

스테핑 모터를 이용한 위치 판독 시스템의 구현

Implementation of Position Decision System by Stepping Motor

함은식*, 허강**, 공희식***

(Eun-Sik Ham*, Kang Hur**, Whue-Sik Kong***)

관동대학교 대학원 전자통신공학과 전화: (033)670-3415, 팩스: (033)670-3499

E-mail : *hemk25@kwandong.ac.kr, **turbulencehk@hanmail.net, ***kws32@kwandong.ac.kr

Abstract : Position decision system embody to interpret for observation target position. Observation target is observed at observation post of 3 places. CCD cameras of observation post is achieved turning control by stepping motor. Controller interpret observation target's position to use direction and angle information of observation post. Controller and observation post used PIC16F877. PIC16F877 achieves rotation control of stepping motor and distance arithmetic of observation target . Result that measure this system 50 times was achieved correct position interpretation of 47 times. Position interpretation failure of 3 times was construed for cause in used controller special quality.

Key Words : Position Decision, Stepping Motor, PIC16F877

1. 서 론

현대에 들어 많은 사람들이 차량, 화물, 친구, 자신의 위치 등 여러 가지의 위치를 확인하고 추적하는 일이 많아지고 있다. 그래서 최근에는 위치확인 과 위치추적을 위한 기술도 많은 발전을 하고 있다. 위치확인 과 추적 기술은 GPS(Global Position System), DGPS(Differential GPS), 이동통신망의 기지국 등 여러 가지 방법으로 이루어지고 있다.

위의 위치확인 및 위치 추적은 GPS위성이나 기지국을 비롯하여 위치정보를 제공하는 장비가 있어야 한다. 차량용 네비게이션 시스템은 차량에 설치하는 위치 제공 장비가 상당한 고가이다. 그리고 기지국을 이용한 위치 확인 시스템은 위치 확인 오차가 수 m~ 수 Km까지 발생하고 확인 대상체의 휴대폰이 꺼져 있을 경우 위치를 확인하지 못하는 문제점이 있다.

본 논문은 결정된 일정한 범위 안에 CCD카메라를 좌우 회전이 가능한 축에 설치하여 관측점으로 활용하고, 그 범위 안에 관찰대상체가 발생하였을 때 위치를 검출 판단하는 시스템을 설계하고 구현하였다. 회전축은 스텝핑 모터로 제어하였고, 위치 판단은 관측자의 목적에 의존하였다. 스텝핑 모터는 PIC16F877을 사용하여 PWM방식으로 제어하였다. 목적자는 컴퓨터 화면에 표시된 관찰대상체를 목표로 하여 키패드로 CCD 카메라를 회전시켜 방향을 판단한다. 주 시스템에서 판단된 방향은 2번째와 3번째 관측점에 위치한 목적자의 관찰과 제어를 이용하여 관찰대상체의 위치를 확인하여 컴퓨터로 정

보를 제공한다. 컴퓨터는 관찰대상체에 접근거리 및 접근방법, 기타 정보를 제공하고자 본 시스템을 연구하게 되었다.

2. 시스템

2.1 시스템 구성

CCD카메라는 관찰대상체를 촬영하여 컴퓨터 화면으로 출력되도록 하였으며, 관측자는 화면의 내용을 목적자로 확인하여 제어부에 회전 명령을 부여한다. 제어부는 다른 관측점에 위치한 CCD 카메라의 회전 제어를 수행하도록 하였다. CCD 카메라의 좌우 회전 제어를 위한 회전 제어부는 PIC16F877를 이용하였고, 모두 3개로 구성하여 삼각점으로 관찰이 가능하도록 하였다. 각 관측점은 PIC16F77로 스텝핑 모터의 회전 제어를 수행하였고, 스텝핑 모터의 회전각을 이용하여 방향과 거리 연산을 수행하였다. 수행결과는 컴퓨터로 제공되었으며, 관측점에서 제공된 데이터는 컴퓨터 내에 저장되어 있는 DB와 일치하는 구간 좌표의 데이터를 컴퓨터 화면으로 출력하도록 구성하였다.

