자를 향하도록 하기 위해 Fig. 2 와 같이 크로스 링크 기구에 3 개의 링크를 설치하여

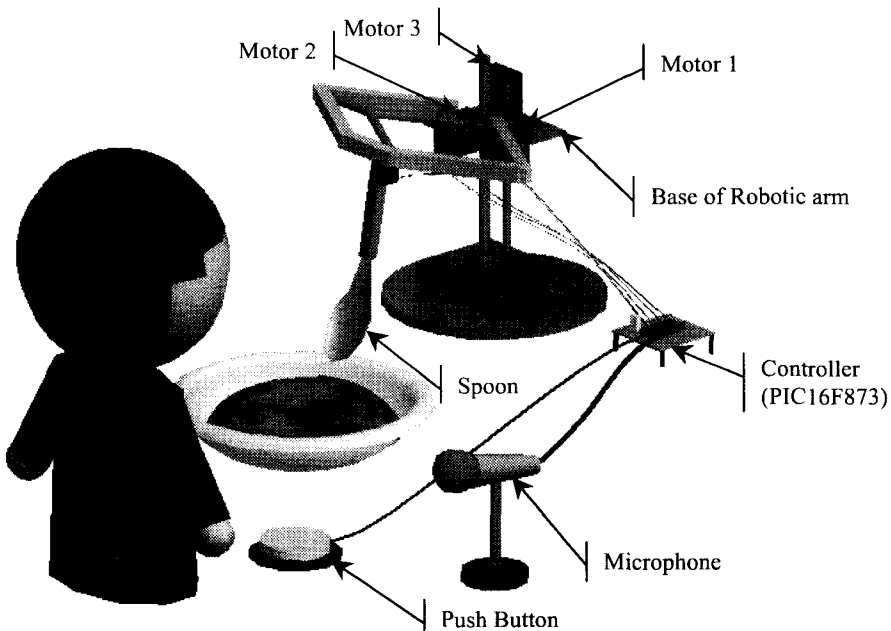


Fig. 1 System configuration of robotic arm using closed link mechanism

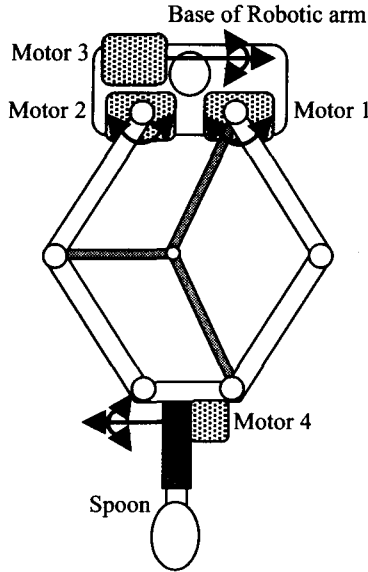


Fig. 2 Closed link mechanism of robotic arm (upper view)

접속한 병렬 링크 기구로 구성하였다.

서보모터 3 은 랙크와 피니온 기구를 이용하여 로봇 팔의 상하이동을 조절하지만, 로봇 팔의 필요한 상하 이동량을 확보하기 위해서는 수회전의 피니온 축 회전이 필요하다. 그러나, 상용화된 라디오 컨트롤용 서보모터는 내부에 위치제어회로와 회전량을 제한하는 기계적 기구가 내장되어 있다. 피니온 기어에 접속한 서보모터 3 의 필요한 축 회전량을 확보하기 위해 위치제어회로를 절단하였으며, 동시에 회전량을 제한하는 기계적 기구를 제거하여 임의량의 회전을 가능토록 하였다. 또한, 로봇 팔의 상하 운동량을 검출하기 위해서는 서보모터 3 의 회전량을 검출하여야 한다. 본 로봇에는 서터와 2 개의 포터인터럽터로 구성된 각도센서를 제작하여 서터는 피니온 기어 축에, 포터인터럽터는 로봇 팔의 베이스에 설치하여 서보모터 3 의 회전량을 검출하였다.

