

전정기능 검사를 위한

Fuzzy에 의한 추종제어 Rotatory Chair System 구현에 관한 연구

전산정보처리과

조 교 수 박 해 암 *

전임강사 김 희 수

I . 서 론

인간이나 동물에 있어서 안구운동은 자세조절과 밀접한 관계가 있으므로 이에 관한 많은 연구가 이루어지고 있으며 특히 자립형 로봇 분야에서 이를 응용하고자 하는 조짐이 있다.

자세조절과 관여하는 안구운동에는 前庭器官(vestibular system) 과 頸部(neck)가 중요한 역할을 하고 있음은 잘 알려져 있는 사실이다.

특히 두부와 체부가 동시에 회전하도록 회전자극을 가하면 전정안구운동이 발생되는데 이는 회전방향과 반대방향으로 안구를 회전시킴으로서 회전할 때에 물체의 영상을 망막에 일정하게 고정시켜 시력을 유지함으로써 자세조절에 관여한다. 1), 2), 3), 4), 5)

이러한 회전자극을 일상생활에서 전정기관이 자극을 받는 것과 근사하게 접근하기 위하여, 사람의 전정기관이 효과적으로 자극을 받을 수 있도록 피검자를 의자에 앉혀 각속이 각 위치에 따라 다르게 가하면 보다 적절한 회전자극을 얻을 수 있다.

따라서 각속이 다른 sinusoidal rotation이 되도록 의자를 회전시키면 일상생활에서와 유사한 양상으로 전정기관을 자극시킬 수 있다. 이는 회전범위와 한번 회전하는 주기를 결정한 후 이를 세분화하고 수치화하여 세분된 위치점을 세분된 시간마

다 위치점을 바꾸어 회전하도록 하면 sinusoidal rotation을 얻을 수 있다.

회전력으로는 제어가 용이하고 기동토크가 큰 DC servo motor에 의해 회전력을 얻고 세분된 위치점으로의 이동을 보다 정확하고 빠르게 이동하도록 제어하기 위하여 fuzzy에 의한 자기동조 PID제어에 의해 추종제어하고자 하였다.

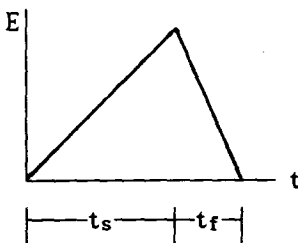
한편 세분된 시간마다 새롭게 위치가 바뀌게 되면 어느 한 순간이라도 위치편차와 가속력이 같을 수 없고, 순간순간 변화하는 위치 편차량에 따라 회전가속력을 바꾸어 motor가 회전하도록 제어하여야 하므로 이를 선형화하여 선형제어하기는 용이하지 않다.

따라서 본 논문에서는 마이크로프로세서에 의한 자기동조 PID제어로 위치추종 제어를 비선형 제어에 많이 이용되는 fuzzy를 이용하여 설계, 제작하고 실험하여 추종 제어특성에 대해 고찰하고 이를 임상에 적용하여 그 가능성을 검토하고자 하였다.

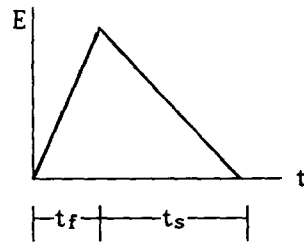
II. 전정기관과 안구운동

회전운동시 전정기관은 자극을 받으면 안구는 반사작용으로 지금까지 주시하고 있던 방향을 계속 유지하기 위하여 회전방향과 반대방향으로 움직이게 된다. 그러나 반대방향으로 움직이는 상대작용이 한계를 넘게 되면 안구는 회전방향과 동일한 방향으로 급속히 움직여 새로운 주시점을 구축하는데 이러한 안구운동을 眼振(nystagmus)이라 한다. 1). 5)

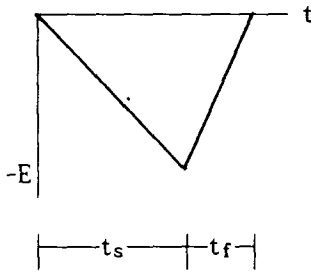
안구운동에는 회전방향과 같은 방향으로 빠르게 움직이는 速相(fast phase)과 회전방향과 반대방향, 즉 반사작용에 의해 주시하고 있던 방향을 계속 유지하고자 하는 徐相(slow phase)으로 구성되어 있다.



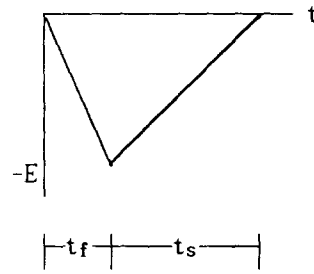
(1) 우측으로 서상, 좌측으로 속상



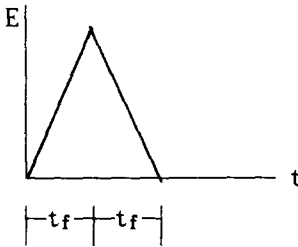
(2) 우측으로 속상, 좌측으로 서상



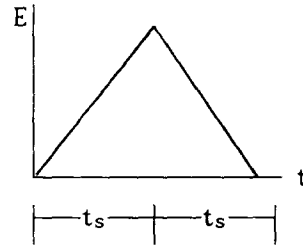
(3) 좌측으로 서상, 우측으로 속상



(4) 좌측으로 속상, 우측으로 서상



(5) 양측으로 속상



(6) 양측으로 서상

그림 1. 안구운동의 일반적인 형태와 요소

안구운동을 일으키는 유효한 회전자극은 회전속도 자체보다는 半規管(semicircular-ar)내의 內淋巴液(endolymph)에 주어진 각가속에 의하므로 회전자극이 일정하게 가하여지면 안구운동은 발생하지 않는다.