CCD카메라는 PA-970를 이용하였으며, 촬영된 영상을 컴퓨터로 전송한다. 이 때는 카메라 영상을 컴퓨터 화면상에 출력하도록 하였으며, 컴퓨터의 PC 인터페이스 카드는 시그마컴사의 시그마TV카드를 사용하였다.

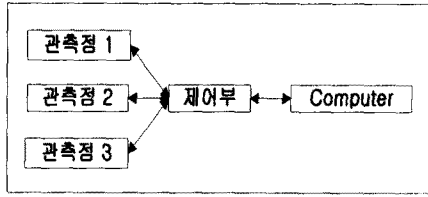


그림 1. 전체 시스템 구성도

2.2 PIC 프로세서

PIC16F877^[6]은 Microchip의 제품으로 8비트 CMOS 원칩 마이크로컨트롤러이며 RISC(Reduced Instruction Set Code)와 Harvard 구조(Harvard Architecture)를 가지고 있다. PIC16F877의 RISK 명령어는 35가지로 간단명료하고, 최소한의 주소 지정방식을 사용하여 분기 명령을 제외한 모든 명령어를 하나의 워드에 넣어 1개의 사이클에서 명령을 수행할 수 있는 마이크로컨트롤러이다. 그리고 Harvard 구조는 프로그램 메모리와 데이터 메모리가 확연히 구분한 것으로 프로그램의 인출 및 해석과 전송, 명령 수행에 필요한 데이터의 전송을 분리하여 전송 속도가 빠른 특징을 가진다. 또한, 프로그램 메모리는 플래쉬로 되어있어 여러번 삭제와 기록하는 것이 가능해 개발자들이 사용하기에 유용하다.

2.3 스텝 모터

스텝 모터^[6]는 위치결정이 쉽고 회전각 추출과 제어가 용이해서 제어분야에 많이 사용하게 된다. 스텝 모터는 모터 샤프트의 위치를 검출하기 위한 피드백 없이 정해진 각도를 회전하고, 상당히 높은 정확도로 정지할 수 있다. 스텝 모터의 총회전각은 입력펄스의 총수에 비례하고, 그 회전속도는 입력 펄스 신호의 펄스 레이트에 비례하는 특징을 가지고 있다.

3. 시스템 구현

3.1 관측점 구동

스텝 모터의 회전제어는 1-2상 여자방식을 사용하였다. 1-2상 여자 구동방법은 부드러운 동작과 스텝 모터의 기존 스텝 각을 1/2로 축소할 수 있는 방법이다. 그리고 로터의 진동이 작고, 빨리 수속되는 특징을 가지고 있다. 1-2상 여자방식은 표 1 처럼 코일에 1상과 2상의 전류를 교대로 흘려준다. 이 구동 방식으로 스텝 모터의 진동 및 스텝 각을 미세화 시켰고, 입력데이터에 따라서 정방향 및

역방향으로 회전이 가능하게 하여 스텝 모터 위치에 따른 회전각을 얻을 수 있게 하였다.

스텝 모터의 운전 제어를 위한 동작 펄스 수(p)는 A점에서 B점으로 이동시킬 때 모터가 회전하는 각도를 펄스 신호수로 나타낸 것으로 식(3.1)과 같다.

$$p = \frac{l}{l \cdot rev} \times \frac{360^\circ}{\theta st} \quad (3.1)$$

여기서 l 은 1회당 이동량이고, $l \cdot rev$ 는 모터 1회전당 이동량이며, $\frac{360^\circ}{\theta st}$ 는 모터 1회전에 필요한 펄스수이다.