2.2 크로스 링크 기구

2.2.1 2개의 링크로 접속된 링크 기구

크로스 링크 기구를 채용한 로봇 팔을 임의의 2 차원 평면에서 이동시키기 위해서는 로봇 팔의 베이스에 설치된 2 개의 서보모터를 움직여야 하고, 로봇 팔 끝의 위치는 베이스에 설치된 2 개의

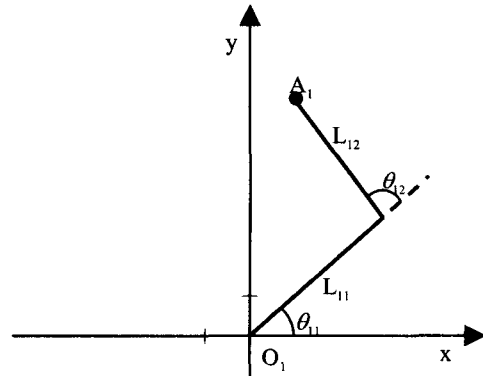


Fig. 3(a) Simple closed link mechanism model connected two links

서보모터의 회전각에 의해 결정된다. 먼저, Fig. 3(a)와 같이 2 개의 링크로 접속된 간단한 링크 기구를 생각할 수 있으며, 링크 기구의 끝의 위치 $A_1(x_1, y_1)$ 는 링크 L_{11} 의 회전각 θ_{11} 과 링크 L_{11} 과 L_{12} 의 사이 각 θ_{12} 에 의해 다음과 같이 결정된다.

$$\begin{aligned} x_1 &= L_{11} \cos \theta_{11} + L_{12} \cos(\theta_{11} + \theta_{12}) \\ y_1 &= L_{11} \sin \theta_{11} + L_{12} \sin(\theta_{11} + \theta_{12}) \end{aligned} \quad (1)$$

그리고, 다음과 같은 기하학적 관계식을 얻을 수 있다.

$$L_{12}^2 = \{L_{12} \cos(\theta_{11} + \theta_{12})\}^2 + \{L_{12} \sin(\theta_{11} + \theta_{12})\}^2 \quad (2)$$

식 (2)에 식 (1)을 적용하면,

$$x_1 \cos \theta_{11} + y_1 \sin \theta_{11} = \frac{x_1^2 + y_1^2 + L_{11}^2 - L_{12}^2}{2L_{11}} \quad (3)$$

을 얻을 수 있다. 여기서, $x_1 \cos \theta_{11} + y_1 \sin \theta_{11} = c_1$ 라 하면, $\phi = \tan^{-1}(y_1 / x_1)$ 가 정의되어 다음과 같은 식을 삼각함수 공식으로부터 얻을 수 있다.

$$\begin{aligned} \cos(\phi - \theta_{11}) &= \frac{c_1}{\sqrt{x_1^2 + y_1^2}} \\ \sin(\phi - \theta_{11}) &= \pm \sqrt{\frac{x_1^2 + y_1^2 - c_1^2}{x_1^2 + y_1^2}} \end{aligned} \quad (4)$$

따라서, Fig. 3(a)의 O_1 을 기준으로 한 링크 L_{11} 의 회전각 θ_{11} 은 식 (4)로부터 다음과 같이 결정된다.

$$\theta_{11} = \tan^{-1} \frac{y_1}{x_1} - \tan^{-1} \frac{\pm \sqrt{x_1^2 + y_1^2 - c_1^2}}{c_1} \quad (5)$$

여기서, $c_1 = (x_1^2 + y_1^2 + L_{11}^2 - L_{12}^2) / 2L_{11}$ 이다.

