

그래픽 언어를 이용한 BLDC모터 제어에 관한 연구

\*이 동 현, 홍 선 기  
호서 대학교 서보기기 및 제어연구소

A study of BLDC motor control using a graphic language tool

\*Dong-Hyun Lee, Sun-Ki Hong  
Department of Information & Control Eng Hose University

**Abstract** - It is very difficult to control a motor and apply a mathematical algorism using regular micro controller. However we can embody a program using the graphic language faster and easier than using another language and conveniently compose the plate based on a PC through the DAQ board included AD and DA converter. In addition, The controllable system is made due to GUI program. I verified appropriateness of variable of a speed and determining a speed of BLDC motor which is nomally used through this program.

1. 서 론

보통의 MICRO CONTROLLER를 이용한 모터 제어는 구현하기 상당히 까다로울 뿐만 아니라 수학적인 알고리즘을 넣는 것이 어렵다. 하지만 그래픽 언어를 이용하여 다른 언어보다 쉽고 빠르게 프로그램을 구현하고 AD, DA컨버터가 내장 되어 있는 DAQ보드를 통해 보다 편하게 PC기반 플랫폼을 구성 할 수 있다. 또한 GUI 프로그램이기 때문에 사용자가 보다 편하게 제어 할 수 있는 환경을 만들 수 있다. 이 프로그램으로 현재 많이 쓰이고 있는 BLDC모터의 전압의 세기를 이용한 속도 가변과 M method, T method, MT method를 이용하여 속도 측정을 함으로서 타당성을 보였다.

2. 본 론

2.1 시스템 구성

PC에서 NI사에서 제공하는 랩뷰라는 언어로 입출력 프로그램을 코딩하면 DAQ board에서 AD,DA를 통해 원하는 타겟 디바이스에 원하는 출력과 디바이스에서 나오는 입력을 PC로 읽을 수 있다. 현재 구성하고 있는 시스템에서는 전압의 세기를 이용하여 BLDC motor의 속도를 가변하고 속도에 따라 나오는 홀센서의 펄스파형을 통해 속도를 예측 할 수 있도록 하였다. 그림 1에서 시스템의 구성도를 나타내었다.

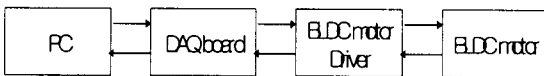


그림 1. 시스템 구성도

PC로 BLDC모터를 제어하기 위해 DAQ보드와 모터 드라이버가 필요하며 실제의 모형은 그림 2와 같다

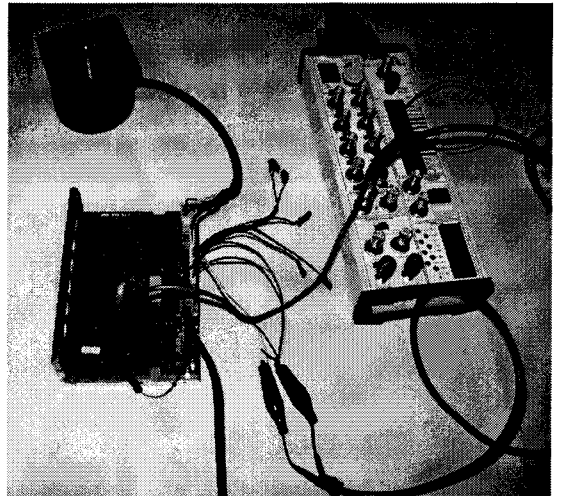


그림 2. 시스템 구성 실제사진

2.2 BLDC속도 가변 및 측정

BLDC모터 드라이버의 DC전압 컨트롤 단자에 0~5V 전압을 인가해서 속도를 제어 할 수 있다. 여기에 인가하는 전압은 프로그램 상에서 다이얼로 가변 시킴으로서 DAQ보드에서 출력되는 전압이다. 속도측정은 일반적으로 널리 쓰이는 M,T,MT method를 구현 하였다.

2.2.1 M method구현

일정한 샘플링  $T_s$ 마다 발생하는 엔코더 펄스의 개수를 세어 모터의 회전속도를 측정한다.  $N_f$ (rpm)-측정속도,  $T_c$ (sec)-측정시간,  $X$ (rad)-회전자가 움직인 각에 의해 식 (1)과 같이 주어진다.

$$N_f = \frac{60X}{2\pi T_c} \quad (1)$$

1회전당 홀센서의 펄스 수  $P_{PR}$ (Pulse Per Revolution)이  $T_s$ 동안  $m$ 개의 개의 펄스를 발생한다면  $X$ (rad)와 속도  $N_f$ 는 식(2)와 같이 구해진다.

$$X = \frac{m}{P_{PR}} \cdot 2\pi(\text{rad})$$

$$N_f = \frac{60}{2\pi T_c P_{PR}} \cdot 2\pi(r/\text{min}) \quad (2)$$

현재 시스템에선 시간  $T_c$ 를 100ms로 잡고 BLDC motor의 홀센서에서 1회전 당 18개의 펄스가 나오므로 실제로 식 (3)처럼 표현 할 수 있다.

$$N_f = \frac{60 \cdot m}{0.1 \cdot 18} (r/\text{min}) \quad (3)$$

그림 3은 위와 같은 수식을 램뷰를 이용하여 프로그래밍한 부분이고 그림 4는 이 알고리즘으로 구현한 부분을 실제 실행하여 결과 부분을 나타낸 것이다.