그리고, 스텝 모터의 운전은 자기동운전과 가감속운전이 있으며, 자기동운전(f_s)는 가속시간 없이 갑자기 운전속도를 상승하는 운전방법으로 식(3.2)과 같다.

$$f_s = \frac{p}{t_o \cdot k} \quad (3.2)$$

여기서, k 는 계수이고, t_o 는 위치결정에 소요되는 시간이다. 가감속운전(f_a)는 운전속도를 서서히 변화시키는 운전방법으로 식(3.3)과 같다.

$$f_a = \frac{p - (f_1 \cdot t_1)}{(t_o - t_1)k} \quad (3.3)$$

여기서, f_1 은 기동펄스이고, 속도 t_1 은 가감속에 소요되는 시간이다.

따라서, 스텝 모터로 입력되는 펄스폭의 변화와 신호의 크기 및 펄스의 수에 따라 제어된다. 그러므로 스텝 모터는 제어부에서 입력된 데이터 신호에 따라 회전 방향을 결정하게 된다. 회전방향이 결정된 스텝 모터는 입력되어진 데이터의 순서를 파악하여 1상, 2상 동작 결정을 반복 진행하게 되어 스텝 모터를 구동하게 한다. 그림 2는 스텝 모터 구동 흐름도이다.

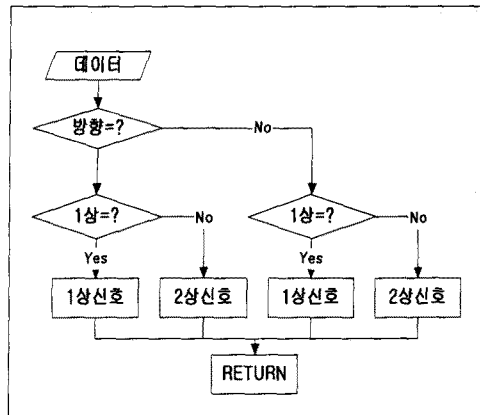


그림 2. 스텝 모터 구동 흐름도

표 1. 1-2상 여자방식의 구동순서 및 방향 예

방향		코일			
		A	B	\bar{A}	\bar{B}
↑ 역회전	↓ 정회전	1	0	0	0
		1	1	0	0
		0	1	0	0
		0	1	1	0
		0	0	1	0
		0	0	1	1
		0	0	0	1
1	0	0	1		

3.2 제어부

제어부는 관측점에 설치한 스텝핑 모터의 회전운동을 제어하고 컴퓨터와 데이터를 교환하는 부분이다. 제어부는 키패드에서 제어 명령 데이터가 주어지면 회전각 및 거리연산, 스텝핑 모터 구동 데이터를 출력하여 관측점의 회전각을 확인하고 거리연산을 수행한다. 거리연산에 의해 얻어진 데이터는 컴퓨터로 전송한다. 그림 3은 제어부의 기본 흐름도이다.

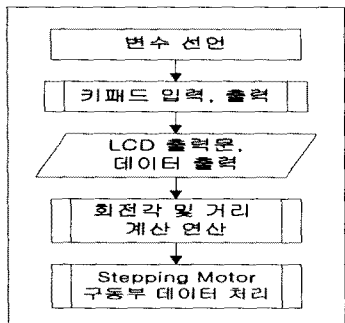


그림 3. 스텝핑 모터 제어부 기본 흐름도

제어부가 축의 좌우회전을 제어하기 위해서 키패드의 데이터 입력을 받아 RS-232통신을 통하여 관측점으로 제어명령 데이터를 전송하게 된다. 제어부의 회전각 계산은 각 스텝핑 모터가 관찰대상체의 위치를 찾기 위해 정방향, 역방향 동작을 취할 때 발생하는 1스텝마다의 정해진 각도를 이용해 계산된다. 입력 데이터에 따른 각각의 회전각들은 스텝핑 모터의 횡동에 따라 누적 및 감소되어 최종 회전각을 얻을 수 있게 된다.