2.2.2 병렬 링크 기구를 접속하지 않은 크로스 링크 기구

크로스 링크 기구는 Fig. 3(a)에서 보여준 링크 기구의 결합에 의해 구성할 수 있고, 병렬 링크 기구에 의해 결합되지 않은 상태의 링크 기구는 Fig. 3(b)와 같은 모델로 나타낼 수 있다. Fig. 3(b)의 위치 $A_2(x_2, y_2)$ 는 식 (1)과 같이 θ_{21} , θ_{22} 에 의해 결정되는 다음과 같은 식으로 주어지고,

$$\begin{aligned} x_2 &= L_{21} \cos \theta_{21} - L_{22} \cos(\theta_{21} + \theta_{22}) \\ y_2 &= L_{21} \sin \theta_{21} - L_{22} \sin(\theta_{21} + \theta_{22}) \end{aligned} \quad (6)$$

회전각 θ_{11} 을 결정하는 동일한 방법에 의해 Fig. 3(b)의 O_2 을 기준으로 한 링크 L_{21} 의 회전각 θ_{21} 은 다음과 같이 결정된다

$$\theta_{21} = \tan^{-1} \frac{y_2}{x_2} - \tan^{-1} \frac{\pm \sqrt{x_2^2 + y_2^2 - c_2^2}}{c_2} \quad (7)$$

여기서, $c_2 = (x_2^2 + y_2^2 + L_{21}^2 - L_{22}^2) / 2L_{21}$ 이다.

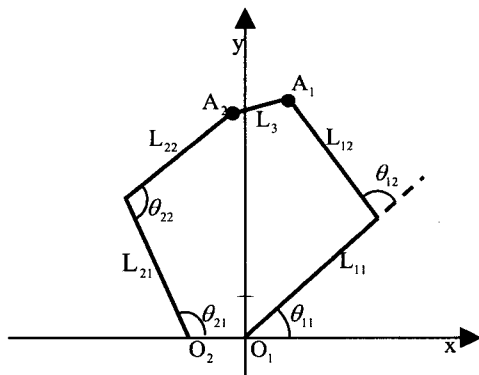


Fig. 3(b) Closed link mechanism model unconnected parallel link mechanism

2.2.3 병렬 링크 기구에 의해 접속된 크로스 링크 기구

실제, 소형 식사지원 로봇 팔에 채용한 크로스 링크 기구는 $L_{11} = L_{21}$, $L_{12} = L_{22}$ 가 되도록 제작하였고, Fig. 2에 보여준 것처럼 스푼의 방향을 항상 조작자를 향하도록 하기 위해 병렬링크 기구에 의해 접속되어 있다. Fig. 3(c)는 본 로봇 시스템에 채용한 크로스 링크 기구($O_1A_1A_2O_2$)를 나타내고 있다. 여기서, 링크 L_3 이 병렬 링크 기구에 의해 항상 조작자를 향하도록 유지하고 있기 때문에 로봇 팔 끝의 위치는 링크 L_3 의 정 중앙 위치 T와 같고, 크로스 링크 기구는 T에 가변 가상 링크 L_{i1} 과 L_{i2} 에 의해 접속된 Fig. 3(c)의 동차 크로스 링크 기구(O_1TO_2)로 나타낼 수 있다. 가변 가상 링크 L_{i1} 과 L_{i2} 는 기하학적 관계로부터 다음과 같이 주어진다.

$$\begin{aligned} L_{i1}^2 &= L_2^2 + \left(\frac{L_3}{2}\right)^2 - L_2L_3 \cos(\theta_{11} + \theta_{12}) \\ L_{i2}^2 &= L_2^2 + \left(\frac{L_3}{2}\right)^2 - L_2L_3 \cos(\theta_{21} + \theta_{22}) \end{aligned} \quad (8)$$

따라서, 로봇 팔 끝의 위치를 $T(x_t, y_t)$ 라 하였을 때, 실제 로봇 팔의 위치를 결정하기 위한 계산해야 할 O_1 과 O_2 에 접속된 링크의 회전각 θ_{11} 과 θ_{21} 은 2.2.1 절의 식 (5)에서 θ_{11} , 2.2.2 절의 식 (7)에서 θ_{21} 를 결정하는 방법과 동일하게 다음과 같이 결정된다.

