

CAN네트워크를 이용한 단일 프로세서에 의한 복수전동기 구동

이흥희, 이승용, 정의현
울산대학교 전기전자정보시스템공학부

A Study on Driving Dual Motors with single processor using Controller Area Network

Hong-Hee Lee, Seung-Yong Lee, Eui-Heon Jung
School of Electrical Engineering and informational System, University of Ulsan, Korea

ABSTRACT

Real time communication is very important in factory automation system using FieldBus. In this paper, we propose the method to drive dual motors with one controller using CAN. In traditional induction motor control technique, two independent inverters are used to drive dual motors independently. In this case, two controllers are needed. Our proposed dual motors control scheme which use only one microprocessor has many advantages in the view of economic and performance compared to conventional technique.

1. 서론

공장 자동화 시스템에서 필드버스(Field Bus)를 통해 다수의 장비들을 제어하는 경우 실시간 통신이 필요하다. 특히 두 대의 전동기가 협조하여 하나의 작업을 수행 할 경우 두 대의 전동기간에 실시간 정보교환이 중요하다. 기존에는 두 대의 유도전동기를 구동하기 위해서 두 대의 독립적인 인버터를 사용하였다. 이 경우 제어를 위해서 두 개의 제어기가 필요하고 이 둘 사이에 위치제어와 같은 상호관련성이 있을 경우 별도의 제어기를 필요로 하는 것이 보통이다.

본 논문에서는 CAN을 이용한 네트워크 구축을 통해 한 개의 제어기만을 사용해 두 대의 전동기를 제어 할 수 있는 기법을 제안하여 시스템의 경제성과 효율을 증대시키고자 한다.

오늘날 제어시스템은 실시간 네트워크의 필요성이 날로 증가하고 있다. 그 결과 1980년대 중반부터 Profibus, Interbus-S, P-Net, LON, FIP등과 같은 필드버스와 센서/액츄에이터 프로토콜들이 개발

되어 상용화되기 시작하였다.

이 가운데 CAN(Controller Area Network)은 가장 많이 사용되고 있는 프로토콜의 하나로서 초기에는 자동차내의 각종 계측장비들간 직렬통신을 제공하기 위해서 개발되었다. 지난 수년간 차량내의 열악한 환경에서 안정적으로 동작되어 신뢰도가 검증되었고 오늘날 제어용 네트워크에도 적용되고 있다.

본 논문에서 제안한 복수전동기 제어 알고리즘에서는 각각의 전동기를 제어하기 위해 기존의 벡터 제어알고리즘을 채택하였으며 복수전동기의 동기제어를 위해 필요한 각각의 전동기의 속도 정보와 각각의 전력회로 구동용 게이트 신호들을 CAN을 이용한 네트워크를 사용해 전송함으로써 하나의 프로세서에 의한 제어가 가능하도록 했다.

2. 제어 시스템

본 논문에서 사용된 복수전동기 제어시스템은 그림 1과 같다.

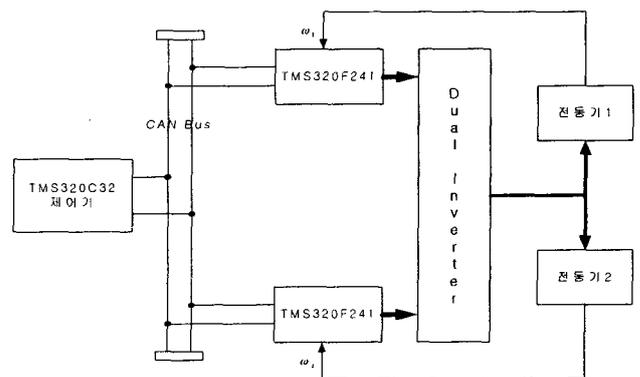


그림 1 네트워크 시스템 구조

그림 1에서 단일제어기와 복수전동기를 구동하기 위한 각각의 인버터 모듈과 제어기 사이에 실시간 정보교환을 위해서 CAN네트워크를 사용하였다. 단일 제어기는 TI사의 DSP TMS320C32로 필립스사의 CAN 컨트롤러 SJA1000를 사용하여 구현하였으며 복수전동기를 구동하기 위한 데이터를 전송받고 속도정보를 제어기에 전송하기 위한 CAN모듈은 TMS320F241을 사용하였다.