두부의 양쪽에는 3쌍의 반규관이 거의 수직축을 이루고 있으며 이 3쌍의 반규관들은 두부에 가해지는 각가속을 분해하여 정확한 회전신호를 前庭神經核(vestibular nuclei)과 眼球運動神經核(oculomotor nuclei)을 통하여 外眼筋(extra-ocular muscle)에 전달되거나 또는 上位中樞(higher center)에 전달되어 집적된 후에 외안근에 전달되어 물리적으로 안구의 위치를 변화시켜 안구운동을 일으킨다.

안구운동의 일반적인 형태는 그림 1과 같으며 기울기의 절대값이 큰 상이 fast phase이고 작은 상이 slow phase이다.

Ⅲ. 서보시스템 구성

고전적 PID제어기의 일반적인 형태는 그림2와 같으며 제어입력 $u(t)$ 는 식1과 같다. 7). 8)

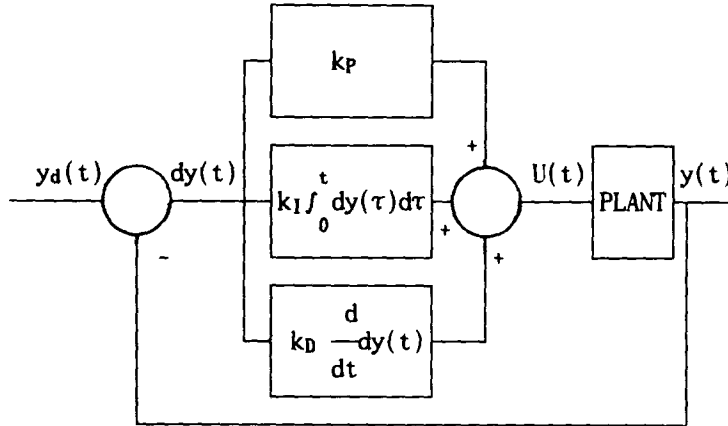


그림 2. 고전적인 PID 제어기 구조

$$u(t) = K_p dy(t) + K_I \int_0^t dy(\tau) d\tau + K_D \frac{d}{dt} dy(t) \quad \text{--- (1)}$$

여기서, $dy(t) = y_d(t) - y(t)$ 이며 K_p, K_I, K_D 는 각각 비례, 적분, 미분 이득이다. 따라서 이산화된 제어기전달 함수는 식2와 같다.

$$\begin{aligned} D(z) &= K_p + \frac{K_I dt}{2} \left(\frac{z+1}{z-1} \right) + \frac{K_D}{dt} \left(\frac{z-1}{z} \right) \\ &= \frac{r_0 + r_1 z^{-1} + r_2 z^{-2}}{1 - z^{-1}} \quad \text{--- (2)} \end{aligned}$$

여기서,

$$r_0 = K_p + \frac{K_I dt}{2} + \frac{K_D}{dt}, \quad r_1 = -K_p + \frac{K_I dt}{2} - \frac{2K_D}{dt}, \quad r_2 = \frac{K_D}{dt}$$

앞 절에서 유도한 고전적인 PID제어기 형태를 2차 계통에 일반적으로 적용 시키도록 1차 지연요소 $1 / 1 - s_1 z^{-1}$ 를 부과한 수정된 PID 제어기를 가정한다.

또한 여기서 극점 배치 알고리즘을 적용하기 위하여 원하는 폐 경로 특성 방정식을 식8과 같이 정의 한다.

$$T_d(z^{-1}) = 1 + t_1 z^{-1} + t_2 z^{-2} \quad \text{--- (8)}$$

또한, 여기서 자기동조 제어기 설계과정 중 가장 중요한 모델의 매개변수를 추정하는 과정이 요구된다. 매개변수 추정 방법으로는 RLS매개변수 추정 알고리즘을 사용하였다.

매개변수를 추정하기 위하여 매개변수 벡터P와 데이터 벡터D(k)를 정의한다.

$$\begin{aligned} P_i^T &= [a_{i1}, a_{i2}, b_{i0}, b_{i1}, h_i] \\ D_i^T(k) &= [-dy(k-1), -dy(k-2), u(k-1), u(k-2), 1] \end{aligned} \quad \text{--- (9)}$$

식5를 정의된 벡터를 사용하여 표현하면 식10과 같고

$$dy_i = P_i^T \cdot D_i(k) + \xi_i(k) \quad \text{--- (10)}$$

반복 최소 자승 매개변수 추정 알고리즘은 아래와 같다.

$$\hat{P}(k) = \hat{P}(k-1) + \left[\frac{R(k-1)D(k)}{\sigma + D^T(k)R(k-1)D(k)} \right] \cdot [dy(k) - \hat{P}^T(k)D(k)] \quad \text{--- (11)}$$

$$R(k) = \sigma^{-1} \left[R(k-1) - \frac{R(k-1)D(k)D^T(k)R(k-1)}{\sigma + D^T(k)R(k-1)D(k)} \right] \quad \text{--- (12)}$$

여기서, 망각요소는 $0.9 < \sigma \leq 1$ 이며, \hat{P} 는 추정된 모델의 매개변수이다. 이 추정된 매개변수는 식6과 식8의 계수 비교 과정에서 제어기 매개변수를 결정 하는데 사용되며, 따라서 식3의 제어입력 $u(k)$ 가 결정된다.

여기서 제어입력 $u(k)$ 는 끝점에서 각 방향에 가해지는 가상적인 힘이다. 따라서 각 관절에 가해줘야 할 토크는 Jacobian변환 행렬에 의해 변환되는 각 관절에 가해 주어야 한다.

매니플레이터 제어를 위한 전체 자기동조 PID제어 계통은 그림3에 나타내었다.