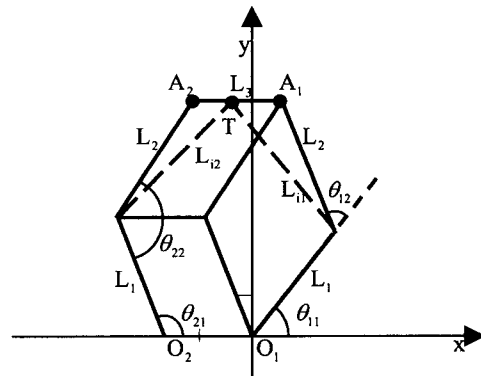


Fig. 3(c) Closed link mechanism model ($O_1A_1A_2O_2$) connected parallel link mechanism and homogenous closed link mechanism model (O_1TO_2)

$$\theta_{11} = \tan^{-1} \frac{y_i}{x_i} - \tan^{-1} \frac{\pm \sqrt{x_i^2 + y_i^2 - c_1^2}}{c_1} \quad (9)$$

$$\theta_{21} = \tan^{-1} \frac{y_i}{x_i} - \tan^{-1} \frac{\pm \sqrt{x_i^2 + y_i^2 - c_2^2}}{c_2}$$

여기서, $c_k = (x_i^2 + y_i^2 + L_1^2 - L_k^2) / 2L_1$ 이고, $k=1 \sim 2$ 이다.

3. 소형 식사지원 로봇의 컨트롤러

3.1 하드웨어

소형 식사지원 로봇의 컨트롤러 구성을 Fig. 4 에 나타내고 있다. 컨트롤러는 로봇 시스템을 소형화하고 경제성을 갖춘 저렴한 가격에 개발하기 위해 본 시스템에서는 오직 1 개의 PIC 만을 이용하여 개발하였다. 본 시스템에서 이용한 PIC 은 PIC16F873(Microchip Co. U.S.A.)으로 3 개의 타이머, 패러럴 I/O 컨트롤러, A/D 변환기, 비동기 직렬 통신 컨트롤러 그리고 동기 직렬 통신 컨트롤러 등의 내장되어 있어 가전제품의 컨트롤러 개발, 로봇의 분산 시스템 개발 등 다양한 분야에서 광범위하게 활용되고 있다.

컨트롤러는 Fig. 4 에 나타낸 것처럼 4 채널의 PWM(Plus Width Modulation) 컨트롤러, 펄스 검출기, ON/OFF 검출기로 구성되어 있다.

PWM 컨트롤러는 4 채널의 PWM 신호를 사전에 결정된 로봇의 이동량에 따라 작성하여 라디오 컨트롤용 서보모터를 구동 시킨다. 식사지원에 필요한 로봇의 이동량을 결정하는 각 서보모터의 제어량은 Look-up 테이블 데이터를 이용한다. 식사 지원을 행하기 위한 로봇의 동작은 접시와 음식물의 종류에 따라 다르기 때문에 Look-up 테이블의 작성을 용이하게 하기 위해 본 로봇시스템에서는 로봇 시스템을 PC 와 연결하여 매뉴얼 모드에서 조작하여 식사지원에 필요한 동작을 수행하기 위해 필요로 하는 서보모터 제어량의 Look-up 테이블 값을 작성한다. Fig. 4 의 서보모터 1, 2 그리고 4 에 접속된 PWM 컨트롤러는 각도 제어용 PWM 신호를 작성하며, 서보모터 3 에 접속된 PWM 컨트롤러는 속도 제어용 PWM 신호를 작성한다.