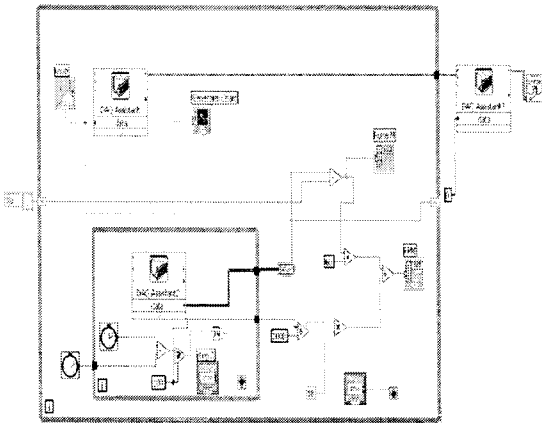


그림 3. M method block diagram

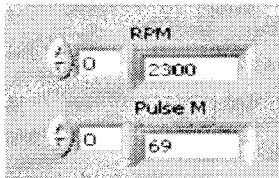


그림 4. M method result

### 2.2.2 T method구현

홀센서 펄스와 임의의 클럭 주파수 펄스 사이의 시간 간격을 측정한다. 즉 홀센서 펄스와 펄스 사이의 간격에  $f_c(\text{Hz})$ 의 클럭 펄스가  $m$ 개 들어간다면 그 시간 간격은  $\frac{m}{f_c}(\text{sec})$ 이고, 그동안 진행한 각  $X = \frac{2\pi}{P_{PR}}(\text{rad})$ 이므로 모터의 회전속도는 식(4)와 같이 구해진다.

$$N_f = 60 \frac{f_c}{P_{PR} m} (r/\text{min}) \quad (4)$$

현재 클럭 주파수는 20MHz이고 1회전 당 홀센서의 펄스수가 18개 이므로 식(5)와 같이 표현 할 수 있다.

$$N_f = \frac{60 \cdot 10^5}{18 \cdot m} (r/\text{min}) \quad (5)$$

그림 5는 램뷰를 이용하여 위의 수식을 구현한 부분이고 그림 6은 프로그램을 수행한 결과 화면이다.

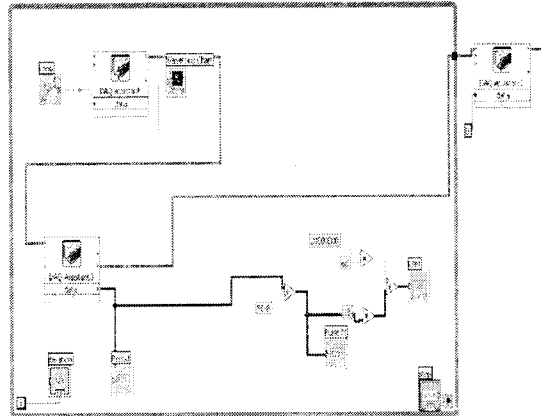


그림 5. T method block diagram

Period	iteration
0.00133'	1784
Pulse M	RPM
26712.8	2495.69

그림 6. T method result

### 2.2.3 MT method구현

측정시간  $T_d$ 는 주어진 샘플링 시간  $T_c$  이후에 처음으로 발생하는 홀센서 펄스에 동기 되어 결정된다. 측정 속도  $N_f$ 는 측정 시간과 그 동안에 회전자가 움직인  $X(\text{rad})$ 에 의해 식 (6)과 같이 주어 진다

$$N_f = \frac{60X}{2\pi T_d} = \frac{60X}{2\pi(T_c + \Delta T)} (r/\text{min}) \quad (6)$$

1회전 당 펄스 수  $P_{PR}$ 의 홀센서 펄스가  $T_d$ 시간 동안에  $m_1$ 의 펄스를 발생한다면 각 변위  $X(\text{rad})$ 는 식(7)과 같이 구해진다.

$$X = \frac{2\pi m_1}{P_{PR}} \quad (7)$$

또한 측정 시간  $T_d = T_c + \Delta T$ 는 주파수  $f_c$ 의 클럭펄스로 이산화 되는데, 그 값이  $m_2$  라면  $T_d$ 는 식(8)과 같이 구해진다.

$$T_d = \frac{m_2}{f_c} \quad (8)$$

이상의 식에서 측정 속도  $N_f$ 는 식(9)를 이용하여 구할 수 있다.

$$N_f = \frac{60 f_c m_1}{P_{PR} m_2} \quad (9)$$

클럭펄스의 주파수는 20MHz이고 1회전 당 홀센서 펄스의 수는 18개 이므로 식(10)과 같이 구할 수 있다.

$$N_f = \frac{60 \cdot 2 \cdot 10^7 \cdot m_1}{18 \cdot m_2} \quad (10)$$

위의 수식을 그림 7과 8처럼 코딩하였고 결과 화면을 그림 9에 나타내었다.