제어부는 회전각 연산이 끝나면 회전각을 이용하여 거리연산을 수행한다. 거리연산을 하여 얻어진 결과값 구간좌표 데이터는 컴퓨터로 입력되어지게 된다.

3.3 거리연산 방법

관측점과 관찰대상체까지의 거리 연산은 일반 삼

각형의 변의 길이를 구하는 방법을 사용하였다. 일반 삼각형^[12]에서 변의 길이를 구하는 방법 중에서는 변의 길이와 그 양쪽 끝각을 알면 다른 두 변의 길이를 구하는 방법을 이용한다. 공간상에 존재하는 두 직선은 평행하지 않는 한 한점에서 만나게 된다. 그래서 두 곳 이상의 관측점에서 관찰대상체를 관측하면 하나 이상의 삼각형이 만들어진다. 본 시스템도 두개의 관찰점까지의 거리를 알 수 있고 관찰대상체까지 가상의 직선을 만들어 각각의 스텝핑 모터로부터 회전각을 얻을 수 있다. 따라서 일반삼각형의 변의 거리 구하는 방법을 이용해 관측점과 관찰대상체까지의 거리연산을 수행하게 된다.

그림 4는 삼각형의 두변을 구하는 방법을 설명하는 것으로 $\triangle ABC$ 가 정해져있는 일정한 공간에 설치되어있는 관측점으로부터 얻을 수 있는 임의의 삼각형과 같다고 가정하여 설명할 수 있다.

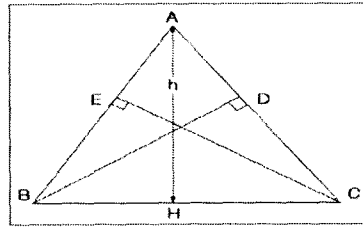


그림 4. 일반삼각형

$\triangle BCE$ 에서 $\sin B$ 를 이용해 한변 CE 를 구하면

$$CE = BC \sin B \quad (3.4)$$

이다.

$\triangle ACE$ 에서 $\sin A$ 를 이용해 한변 AC 를 구하면

$$AC = \frac{CE}{\sin A} \quad (3.5)$$

이며, 식(3.4)를 식(3.5)에 대입하면

$$AC = \frac{BC \sin B}{\sin A} \quad (3.6)$$

이다. 그러므로 한변 AC 는 식(3.6)로 계산된다.

위와 같은 방법으로 AB 를 구하면, $\triangle BCD$ 에서 $\sin C$ 를 이용하여 한변 BD 를 구하면

$$BD = BC \sin C \quad (3.7)$$

$\triangle ABD$ 에서 $\sin A$ 를 이용해 한변 AB 를 구하면

$$AB = \frac{BD}{\sin A} \quad (3.8)$$

이며, 식(3.7)을 식(3.5)에 대입하면

$$AB = \frac{BC \sin C}{\sin A} \quad (3.9)$$

으로, 다른 한 변 AB 를 구할 수 있다.

높이 H 를 구하는 방법으로는 한 변과 그 끼인각을 알고 있으면 높이를 구할 수 있다

따라서 $\triangle ABF$ 에서 높이 H 는 $\sin B$, $\triangle ACF$ 에서

높이 H는 $\sin C$ 로 구해진다. $\triangle ABF$ 에서 $\sin B$ 로 높이 H를 구하면

$$H = AB \sin B = AC \sin C \quad (3.10)$$

구할 수 있다.

위와 같은 방법으로 3개의 관측점으로부터 2개의 높이 h, h'를 얻을 수 있으며, 연산된 결과를 이용하여 위치판독에 이용한다.

3.4 위치판독을 위한 연산 예

그림 5와 같은 일정한 범위 내에 일정거리 a, a'으로 결정된 곳에 CCD 카메라가 장착된 관측점을 지정하고, 관측장비를 설치한다. 관측자는 공간 안에서 관찰대상체가 발생하였을 경우라고 가정하고, 각 카메라의 회전제어를 수행한다.