식사지원 로봇의 상하운동을 실현하기 위해서는 임의의 회전량을 확보할 필요가 있으나 상용 라디오 컨트롤용 서보모터는 위치제어회로와 기계

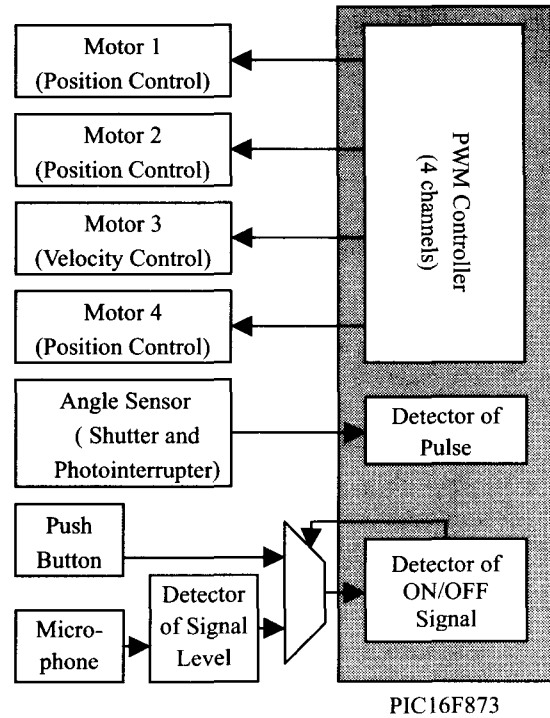


Fig. 4 Block diagram of robotic arm controller system using PIC one-chip micro-controller

적 기구에 의해 회전량을 제한한 위치제어 서보모터로서, 본 로봇 시스템에서는 임의의 회전량 확보를 위해 위치제어 서보모터를 속도제어 서보모터로 개조하여 로봇의 상하운동을 실현하고 있다 (Fig. 4 의 서보모터 3). 따라서 로봇의 상하 이동량을 검출하기 위해서는 서보모터 3 에 적용한 속도 제어 서보모터의 회전량을 검출해야 할 필요가 있다. 본 로봇 시스템에서는 셔터와 2 개의 포토인터럽터로 구성된 각도센서를 제작하여 서보모터 3 의 회전량을 검출하고 있다. 펄스 검출기는 각도센서의 펄스를 검출하여 카운터하며, 카운터 값을 바탕으로 하여 로봇 팔의 상하 이동량을 산출한다.

소형 식사지원 로봇은 상반신 장애를 가진 장애자의 식사 지원을 대상으로 하고, 조작자인 장애자가 로봇의 각 동작을 제어하면서 식사를 행할 수 있도록 개발하였다. 식사지원 로봇이 기계나 가전제품의 조작을 어려워하는 장애자들이 사용할 것을 고려하였을 때, 우수한 기능과 더불어 사용하기 쉬운 인터페이스를 실현할 필요가 있다. 본

로봇 시스템에서는 조작자가 직감적으로 로봇의 각 동작을 제어하는 명령을 습득할 수 있도록 하기 위해 오직 1 개의 푸시 버튼 혹은 마이크로폰만으로 인터페이스 구성하고 있다. 로봇은 식사지원 행하기 위한 각 동작을 수행하는 과정에서 푸시 버튼 혹은 마이크로폰으로부터의 ON 신호에 의해 다음 수행해야 할 동작으로 이동된다. ON/OFF 검출기는 푸시 버튼 혹은 마이크로폰으로부터의 ON 신호를 검출하여 식사지원에 필요한 동작을 로봇의 수행할 수 있도록 PWM 컨트롤러에 알려 PWM 컨트롤러가 사전에 결정된 로봇의 이동량에 따라 PWM 신호를 작성하여 각 서보모터를 구동 시키도록 한다.

3.1.1 서보모터 제어

구조적으로 소형인 식사지원 로봇을 실현하기 위해 본 로봇 시스템에서는 최근 소형 로봇을 실현하기 위한 수단으로 유효하다고 인정되어 널리 이용되고 있는 라디오 컨트롤용 서보모터를 이용하고 있고, 크로스 링크 기구를 작동시키는데 2 개, 상하운동을 실현하는데 1 개 그리고 스푼의 각도를 조작하는데 1 개, 총 4 개의 서보모터(Futaba Co. Japan)를 이용하였다. 라디오 컨트롤용 서보모터에는 이미 미니모터, 포텐셜 미터, 감속기 그리고 서보 제어회로가 내장되어 있다.