2.1 CAN 네트워크

전동기의 속도정보 입력 및 전력회로를 구동하기 위한 게이트 신호를 전송하기 위해 CAN 컨트롤러가 사용되었다. CAN 프로토콜은 2.0A와 발전된 2.0B가 있으며 식별자 필드는 기본모드(Standard)와 확장모드(Extended)가 있다. 본 논문에서 사용한 SJA100T CAN컨트롤러와 TMS320F241 CAN모듈은 2.0B로 프로토콜이 같고 기본모드 식별자 11bits를 지원하며 한번에 최대 8Bytes를 전송할 수 있다. 본 논문에서는 실시간 상호 정보교환이 중요하므로 기본모드 식별자 필드를 사용하고 데이터 길이는 2Bytes를 사용하였으며 상호 BitTiming을 조절하여서 최대 속도를 2Mbit/s로 설정하여 CAN통신의 전송속도로 인한 시간지연을 최소화하였다.

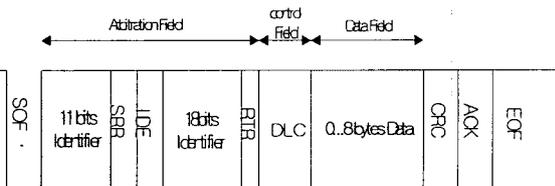


그림 2 CAN 데이터 프레임

2.2 속도제어 알고리즘

본 연구에서는 간접벡터제어방식을 이용해 각각의 전동기를 제어하고자 한다. 네트워크를 통해 2대의 전동기로부터 속도 정보(ω_1, ω_2)를 입력받아 속도지령치(ω^*_r)와 비교하여 보상된 속도지령치(ω^*_r)를 만든다. 동기화를 하기 위한 두 속도정보를 식 (3)과 같이 표현되며 이것이 단일 제어기의 측정속도로 연산이 된다.

$$\omega_{comp} = |\omega_1 - \omega_2| \quad (5)$$

$$\omega^*_r = \omega^*_r - \omega_{comp} \quad (6)$$

$$\omega_r = \frac{1}{2}(\omega_1 + \omega_2) \quad (7)$$

자속각 θ_e 는 다음과 같이 표현된다.

$$\theta_e = \int (\omega_{sl} + \omega_r) \quad (4)$$

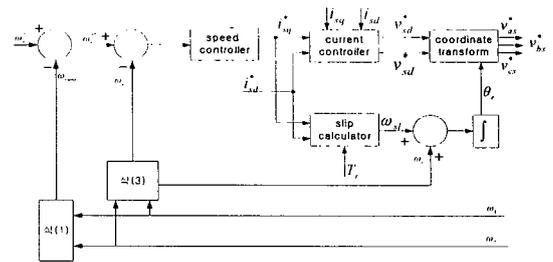


그림 3 속도보상에 의한 간접벡터제어방식

그림 3에서 복수 전동기에 대한 벡터제어 알고리즘은 부동 소수점 연산이 가능한 한 개의 DSP TMS320C32를 통해 구현했다.

3. 시뮬레이션

제안된 복수전동기 속도제어 알고리즘의 타당성을 알아보기 위해 컴퓨터 시뮬레이션을 행했다. 복수 전동기는 농형 유도전동기로 동일한 특성과 전동기 상수를 가지고 있다고 가정하였으며 제어알고리즘의 블록도는 그림 4와 같다. 표 1은 시뮬레이션에 사용된 농형 유도전동기 상수를 나타내고 있다.

표 1 유도전동기 상수

R_s	0.921 Ω	L_m	65 mH
R_r	0.583 Ω	J	0.0412
L_{ls}	2.1 mH	B	0.0046
L_{lr}	2.1 mH	Pole	4