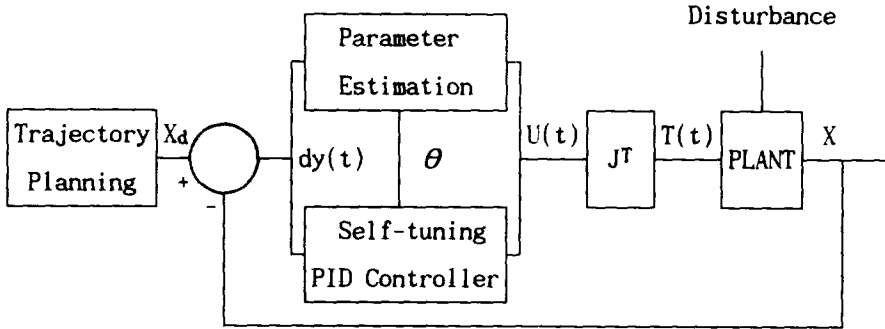
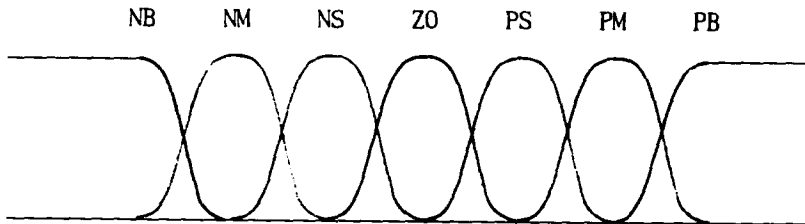


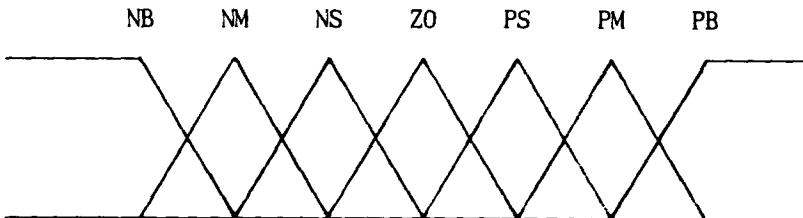
그림 3. 자기동조 PID 제어계통

IV. Fuzzy의 구성

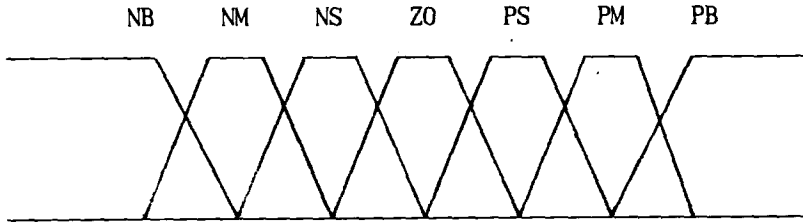
Fuzzy제어는 계산시간 또는 sampling시간이 고려된 process의 알고리즘의 제어를 위한 process의 상태에 관한 정보 x, y 와 process로의 출력 z 의 애매한 관계로서 기술하는 것이므로 제어 알고리즘은 if..then..else.. 형식으로 표현되며 x, y 등의 값을 small, medium, big으로 표시되며 기준값을 중심으로 positive, negative로 표시되는 fuzzy량에 의해 표시되며 이를 graph로 표현하면 그림4와 같다. (10). (11). (12)



(1) 조종형



(2) 삼각형



(3) 사다리형

그림 4. 연속형 fuzzy의 모형

본 논문에서 사용되는 퍼지변수는 (3)과 같은 사다리형 멤버십 함수를 갖는 것을 선정하였으며 전건부의 fuzzy명제로 현재 motor가 회전 중에 있는 회전 속도와 목표점과 현재 위치점과의 추종 오차값을 취하였으며 후건부의 명제로는 전건부의 명제에 의해 fuzzy 규칙에 의해 PID제어기에 인가할 motor의 회전 속도값으로 하였다. 이때 CTC가 CPU에게 interrupt를 요청하는 주기, 즉 sampling시간은 상수로 정하였으며 이것은 motor의 전류와 같은 여러 가지 멤버십 함수를 선정하여 process로 인가할 수 있으나 자기동조 PID제어기의 범용성을 떨어 뜨리거나 계산시간을 과다하게 소요되어 제어의 특성을 저하시킬 수 있으므로 퍼지변수 선정에서는 제외시키고 비교적 측정이 쉽고 위치 추종제어에 반드시 필요로하는 멤버십 함수를 퍼지변수로 선정하였다.

$$\begin{aligned}
 & \text{if } X \text{ is } X_{00} \text{ AND } Y \text{ is } Y_{00} \text{ then } Z_{01} = F(Z_{00}) \\
 & \text{else if } X \text{ is } X_{00} \text{ AND } Y \text{ is } Y_{01} \text{ then } Z_{02} = F(Z_{01}) \\
 & \quad \vdots \\
 & \text{else if } X \text{ is } X_{01} \text{ AND } Y \text{ is } Y_{00} \text{ then } Z_{09} = F(Z_{08}) \\
 & \text{else if } X \text{ is } X_{01} \text{ AND } Y \text{ is } Y_{01} \text{ then } Z_{10} = F(Z_{09}) \\
 & \quad \vdots \\
 & \text{else if } X \text{ is } X_n \text{ AND } Y \text{ is } Y_{n-1} \text{ then } Z_{n-1} = F(Z_{n-2}) \\
 & \text{else if } X \text{ is } X_n \text{ AND } Y \text{ is } Y_n \text{ then } Z_n = F(Z_{n-1})
 \end{aligned}$$

표 1. 조정 규칙

본 논문에서 사용한 멤버십 함수 관계에 의해 정한 fuzzy규칙은 표1과 같이 표현하였으며 명제의 범위는 표2와 같이 실험에 의해 얻어진 범위를 추정하여 PID 입력 함수값의 근사치에 적용하도록 fuzzy규칙을 정의하여 이를 그림5와 같은 block 으로 구현하였다.