서보모터의 제어용 신호를 Fig. 5 에 나타내고 있다. 위치제어 서보모터로서 사용되고 있는 서보모터 1, 2 그리고 4 의 회전각은 서보모터에 입력되는 PWM 신호의 듀티비에 비례한다. PWM 신호의 주기는 16ms 이고, High 레벨 펄스 폭은 0.8~2.4ms 이다. 본 로봇 시스템에 이용한 서보모터는 High 레벨 펄스 폭이 1.52ms 일 때의 정지 위치를 중립위치로 정의되어 있고, 각도의 가변범위는 중립위치로부터 $\pm 60^\circ$ 이다.

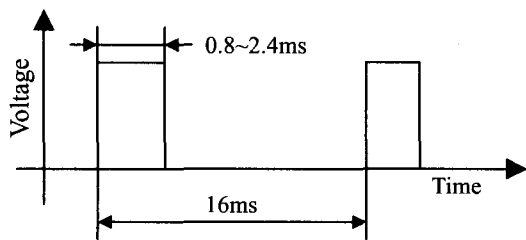


Fig. 5 Control signal of servo-motor using PWM method

회전량을 제한하는 위치제어회로와 기계적 기구를 제거한 서보모터 3 을 제어하는 PWM 신호의 주기와 High 레벨 펄스 폭도 위치제어 PWM 신호의 주기와 High 레벨 펄스 폭과 동일하다. 단, 이 경우 중립위치로 정의되어 있는 High 레벨 폭이 1.52ms 일 때, 서보모터는 정지하다. 회전속도와 방향은 High 레벨 폭이 1.52ms 일 때를 기준으로 하여, High 레벨 폭이 증가할 경우에는 그 폭에 비례하여 정회전 속도가 증가하며, High 레벨 폭이 감소할 경우에는 그 폭에 비례하여 역회전 속도가 증가한다.

라디오 컨트롤용 서보모터에서 제어할 수 있는 것은 펄스 폭에 의해 각도제어를 행하고 있기 때문에 회전량을 제한하고 있는 위치제어회로와 기계적 기구를 제거하지 않았을 때 정지할 각도뿐이다. 본 로봇 시스템에서는 크로스 링크 기구와 스푼의 이동궤도를 제어하기 위해 Fig. 6 과 같이 목표각도를 고속으로 갱신하여 최종 목표각도에 도달하도록 하였다. 목표각도를 갱신하는 샘플링 시간은 컨트롤러에 내장된 타이머를 이용하여 서보모터의 PWM 신호 주기와 동일한 16ms 로 하였다. 서보모터를 $+\alpha^\circ$ 의 위치에서 $-\beta^\circ$ 의 위치에 이동시키고자 할 때, 갱신되는 목표각도와 출력각도와와의 관계를 Fig. 6 에 나타내고 있다.

3.2 소프트웨어

조작자가 소형 식사지원 로봇을 푸시 버튼 혹은 마이크로폰만을 이용하여 간단히 조작할 수 있도록 하였다. 로봇의 각 동작을 실현하는 소프트

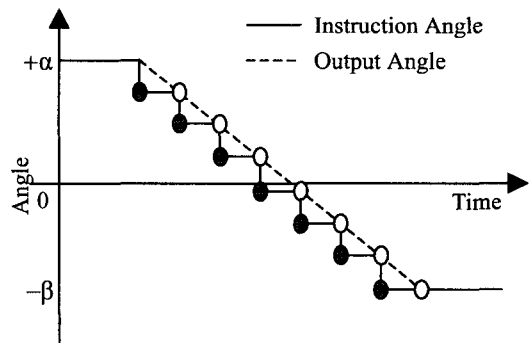


Fig. 6 Relation of instruction angle and output angle when the servo-motor is controlled to the method of sampling time

웨어 구성을 Fig. 7에 나타내고 있고, 다음과 같은 방법으로 로봇은 조작된다.