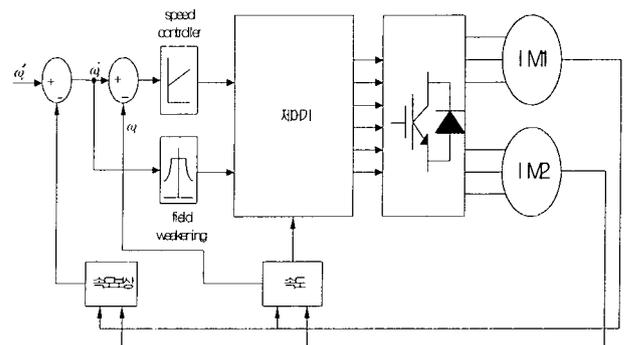


그림 4 시뮬레이션 개요도

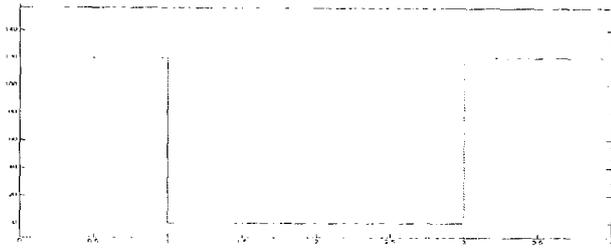


그림 5 지령속도

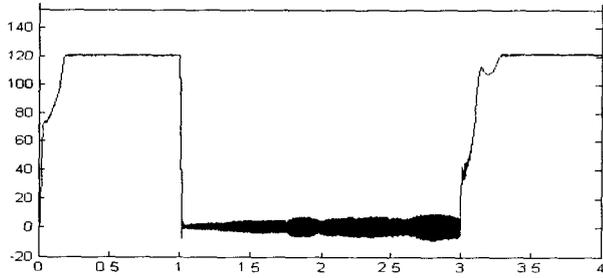


그림 6 전동기1 속도

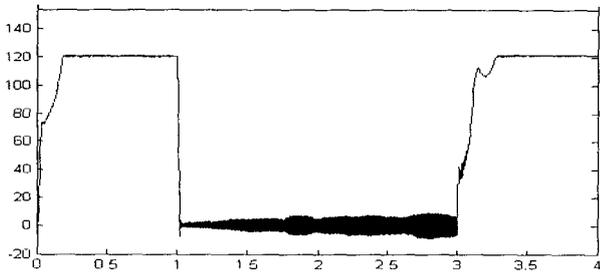


그림 7 전동기2 속도

그림 5는 계단함수 형태로 인가된 속도 지령치 파형이며 그림 6, 7은 속도지령치에 대한 각각의 전동기의 속도응답 파형을 보여주고 있다.

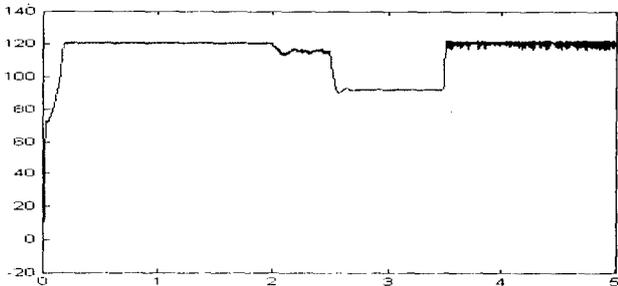


그림 8 순시토크 인가시 전동기1 속도

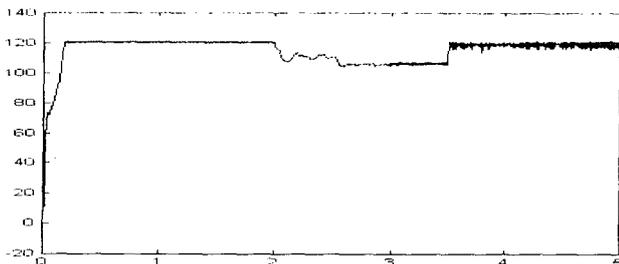


그림 9 순시토크 인가시 전동기2 속도

그림 8과 9는 속도지령치를 120rad/s으로 인가하고 전동기2에 1초 동안 순시토크 50%부하를 인가한 후 전동기1에 다시 1초 동안 순시토크 80%부하를 인가했을 때 전동기1과 전동기2의 속도 파형을 나타낸 것이다.

5. 실 험

시스템구성을 위해서 사용된 각 부분별 소자는 다 다음과 같다.

단일제어기 : TMS320C32
 Gate 모듈 : TMS320F241
 CAN Controller : SJA 1000T
 Transceiver : PCA82C250

표 2 시스템 제원 및 변수값

CAN 프로토콜	2.0B
데이터 전송속도	2 Mbps
Gate 메시지 길이	6 Bytes
속도정보 메시지 길이	2 Bytes
Gate 주기	2 us
속도 주기	2 ms