명 제 X	편차 pulse X _n
ZO	± 1
PS, NS	± 10
PM, NM	± 100
PL, NL	± 300
PB, NB	± 500

명 제 Y	motor 속도 Y _n	명 제 Y	motor 속도 Y _n
ZO	8192	ZO	8192
PS	8392	NS	7991
PM	8592	NM	7791
PB	9192	NB	7191

(1) 추종오차범위 명제

(2) Motor 속도의 범위 명제

표 2. Fuzzy 규칙

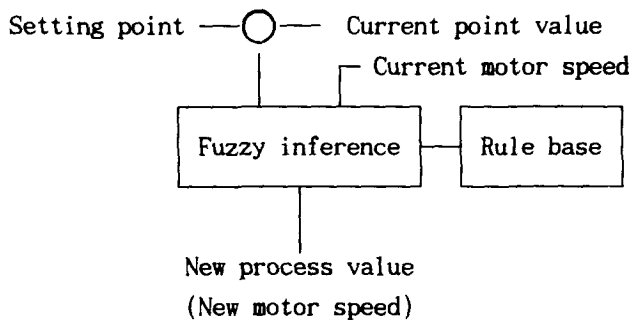


그림 5. Fuzzy block diagram

V. 제어 시스템의 구현

본 논문에서 구현한 제어 프로그램의 block diagram과 flow chart는 그림6과 그림 7 같으며 제어 프로그램이 작동 개시되면 DC servo motor driver unit의 전원을 투입하여 driver unit의 상태가 안정되면 PIO의 각 port와 register들을 초기화한다.

PIO는 8255를 사용하였고 port A는 data출력용, port B는 data 입력용으로 사용하였고 port C는 driver의 각 element unit를 제어하는 port로 할당하였다.

Key board로부터 회전 범위각과 회전 주기를 입력받아 회전각으로는 motor가 회전하여 도착하여야 할 좌표값들을 sinusoidal하게 발생시켜 memory에 기억시키고, 주기로는 다음의 목표 좌표값으로 다시 지령할 시간을 결정하여 이 값을 CTC에 설정하고 CTC는 이 주기마다 microprocessor에게 interrupt를 걸어 새로운 목표 좌표로 바꿀 수 있도록 한다.

Register B는 microprocessor로부터 새로이 변경된 속도값을 latch하여 이 값을 D/A converter 2로 변환하여 reference로하고, 반송파는 2KHz를 삼각파 발생기에서 발생시켜 이 두 신호를 펄스폭 변조한다.

변조된 신호는 phase distributor에서 dead time과 switching ON,OFF 시간과 drive할 switching소자들을 결정하여 driver unit를 구동함에 따라 그 결과로 motor를 회전시킨다.

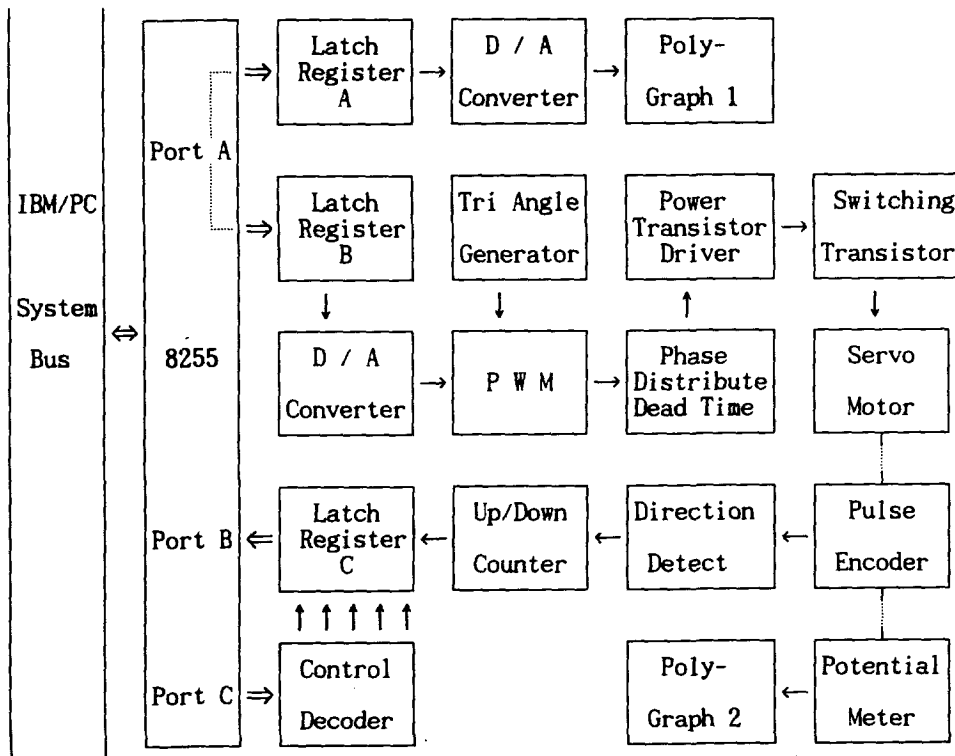


그림 6. 제어시스템 구성

Motor와 동축으로 부착된 pulse generator는 90°의 상차각을 갖는 A상과 B상을 1회전당 5000 pulse를 발생시키며, 이 상들의 교차점을 검출하여 보다 정확한 위치를

검출하기 위하여 1회전당 10000 pulse로 채배할 뿐만 아니라 회전방향을 검출하기 위하여 CW, CCW의 신호로 구분한다.