- 1) 전원 ON
- 2) 로봇은 Look-up 테이블에 의해 결정된 음식물을 담아 놓은 접시 위의 각 위치를 로봇 팔이 계속하여 선회한다. 이 동작은 로봇 시스템이 유저로부터의 명령을 기다리는 대기 상태이다.
- 3) 2)의 동작을 수행하는 도중에 푸쉬 버튼 혹은 마이크로폰으로부터 인터럽트가 발생하며 로봇 팔의 현재 위치와 관계없이 Look-up 테이블의 데이터에 의해 음식물을 뜨기 위한 동작을 수행한다.
- 4) 3)의 동작을 수행하는 도중에 푸쉬 버튼 혹은 마이크로폰으로부터 인터럽트가 발생하면 음식물을 뜨는 동작을 멈추며, 인터럽트가 발생하지 않으며 Look-up 테이블에 의해 결정된 위치까지 음식물을 뜨는 동작을 수행한다.
- 5) 4)의 동작이 완료되며 음식물을 든 스푼을 유저의 입까지 운반한다.
- 6) 5)의 동작에서 스푼이 유저의 입까지 도달하여 일정시간동안 유저의 식사 의향을 체크하기 위해 푸쉬 버튼 혹은 마이크로폰으로부터 인터럽트를 감시한다. 인터럽트가 발생하면 더 이상 유저가 식사를 할 의향이 없는 것으로 판단하여 로봇의 모든 동작을 완료하며, 인터럽트가 발생하지 않을 경우 다시 2)의 동작을 수행한다.

이 방법은 게임센터에 있는 인형 등의 경품이 걸려있는 UFO 캐처게임을 참고로 하였고, 로봇의 조작을 오직 1 개의 ON/OFF 신호만으로 가능케 하여 육체적인 부담을 가지고 있는 장애인이라도 직감적으로 쉽게 로봇의 조작방법을 습득할 수 있도록 하였다. 또한, 로봇을 조작하기 위해 오직 1 개의 ON/OFF 신호만을 사용하고 있기 때문에 조작자인 장애자의 육체적인 상황에 따라 인터페이스로서 푸쉬 버튼, 마이크로폰, 압력 스위치 등을 선택할 수 있다.

Table 1 은 3.1 에 서술한 방법으로 작성된 Look-up 테이블 값을 나타내고 있고, P1~P3 은 2)의 동작, P4 는 3)~4)의 동작, P5 은 5)의 동작을 실현하는데 필요한 Look-up 테이블 값이다.