즉, 관측점들이 관찰대상체를 확인하면 관찰대상체까지 가상의 일직선을 만들게 된다. 그러면 관찰대상체와 관측점들 사이에는 $\triangle ABC$, $\triangle A'B'C'$ 만들어지고 관측점의 스테핑 모터는 회전하면서 각각의 회전각을 얻을 수 있다.

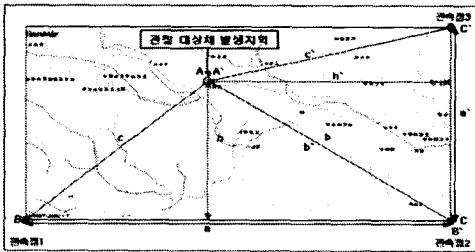


그림 5. 관찰된 관찰대상체의 2개의 삼각구도

거리 연산 과정은 관측점1, 2의 거리 $a=40$, 관측점2, 3의 거리 $a'=30$ 이라고 가정하고, $\angle B=40^\circ$, $\angle C=60^\circ$, $\angle B'=30^\circ$, $\angle C'=60^\circ$ 를 각 스테핑 모터의 회전각으로부터 얻었다고 가정하여 연산을 수행한다.

$\triangle ABC$ 에서 $\angle A$ 는 삼각형 내각의 합은 180° 라는 정의에 의해 $\angle A=80^\circ$ 를 얻을 수 있으며, 식(3.6), (3.9)을 이용하여 두변 c, b를 구하면

$$b = \frac{BC \sin B}{\sin A} = \frac{40 \sin 40}{\sin 80} = \frac{40 \times 0.6428}{0.9848} = 26.1089$$

$$c = \frac{BC \sin C}{\sin A} = \frac{40 \sin 60}{\sin 80} = \frac{40 \times 0.866}{0.9848} = 35.1747$$

이다.

높이 h를 구하기 위하여 식(3.10)을 이용하여

$$h = c \sin B = 35.1747 \times 0.6428 = 22.6103$$

위와 연산과정과 방법으로 $\triangle A'B'C'$ 의 h'를 구하면

$$h' = b' \sin B = 26.1089 \times 0.5 = 13.0545$$

따라서 공간상에 나누어진 일정 구간의 거리가 1이라고 했을 때, 구간좌표에서 관찰대상체의 거리(23, 14)를 구할 수 있다. 거리연산을 통해 구해진 구간좌표 데이터는 설정된 구간좌표를 통해 위치

판독을 할 수 있다.

3.5 위치 판독

위치판독 방법은 지도상의 방위를 찾아 관측점과 발생한 관찰대상체까지의 거리를 연산해 위치를 찾아가는 방법 등 여러 가지 방법이 있을 수 있다.

본 시스템에 적용한 위치판독 방법은 일정한 지역을 동일한 거리의 구간으로 나누어 구간좌표로 설정한다. 설정된 구간은 거리연산에 의해 구해진 $\triangle ABC$, $\triangle A'B'C'$ 의 2개의 높이 h, h'의 값과 비교하여 좌표를 판단하게 되고, 관찰대상체가 발생한 위치를 구간좌표로 출력하는 방법을 수행한다.

위의 거리 연산에 의해서 구해진 관찰대상체의 위치인 두 삼각형의 높이가 6과 5라고 가정할 경우 그림 6처럼 구간좌표 (6, 5)라는 위치판독이 이루어져 관찰대상체의 발생지점의 위치를 확인할 수 있다.