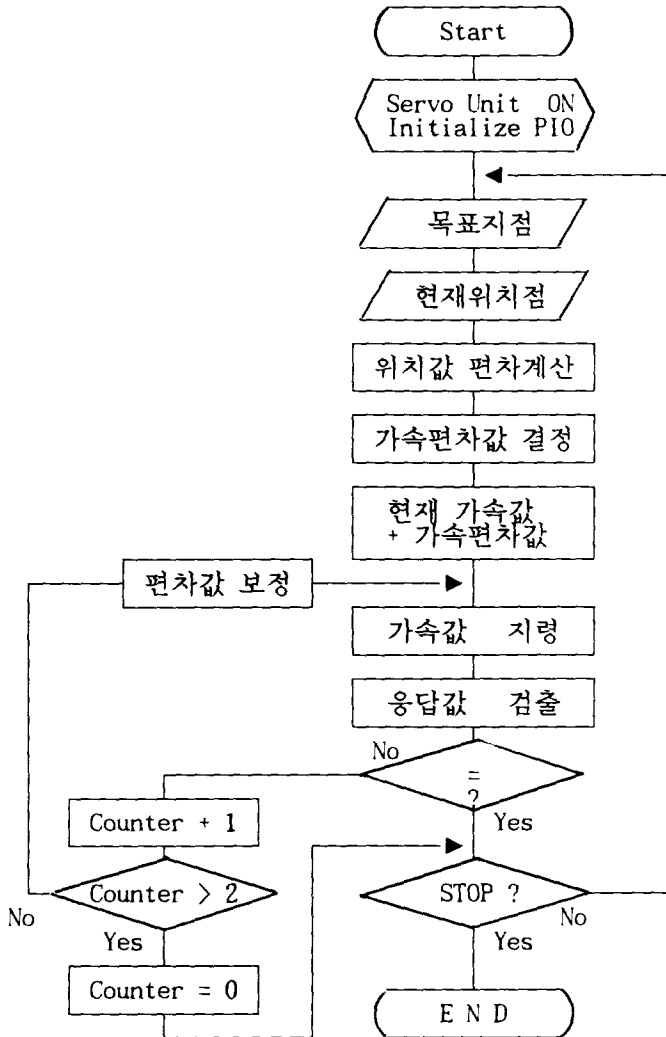


그림 7. 시스템 제어흐름선도

이 pulse를 up,down count하도록 하고 이를 register C에 latch한 후, 이 값을 읽어 들여 motor의 현재 위치를 검출할 수 있도록 하였다.

CTC에서 interrupt가 걸릴 때마다 변경할 위치값은 memory에 기억되어 있으므로 이 값들은 차례로 읽어 들여 변경하므로, 새로이 변경된 값과 register C에서 읽어 들인 값의 차이로 fuzzy규칙에 의해 motor가 추종해야 할 위치 편차에 대한 추종 가속값을 PID 제어 값으로 계산되어 출력하게 된다. 따라서 이 값은 motor가 새로이 추종해야 할 vector값으로서 microprocessor가 계산하여 최종적으로 register B에 출력하게 된다.

본 논문에서 사용한 DC servo motor는 SANYO 회사의 CN-800으로 사양은 표3에 정리하였고, microprocessor로는 IBM PC/AT 286을 사용하여 그림6과 같은 구조로 구성하였다.

정 격 출 력	850W	순시 최대 전류	100/170 A
정 격 토 오 크	105Kg · cm	전 기 자 저 항	0.78/0.28 Ω
정 격 회 전 수	1000 RPM	유기 상수 전압	95/56.5 Ω
정 격 전 압	100/60 V	토 오 크 상 수	9.2/5.5Kg · cm/A
정 격 전 류	11/18 A	기계적시간상수	10 m · s
순시최대토오크	800 Kg · cm	전기적시간상수	4.7 m · s

표 3. DC Servo motor 사양

VI. Rotatory Chair System의 실험과 임상 적용 결과

이를 실제 구현하여 사진1에서와 같이 의학 분야에서 평형검사법의 일종인 전정기관 기능 진단 system에 적용하였다.

두부와 체부가 동시에 회전하여 전정기관을 효과적으로 자극하기 위하여 sinusoidal rotation하는 motor의 동축에 의자를 설치하고 microprocessor는 세분화된 위치를 CTC가 interrupt를 요청할 때마다 실시간에 따라 새로운 위치로 지령하고 이를 D/A converter A에 polygraph A를 연결하고 이를 추종하는 servo motor의 추종

괘적과 위치를 비교, 직독하기 위하여 servo motor의 축과 potential meter를 timing gear를 1:2의 비율로 감속시키고 potential meter의 양끝에 $\pm 1V$ 를 가하여 이동점을 polygraph B에 연결한 후 motor가 회전하는 범위를 2배까지 측정할 수 있도록 하였다. 각 Polygraph의 기록은 10 mm/sec로 이동하고 회전좌표 측정은 90° 회전시 5.25 mm로하여 polygraph에 그렸다.

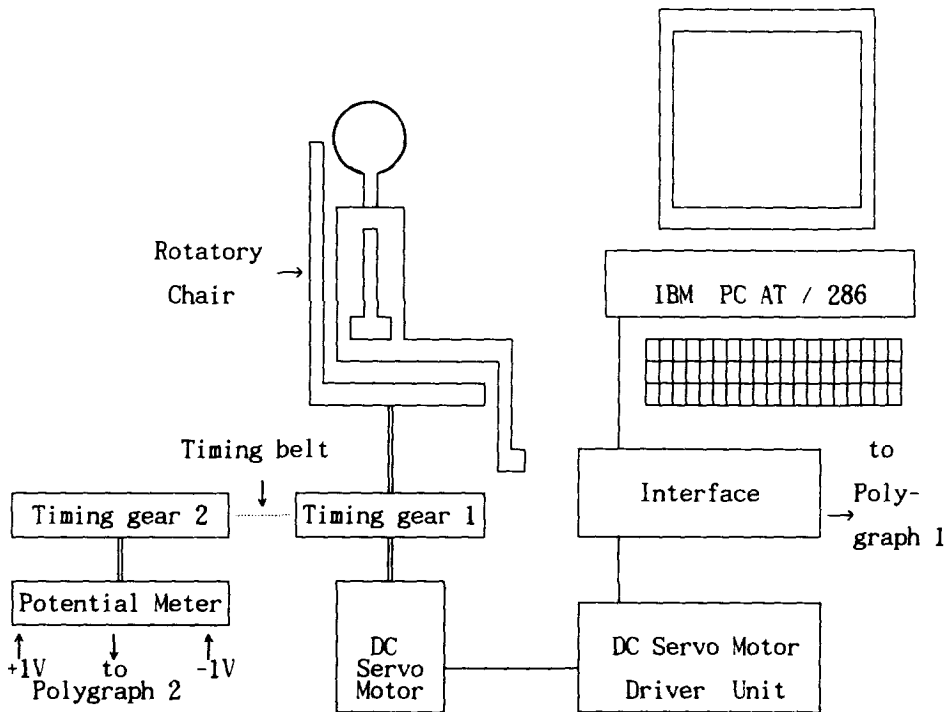
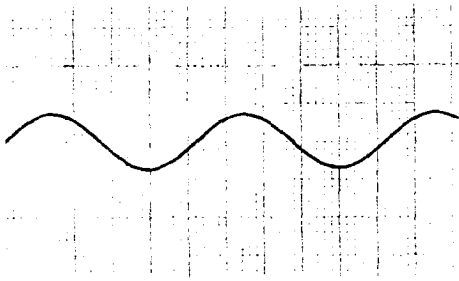
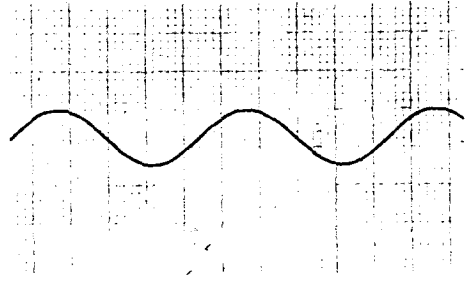