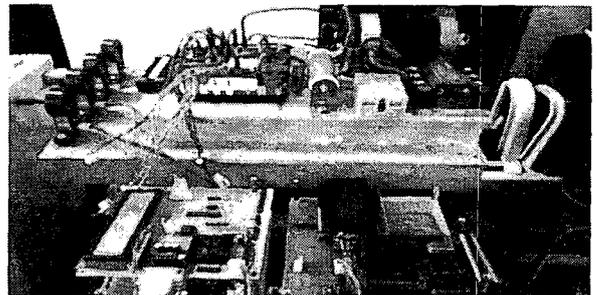


그림 10 시스템 하드웨어

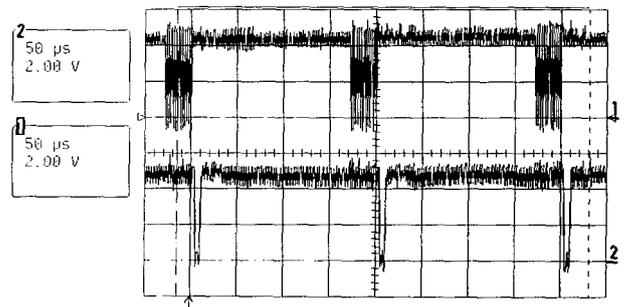


그림 11 CAN 네트워크의 트래픽 및 인터럽트

참 고 문 헌

- [1] Peter Vas "Vector Control of AC Machine", Oxford University Press, 1998
- [2] Jack Daming Ma, Bin Wu, Navid R. Zargari, and Steven C. Rizzo "A Space Vector Modulated CSI-based AC Drive for Multimotor Application", IEEE Trans. pp800-806, 2001
- [3] Hong-Hee Lee, Ui-Heun Jung, "A Study on Speed Synchronization for Multimotor using Controller Area Network", pp234-239, 2000
- [4] Texas Instrumentation, "Digital Signal Processing Solution for AC Induction Motor Application Note", BPRA043, 1996
- [5] Texas Instrumentation, "Understanding the CAN Controller on the TMS320F24X DSP Controller", Application Report, SPRA500, 1998
- [6] Phillips, "SJA1000 Stand-alone CAN Controller", Phillips Semiconductor, 1997 Nov

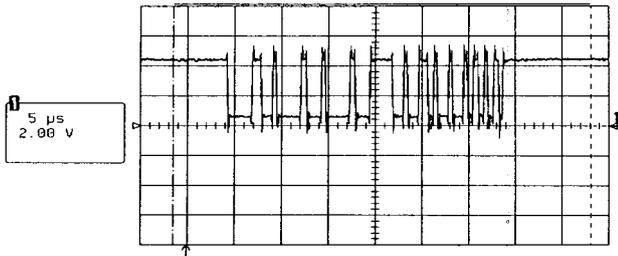


그림 12 데이터 파형

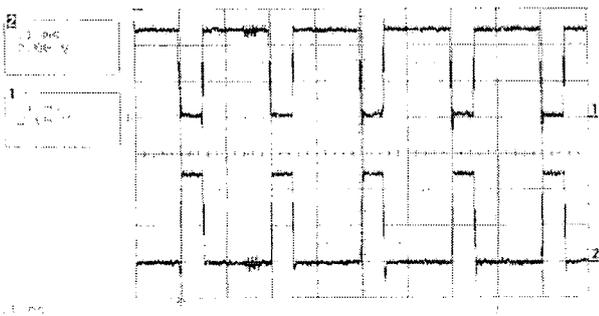


그림 13 Gate 모듈의 PWM파형

그림 10은 실험에 사용된 제어장치의 외형도이다. 그림 11의 상위 파형은 200us간격으로 전송되는 게이트이며 DSP 241로 전달되어 IGBT를 구동을 위해서 사용된다.

하위 파형은 게이트 신호가 전송될 때마다 걸리는 인터럽트 신호를 보여주고 있다. 그림 12는 그림 11에서 나타난 파형 중 200us마다 전송된 데이터 파형을 확대한 것이다. 그림 13은 그림 12와 같은 형태로 전송된 게이트 신호에 의해서 IGBT에 인가되는 실제 PWM 파형을 보여주고 있다.

6. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 CAN을 이용한 네트워크를 구축하여 하나의 프로세서만을 사용해 복수전동기의 구동시스템을 구현했다. 속도제어주기는 200us로 기존의 제어특성을 저하시키지 않고 두 대의 전동기를 제어 할 수 있음을 시뮬레이션과 실험을 통해 타당성을 검증해 보였다. 향후 구축된 시스템을 바탕으로 제어성능을 향상시킬 수 있는 알고리즘의 개발과 특성시험을 행하여 완전한 복수 전동기제어 시스템을 구축하고자 한다.

이 논문은 한국전력공사의 연구비 지원에 의하여 기초전력공학공동연구소의 주관으로 연구되었음