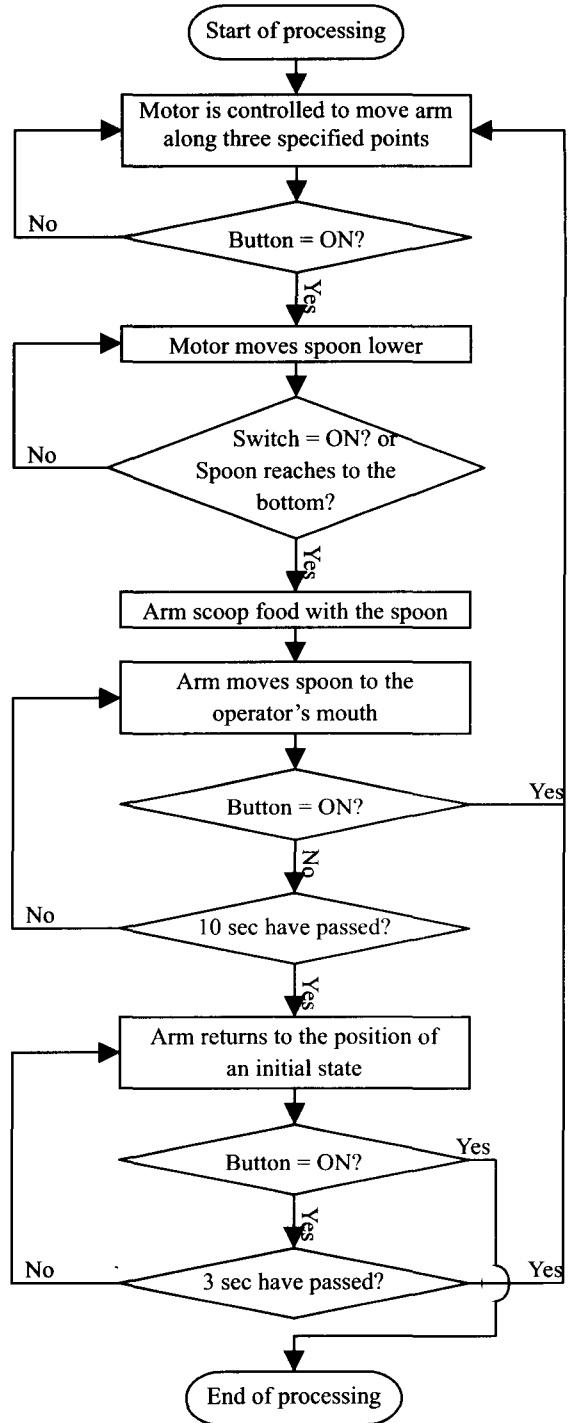


Fig. 7 Control flowchart of eating-assistant robotic arm

Table 1 Look-up table using the robot controller (μsec)

	P1	P2	P3	P4	P5
Motor 1	1364	703	775	1158	1416
Motor 2	2099	2171	1706	1757	1764
Motor 4	1447	1447	1447	1189	1189

4. 식사지원 실험

병원에 도움을 얻어 뇌졸중으로 인하여 상반신을 움직일 수 없는 고령자에게, 본 로봇을 사용하여 식사를 행한 실험을 실시하였다. 그 때의 본 로봇을 이용한 식사지원 상황을 Fig. 8 에 나타내고 있다. 처음에는 미역국을, 다음에는 볶음밥을 대상으로 하여 식사를 해 보도록 하였다. 정확하고 조작자에게 부담감 없는 동작으로 식사를 할 수 있었다. 식사 후에 조작자로부터 다음과 같은 코멘트를 얻었다.

- 1) 인터페이스가 간단하여 쉽게 조작방법을 습득할 수 있었다.
- 2) 본 로봇에 대하여 공포감 없이 식사를 할 수 있었다.



Fig. 8 Eating-assistant test for the aged patient at the hospital

5. 결론

라디오 컨트롤용 서보모터와 PIC 를 이용하여 구조적으로 소형인 경제성을 갖춘 식사지원 로봇을 개발하였다. 본 로봇을 이용하여 상반신을 움직

일 수 없는 장애자에게 식사지원을 행한 결과, 로봇이 정확하고 유효하게 동작하는 것을 확인할 수 있었다.

본 연구에서는 장애자의 상반신 움직임을 전혀 이용하지 않는 방법의 로봇을 실현하였으나, 상반신을 조금이라도 움직일 수 있을 경우에는 상반신의 움직임을 능동적으로 활용하는 방법이 필요하다. 현재, 상반신의 움직임으로 로봇의 동작을 조작할 수 있는 방법, 접시와 컵에 들어 있는 음식물을 대상으로 한 방법 등에 대하여 연구를 진행 중이다.

참고문헌

1. Tejima, N., "Rehabilitation Manipulator for Eating," JSME, Vol. 14, No. 5, pp. 624-627, 1996.
2. Whittaker, M., "Handy Robotic Aid to Eating: A Study in Social Impact," Proc. RESNA Int. 92, pp. 589-594, 1992.
3. Ishii, S., Tanaka, S. and Hiramatsu, F., "Meal Assistance Robot for Severely Handicapped People," Proc. of IEEE Robotics and Automation, Vol. 2, pp. 1308-1313, 1995.
4. Verburg, G., "An Evaluation of the MANUS Wheelchair Mounted Manipulator," Proc. RESNA Int. 92, pp. 602-604, 1992.
5. Mahoney, P., "Robotic Products for Rehabilitation : Status and Strategy," Proc. 4th Conf. Rehabilitation Robotics, pp. 12-20, 1997.
6. Ishimatsu, T., Kang, C., Ikeda, T. and Taguchi, N., "Realization of Compact Robot Using Servo Module Part 2," Proc. 19th SICE Conf., pp. 313-314, 2000.