그림 8. Chair System의 구성

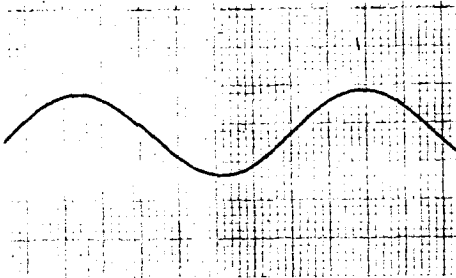
그림9에서 위의 도표는 지령하는 목표지점을 D/A converter 1에 의하여 polygraph 1에, motor가 추종하는 괘적은 polygraph 2에 의하여 기록하였다. 이는 30° 회전에 1.75mm로 하여 $\pm 180^\circ, \pm 120^\circ, \pm 90^\circ, \pm 60^\circ$ 로 회전 시켰으며 이 때 1주기의 빈도를 0.15Hz, 0.2Hz, 0.27Hz, 0.4Hz로 설정하였으며 이는 servo motor가 추종할 때 목표지점과의 편차가 너무 크면 motor에 너무 큰 순간 전압이 가하여져서 switching transistor가 파손 되거나 servo motor에 심한 충격이 가하여지므로 정격이 손상을 입을 수 있어 over current와 over rush를 sensing하여 동작을 중지 시키기 때문에 servo motor의 정격이 허용하는 범위 안에서 최대로 동작시켰다.



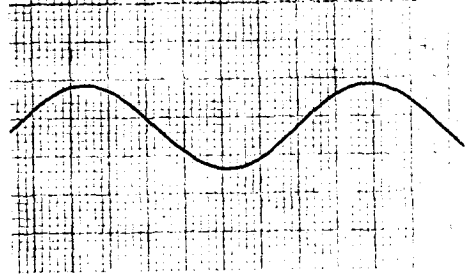
A-1. Graph 1
($\pm 180^\circ, 0.15 \text{ Hz}$)



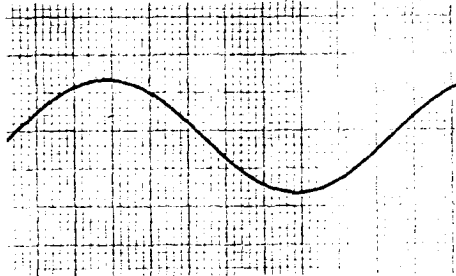
A-2. Graph 2
($\pm 180^\circ, 0.15 \text{ Hz}$)



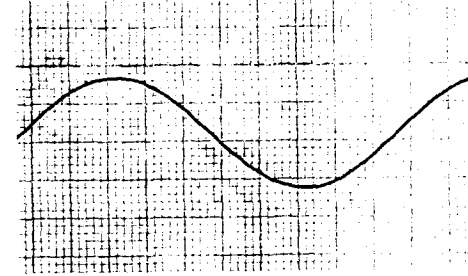
B-1. Graph 1
($\pm 120^\circ, 0.2 \text{ Hz}$)



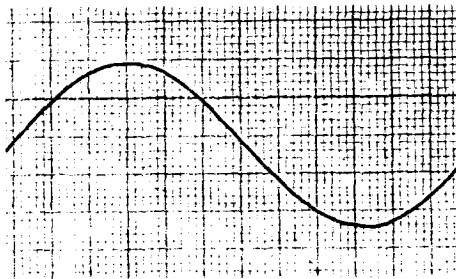
B-2. Graph 2
($\pm 120^\circ, 0.2 \text{ Hz}$)



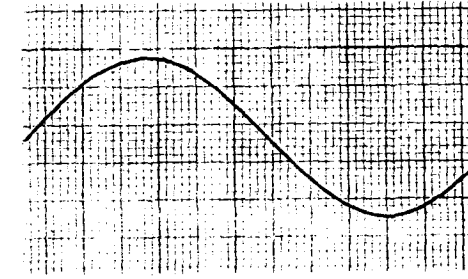
C-1. Graph 1
($\pm 90^\circ, 0.27 \text{ Hz}$)



C-2. Graph 2
($\pm 90^\circ, 0.27 \text{ Hz}$)