관측점3	관측점2	관측점1
9.0	9.5	10.0
9.5	10.0	10.5
10.0	10.5	11.0
10.5	11.0	11.5
11.0	11.5	12.0
11.5	12.0	12.5
12.0	12.5	13.0
12.5	13.0	13.5
13.0	13.5	14.0
13.5	14.0	14.5
14.0	14.5	15.0
14.5	15.0	15.5
15.0	15.5	16.0
15.5	16.0	16.5
16.0	16.5	17.0
16.5	17.0	17.5
17.0	17.5	18.0
17.5	18.0	18.5
18.0	18.5	19.0
18.5	19.0	19.5
19.0	19.5	20.0
19.5	20.0	20.5
20.0	20.5	21.0
20.5	21.0	21.5
21.0	21.5	22.0
21.5	22.0	22.5
22.0	22.5	23.0
22.5	23.0	23.5
23.0	23.5	24.0
23.5	24.0	24.5
24.0	24.5	25.0
24.5	25.0	25.5
25.0	25.5	26.0
25.5	26.0	26.5
26.0	26.5	27.0
26.5	27.0	27.5
27.0	27.5	28.0
27.5	28.0	28.5
28.0	28.5	29.0
28.5	29.0	29.5
29.0	29.5	30.0
29.5	30.0	30.5
30.0	30.5	31.0
30.5	31.0	31.5
31.0	31.5	32.0
31.5	32.0	32.5
32.0	32.5	33.0
32.5	33.0	33.5
33.0	33.5	34.0
33.5	34.0	34.5
34.0	34.5	35.0
34.5	35.0	35.5
35.0	35.5	36.0
35.5	36.0	36.5
36.0	36.5	37.0
36.5	37.0	37.5
37.0	37.5	38.0
37.5	38.0	38.5
38.0	38.5	39.0
38.5	39.0	39.5
39.0	39.5	40.0
39.5	40.0	40.5
40.0	40.5	41.0
40.5	41.0	41.5
41.0	41.5	42.0
41.5	42.0	42.5
42.0	42.5	43.0
42.5	43.0	43.5
43.0	43.5	44.0
43.5	44.0	44.5
44.0	44.5	45.0
44.5	45.0	45.5
45.0	45.5	46.0
45.5	46.0	46.5
46.0	46.5	47.0
46.5	47.0	47.5
47.0	47.5	48.0
47.5	48.0	48.5
48.0	48.5	49.0
48.5	49.0	49.5
49.0	49.5	50.0
49.5	50.0	50.5
50.0	50.5	51.0
50.5	51.0	51.5
51.0	51.5	52.0
51.5	52.0	52.5
52.0	52.5	53.0
52.5	53.0	53.5
53.0	53.5	54.0
53.5	54.0	54.5
54.0	54.5	55.0
54.5	55.0	55.5
55.0	55.5	56.0
55.5	56.0	56.5
56.0	56.5	57.0
56.5	57.0	57.5
57.0	57.5	58.0
57.5	58.0	58.5
58.0	58.5	59.0
58.5	59.0	59.5
59.0	59.5	60.0
59.5	60.0	60.5
60.0	60.5	61.0
60.5	61.0	61.5
61.0	61.5	62.0
61.5	62.0	62.5
62.0	62.5	63.0
62.5	63.0	63.5
63.0	63.5	64.0
63.5	64.0	64.5
64.0	64.5	65.0
64.5	65.0	65.5
65.0	65.5	66.0
65.5	66.0	66.5
66.0	66.5	67.0
66.5	67.0	67.5
67.0	67.5	68.0
67.5	68.0	68.5
68.0	68.5	69.0
68.5	69.0	69.5
69.0	69.5	70.0
69.5	70.0	70.5
70.0	70.5	71.0
70.5	71.0	71.5
71.0	71.5	72.0
71.5	72.0	72.5
72.0	72.5	73.0
72.5	73.0	73.5
73.0	73.5	74.0
73.5	74.0	74.5
74.0	74.5	75.0
74.5	75.0	75.5
75.0	75.5	76.0
75.5	76.0	76.5
76.0	76.5	77.0
76.5	77.0	77.5
77.0	77.5	78.0
77.5	78.0	78.5
78.0	78.5	79.0
78.5	79.0	79.5
79.0	79.5	80.0
79.5	80.0	80.5
80.0	80.5	81.0
80.5	81.0	81.5
81.0	81.5	82.0
81.5	82.0	82.5
82.0	82.5	83.0
82.5	83.0	83.5
83.0	83.5	84.0
83.5	84.0	84.5
84.0	84.5	85.0
84.5	85.0	85.5
85.0	85.5	86.0
85.5	86.0	86.5
86.0	86.5	87.0
86.5	87.0	87.5
87.0	87.5	88.0
87.5	88.0	88.5
88.0	88.5	89.0
88.5	89.0	89.5
89.0	89.5	90.0
89.5	90.0	90.5
90.0	90.5	91.0
90.5	91.0	91.5
91.0	91.5	92.0
91.5	92.0	92.5
92.0	92.5	93.0
92.5	93.0	93.5
93.0	93.5	94.0
93.5	94.0	94.5
94.0	94.5	95.0
94.5	95.0	95.5
95.0	95.5	96.0
95.5	96.0	96.5
96.0	96.5	97.0
96.5	97.0	97.5
97.0	97.5	98.0
97.5	98.0	98.5
98.0	98.5	99.0
98.5	99.0	99.5
99.0	99.5	100.0