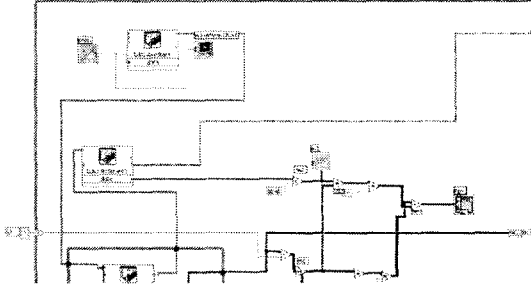


그림 7. MT method block diagram1

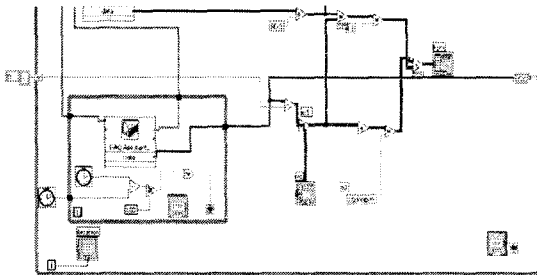


그림 8. MT method block diagram2

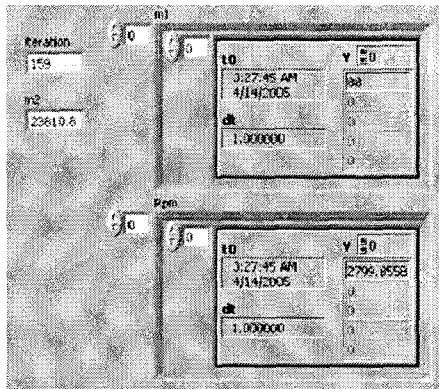


그림 9. MT method result

### 3. 실험 및 결과

그림 10,11,12와 같이 속도 결과 그래프가 나왔으며 실제로 모터의 홀센서 파형이 같은 전압에서 균일하게 나오지 않으므로 해상도가 높은 측정 방법인 T method 파형에서 큰 변화율을 보였다.

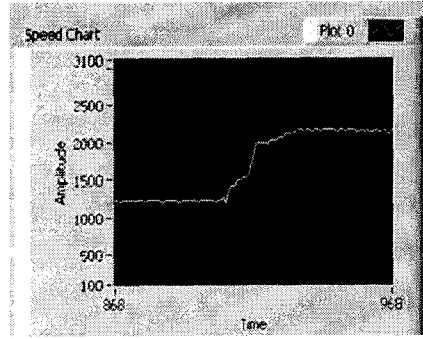


그림 10. M method speed chart

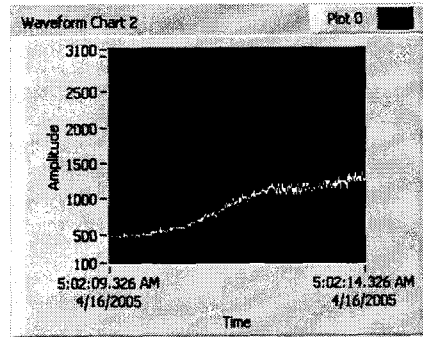


그림 11. T method speed chart

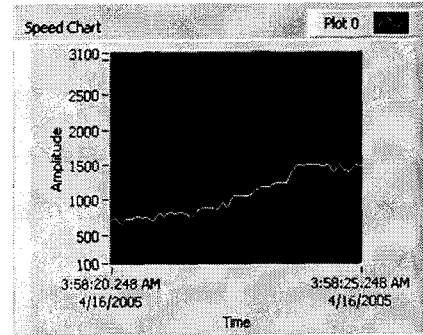


그림 12. MT method speed chart

### 4. 결 론

본 연구에서는 그래픽 언어와 DAQ보드를 이용하여 모터의 속도측정 알고리즘을 좀 더 쉽게 구현하였다. 속도측정을 위한 하드웨어를 구성하거나 일반적으로 쓰이는 텍스트 언어를 사용한 경우에 비교하여 대단히 수월하게 알고리즘을 변경시킬 수 있으므로 유연성 있는 제어 구현이 가능하였다. 이로부터 알고리즘이 검증되면 시행착오를 줄이고 시스템을 구성할 수 있게 되었다.

### [참 고 문 헌]

- [1] 설승기, "전기기기제어론", 브레인 코리아, 2002
- [2] 광두영, "LabVIEW 컴퓨터 기반의 제어와 계측 solution", Ohm사, 2002
- [3] 엄찬용 "공간전압벡터 PWM을 이용한 측방향 BLDC motor의 벡터제어", 2002