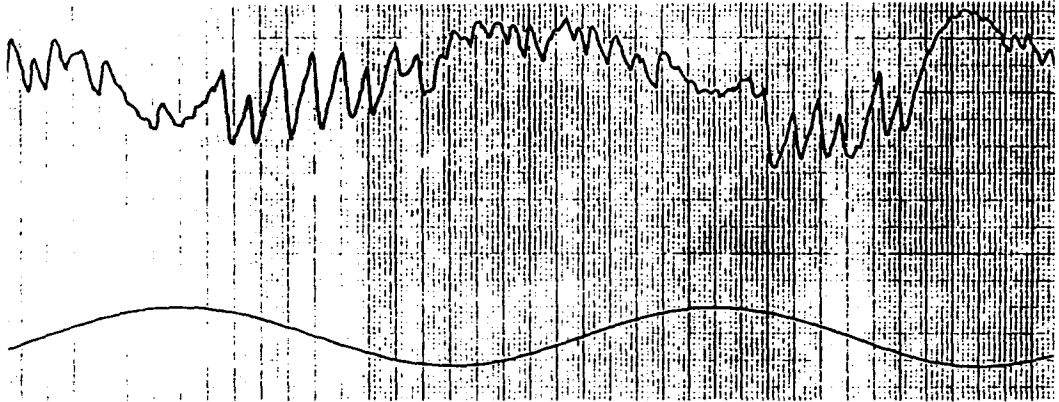
D-1. Graph 1
($\pm 60^\circ, 0.4 \text{ Hz}$)



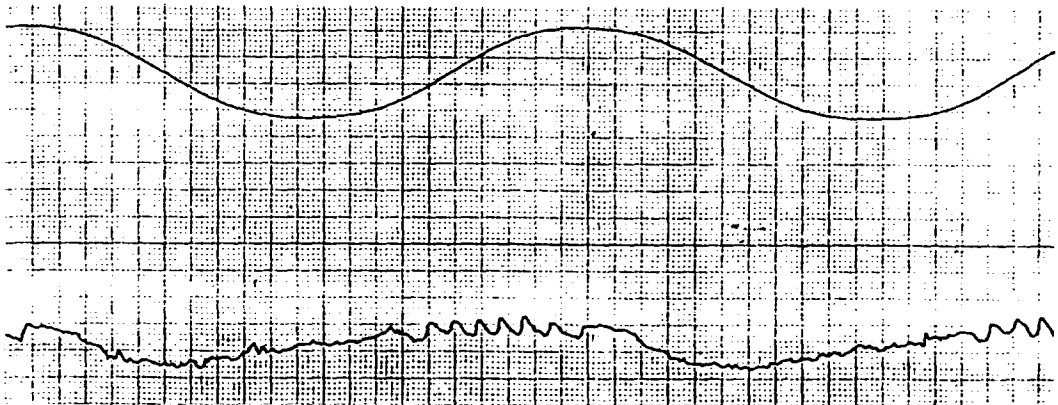
D-2. Graph 2
($\pm 60^\circ, 0.4 \text{ Hz}$)

그림 9. 추종 실험결과 graph

이 두가지의 polygraph만으로는 그 오차를 검출하기 어려웠고 추종편차를 계산하여 display시킨 결과, 회전각이 최대로 크고 1 주기의 빈도가 클 때에 ($\pm 810^\circ, 0.12\text{Hz}$) 순시 추종오차는 ± 210 pulse이내로 아주 만족할 만한 결과를 얻었다.



(A) 정상인의 안구운동.



(B) 평형감각을 상실한 환자의 안구운동

그림 10. 임상에 적용한 안구운동 측정 결과

또한 전정기관 진단을 위해 임상에 적용하였던 결과, 안구운동이 정상적인 사람으로 부터는 속상과 서상이 정확히 구별되고 우측과 좌측방향의 회전자극에 의하여 평형을 이루는 안구운동을 얻을 수 있었고 전정기관의 이상이 있는 환자로부터는 속상과 서상이 구별하기 힘들고, 양측 방향으로의 회전자극에 의하여 비대칭적인 안구운동이 출현할 뿐 아니라 정상인 보다 느린 안구운동을 얻을 수 있었다.

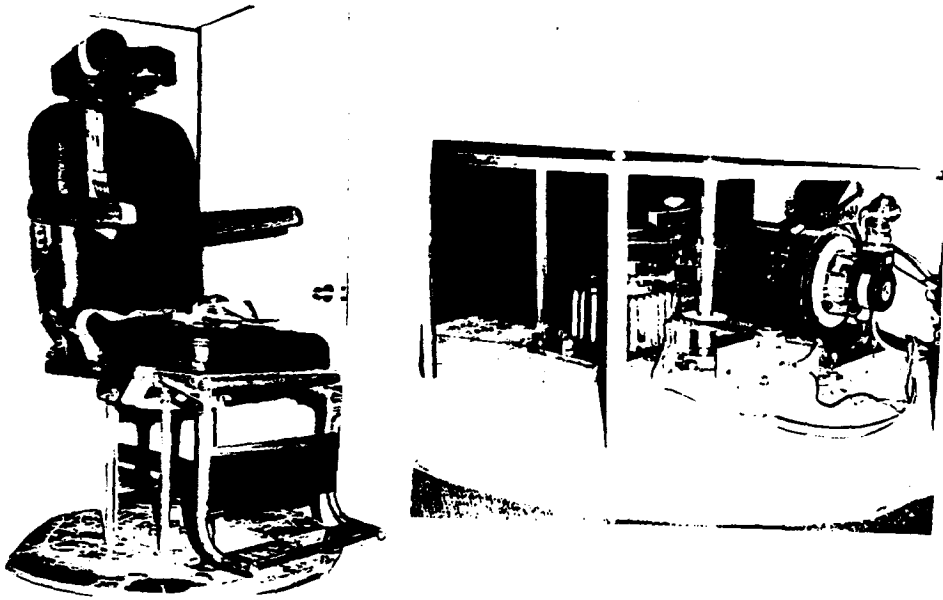


사진 1. Sinusoidal rotatory chair system

VII. 결 론

평형감각 상실 환자에서 전정기관의 기능을 검사할 목적으로 fuzzy에 의한 추종 제어 rotatory chair system을 설계, 제작하여 실험한 결과 polygraph으로는 그 오차를 검출할 수 없었고 추종편차를 계산하여 display시킨 것을 직독한 결과로는 최대 회전 좌표각도와 빈도가 $\pm 810^\circ, 0.12\text{Hz}$ 에서 최대 순시 추종오차는 ± 210 pulse이내로 추종 좌표각과 빈도가 작을수록 추종오차가 감소하여 아주 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었다.