그림 6. 구간좌표를 이용한 위치 판독

4. 실험 및 측정

4.1 시스템과 일반 계산값 비교

본 시스템을 제작해 실험하고 측정하는 과정에서 PIC16F877의 연산 출력 결과와 다른 일반 컴퓨터 계산값과의 오차는 표 2와 같다.

표 2. 시스템 측정값과 계산값 오차

	(가)점			(나)점		
	회전각	PIC	계산값	회전각	PIC	계산값
$\angle A$	61.199	0.8736	0.8762	75.599	0.9684	0.9685
$\angle B$	59.399	0.8573	0.8607	44.999	0.7046	0.7070
$\angle C$	59.400	0.8573	0.8607	59.400	0.8573	0.8607
거리		25.242	25.364		18.715	18.849
거리 오차(%)			0.4809			0.7109

관찰대상체는 2개로 (가)점과 (나)점을 지정하여 거리를 계산하고, 계산값과 오차를 비교하였다. (가)점은 실제 값과 계산값의 오차는 0.0031%이고, (나)

점은 0.002%이다. 거리오차는 (가)점은 0.4809%, (나)점은 0.7109%이다. 이 오차는 PIC16F877가 정수 연산을 수행하기에 발생하는 오차이다. 이 오차는 연산에 사용되는 프로세서를 교환하는 것으로 줄일 수 있을 것이다.

4.2 위치판독 측정 장치를 이용한 측정값

관찰대상체의 위치 판독을 위한 실험 측정 장치에서 측정한 데이터 측정값은 다음과 같다. 실험 측정 장치의 관측점1, 2의 거리 $a=30\text{cm}$, 관측점2, 3의 거리 $a'=30\text{cm}$, 구간좌표 거리를 1cm로 설정하였다. 표 3은 관찰대상체를 설정하고 관측점에서 관측하여 결정된 관찰대상체의 회전각, 거리, 구간좌표의 데이터 결과이다.

제작한 시스템에서 위치 판단을 수행한 결과는 총 50회 시도하여 구간좌표의 정확도는 94%의 정확성을 나타내었으며, 오차는 평균 0.8507%이었다.