이를 구현하기 위하여 자기동조 PID제어와 위치 추종제어를 fuzzy에 의해 IBM PC/AT 286과 PIO로는 8255를 사용하여 대용량급인 850W DC servo motor에 적용한 제어를 구현하였다.

또한 전정기관 진단을 위해 임상에 적용하였던 결과 안구운동이 정상적인 사람으로 부터는 속상과 서상이 정확하게 구별되고 우측이나 좌측으로의 회전자극에 의하여 대칭성인 안구운동을 얻을 수 있었고 전정기관의 이상이 있는 환자로부터는 속상과 서상이 구별하기 곤란하거나 양측방향으로의 회전자극에 의하여 비대칭성이고, 정

상인보다 느린 안구운동이 기록됨으로써 정상인과 환자를 구별할 수 있는 정전기관 기능검사에 충분한 적용 가능성을 제시할 수 있었다.

위와 같은 결과를 토대로 제어를 channel화 한다면 정밀하게 병렬 운전이 필요로 하는 다관절 로봇이나 산업현장에서의 생산기기에 충분한 활용가치가 있다고 사료되며, 또한 안구운동을 안진기록법에 의해 검출하고 이 신호를 고속 sampling이 가능한 A/D converter를 채용하여 graphic 처리와 이산치 신호처리의 과정을 거쳐 의사에게 진단하는 자료로 제공된다면 의학분야에서 충분한 활용 가치가 있다고 판단된다.

본 연구와 실험을 위하여 많은 연구비를 지원하여 주시고 의학적인 지도를 아끼지 않으셨으며 또한 6년여의 긴 기간을 격려와 인내로서 기다려 주신 원광대학교 의과대학 생리학교실 박병림 교수님과 철골 구조물 및 의자 제작에 적극적인 지도와 협력을 주신 (주) 삼중자동차의 김봉길 사장님께 감사의 글을 올립니다.

참고문헌

1. JUN-ICHI SUZUKI and BERNARD COHEN
"Head, Eye, Body and Limb Movements from Semicircular Canal Nerves",
INPERIMENTAL NEUROLOGY, Vol.10, 393~405, 1964
2. BRAIN R. CHAMERS, MBBS, MABEL MAI, MSC, and HUGH O. BARBER, MD
"Bilateral Vestibular loss, Oscillopsia, and the Cervico-ocular reflex",
Otolarygology-Head and Neck Surgery, Vol.93, No.3, June, 1985
3. I. SUZUKI, B. R. PARK and V. J. WILSON,
"Directional Sensitivity of, and neck afferent input to, cervical and
limber interneurons modulated by neck rotation",
Brain Research, Vol.367, 356~359, 1986.
4. M. B. DUTIA and M. J. HUNTER,
"The sagittal Vestibulocollic Reflex and its Interraction with Neck
Proprioceptive Afferents in the decerbrate Cat",
Journal of Physiology, Vol.359, 17~29, 1985.
5. 김 재협, 박 병림, 박 철순,
"가토 및 가축에 있어서 전정반규관과 외안근의 상관성에 관한 연구",
대한생리학회지 제21권 제1호, 81~101, 1987.
6. F. Radke, "Microprocessor-based Adaptive PID Controllers",

- ISA Transactions, Vol.27, No.2,1988,43~50.
7. M.Maeda and S. Murakami, " A Self-tuning fuzzy controller," Fuzzy Sets and Systems, Vol.51, 29~40,1992.
 8. F. Bouslama and A. Ichikawa, "Application of limit fuzzy controllers to stability analysis," Fuzzy Sets and Systems, Vol.49,103~120,1992.
 9. Y.F.Li and C.C.lau, "Development of fuzzy algorithms for servo system," IEEE Control System magagin., Vol.9, No.4.65~72,1989.
 10. Chuen Chien Lee, "Fuzzy Logic in Control System: Fuzzy Logic Controller -Part I", IEEE Trans. Sys. and Cyber.,Vol. 20, No.2, 1990,405~418.
 11. 三矢直城,田中一男, C言語による 實用ファジィフック,東京:ラッセル社,1989.
 12. Chuen Chien Lee, "Fuzzy Logic in Control System: Fuzzy Logic Controller -Part II", IEEE Trans. Sys. and Cyber., Vol.20, No.2, 1990,419~435.

A Study of the sinusoidal rotatory chair system using a Self-Tuning and following control by a fuzzy for Evaluating the Vestibular Function.

Park, Hae Am *

Kim, Hee Su

Dept. of Computer & Information Processing

Kwangju Health Junior College

> Abstract <

A sinusoidal rotatory chair system using a self-tuning and following control by a fuzzy was designed to evaluate the vestibular function and to apply to a robot driving power system.

The sinusoidal rotatory chair system consists of a IBM PC / AT 286 with a interface 8255 a kind of PIO as a controller

The experimental results by the sinusoidal rotatory chair system were pretty good, and which had smaller than ± 210 pulse error on the $\pm 810^\circ$ sinusoidal rotation at 0.12 Hz by using a 850W DC servo motor.

The chair system was applied to evaluate the vestibular function, and nystagmic eye movement was obtained by sinusoidal rotation of the body.

On the basis of the above results, the sinusoidal rotatory chair system may be useful to evaluate the vestibular function in the field of medicine, and it can be used to robotics or a numerical control system (NC) on the industry if the obtained control method and the system are adapted for a channel.