표 3. 실험 측정 데이터

	(가)점			(나)점		
	시스템	계산	오차(%)	시스템	계산	오차(%)
$\angle B$	59.399	60	1.001	70.199	70	0.2842
$\angle C$	64.800	65	0.33	50.400	50	0.8
$\angle B'$	25.200	25	0.8	39.599	40	1.0025
$\angle C'$	84.599	85	0.471	77.400	77	0.5194
거리h	28.2698	28.8	1.8409	25.0426	25	0.1704
거리h'	13.5198	13.6	0.5897	20.9482	20.8	0.7125
좌표	(29.14)	(29.14)		(26.21)	(26.21)	

표 4는 같은 각도의 관찰대상체를 측정하였을 때 나타나는 오류 데이터이다. 1회는 정확한 위치판단의 결과 데이터이고 2회는 $\angle B'$ 의 회전각이 1회의 각보다 작게 나오는 회전 오류 데이터이다. 이 오류 때문에 거리와 구간좌표의 위치판독이 실패 하였다.

표 4. 실험측정의 오류 데이터

	1회			2회		
	시스템	계산	오차(%)	시스템	계산	오차(%)
$\angle B$	59.399	60	1.001	70.199	60	1.001
$\angle C$	64.800	65	0.33	50.400	65	0.33
$\angle B'$	25.200	25	0.8	23.399	25	6.404
$\angle C'$	84.599	85	0.471	84.599	85	0.471
거리h	28.2698	28.8	1.8409	28.2698	28.8	1.8409
거리h'	13.5198	13.6	0.5897	12.4742	13.6	8.2779
좌표	(29.14)	(29.14)		(29.13)	(29.13)	

5. 결과 및 고찰

본 시스템에서 구현한 실험용 측정 장치는 관측점을 회전하여 관찰대상체의 방향과 거리를 판단하고, 판단 결과로 구간 좌표 값을 결정하였다. 총 50회 시행한 결과 47회의 정확성을 가졌다. 또한, 스

테핑 모터의 회전각이 누적되어 오차가 발생하여 1회는 실패하였다. 이 경우 일정한 공간의 거리가 짧으면 그 오차 범위가 적어진다. 하지만 그 작은 오차라고 할지라도 공간상의 거리가 멀어지면 오차의 범위가 커지는 것을 알 수 있었다. 따라서 스테핑 모터의 회전각의 누적 오차를 줄이는 방안이 필요할 것으로 보인다. 오차를 줄이기 위한 방법은 모터의 1스텝의 회전 각도를 최소화시킬 필요가 있으며, 프로세서의 연산과정에서 얻어진 거리와 일반계산, 실거리 측정으로 구해진 거리와의 오차를 줄이는 방안도 앞으로 연구를 통해서 필요할 것으로 보인다.

참 고 문 헌

- [1] Jean J. Labeosse, "Embedded Systems Building Blocks, Second Edition", CMP Media Inc, December 2000
- [2] Microchip Technology Inc, "Embedded Control Handbook", Microchip, 1997
- [3] Myke Predko, "Programming and Customizing The PIC Microcontroller", McGraw-Hill, 1998
- [4] F.J.Lin 외 2명, "Adaptive Fuzzy sliding-mode control for PM synchronous servo motor drives", IEE Proc.-Control Theory", pp. 63-72, 1998.1
- [5] F.J.Lin 외 3명, "Sliding mode and fuzzy control of toggle mechanism using PM synchronous servomotor drive", IEE Proc.-Control Theory", pp. 393-402, 1997.9
- [6] 윤병식의 4명, "전력전자", 보성각, 1996.1
- [7] 김응목, "모터회전의 회로기술", 도서출판 세화, 1988.4.
- [8] 진벽국, "스테핑모터의 제어회로설계", 도서출판 세운, 1988.9
- [9] 오정원, "PIC마이컴용 C언어 CCS-C 실전가이드", 컴파일 테크놀로지(주), 2002.6
- [10] 이희문, "PIC16F84의 기초+ α ", 성안당, 2002.1
- [11] 이홍천 외 1명, "일반수학", 동아출판사, 1995.3
- [12] 최성계 외 3명, "전자회로", 상학당, 1995
- [13] 김도현 외 1명, "미세스텝 제어 방식에 의한 PM 스텝 모터의 위치 및 속도 제어에 관한 연구", 전자공학회는논문지, pp 56-63, 1990. 6