

# 네트워크를 이용한 다수 전동기 제어 기법의 개발

전태원, 최명규

울산대학교 전기전자 및 자동화공학부

## Development of Multimotor Control Strategy with Network

Tae-Won Chun, Meong-Kyu Choi

School of Electrical Engineering and Automation, University of Ulsan

### ABSTRACT

This paper describes the method to control the multimotor drive system with network. The LonWorks network, which is a leading industrial control network, is applied to the yard crane position control system driven by three motors. The host computer is able to control and monitor three motor drive systems in a yard crane through network. The performance of proposed method is verified on experiments with the simulator of yard crane.

### 1. 서론

최근에 자동화 시스템에서는 컴퓨터를 이용하여 분산된 공정을 자동화하고 이들을 수직, 수평적으로 통합하여 전체 공정을 일관되게 관리함으로써 생산성을 향상시키고, 비용을 절감시키는 동시에 자동화 공정의 설계, 구축 및 유지관리에 유연성과 신뢰도를 극대화시키는 효과를 거두고 있다. 그리하여 모든 공정의 통합화를 추구하는 분산제어 및 자동화시스템에서는 네트워크기술은 가장 핵심이 되는 기술로 부각되고 있다.<sup>[1,2,3]</sup> 이 네트워크 기술이 발달함에 따라 공정 제어 시스템이 거대화되고 있으며, 이 경우 상호 연관성을 가지는 여러 개의 액추에이터를 동시에 제어할 필요성이 요구된다.

따라서 전동기 구동시스템도 기존의 1개의 전동기를 단독으로 제어하는 고립적인 구성에서 벗어나, 서로 연관성이 있는 전동기 구동시스템을 모두 네트워크로 연결하여 총괄 제어하는 시스템을 구축하는 것이 세계적인 추세이다. 이와 같이 네트워크로 여러 전동기를 종합적으로 제어함으로써 각 전동기의 운전 효율을 향상시킬 수 있다. 또한 호스트 컴퓨터에서 각 전동기의 동작 상태를 모니터링 할 수 있으므로 고장진단을 신속히 이루어질 수 있어, 신뢰성을 향상시키면서 유지 보수비용도

절감할 수 있다.

본 논문에서는 크레인 중 야드 크레인의 위치제어용으로 사용되는 3개의 전동기 구동 시스템을 LonWorks 네트워크로 연결하여 호스트 컴퓨터에서 이 전동기들의 운전 상태를 모니터링하면서 총괄 제어하는 시스템을 구축한다. 또한 시뮬레이터용으로 제작한 야드 크레인으로 실험을 수행하여, 네트워크를 이용한 3개 전동기의 위치제어 특성을 보인다.

### 2. 네트워크 구성

야드 크레인은 부두의 컨테이너 야적장에서 컨테이너를 트레일러에 적재하거나, 트레일러의 컨테이너를 야적장으로 이동시키는 크레인이다. 이 야드 크레인에는 크레인을 이동시키기 위한 좌우 1개씩의 갠츨리 (Gantry) 구동전동기, 크레인 위에서 컨테이너를 이동시키는 트롤리 (Trolley) 구동전동기, 컨테이너를 적재 또는 하역하는 호이스트 (Hoist) 구동 전동기 등이 있다.

본 연구에서는 2개의 갠츨리 구동전동기와 1개의 트롤리 구동 전동기 등 3개의 전동기 구동 시스템에 호스트 컴퓨터를 네트워크로 연결하여 4개의 노드로 네트워크를 구성하며, 그림 1은 네트워크 구성도이다.

본 논문에서는 제어용 네트워크 중 빌딩 자동화 시스템, 산업 자동화, 교통 및 철도차량 분야의 통신망으로 많이 사용되고 있는 Echelon사에서 개발한 LonWorks 네트워크를 사용하며, 이 LonWorks는 다음과 같이 3가지로 구성된다.<sup>[4,5]</sup>

- 뉴런칩 (Neuron chip)
- 트랜스시버 (Transceiver)
- 통신 프로토콜 (Lontalk)

뉴런칩은 통신이나 제어를 효율적으로 수행하기 위하여 기능을 하드웨어화, 펌웨어화하여 VLSI에 탑재한 것이다. 이 뉴런칩은 통신뿐만 아니라 제어기능까지 포함되어 있으나 전동기 제어하기에는 기능이 부족하여 전동기

위치제어용으로는 16비트 마이크로 제어를 사용하고, 뉴런칩은 순수 통신용으로만 사용한다. 이 뉴런칩은 모토롤라사의 MC143150을 사용하였다.

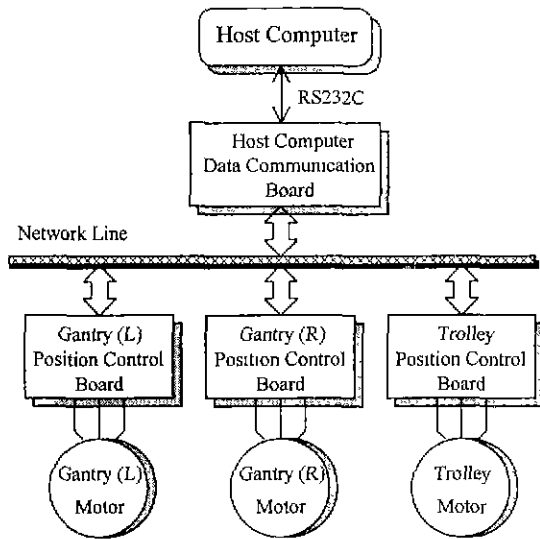


그림 1. 네트워크 구성도

트랜스시버는 네트워크와 노드간의 기계적이고 전기적인 매체 인터페이스를 제공하는 것이다. 이 LonWorks에서 지원하는 트랜스시버는 전력선 트랜스시버, RF 트랜스시버, 쌍꼬임선 트랜스시버 (Twisted pair transceiver) 등이 있으며, 본 논문에서는 네트워크 접속을 위하여 78 Kbps의 전송속도를 가진 Echelon사의 FTT-10A 트랜스시버를 사용하였으며, 네트워크 매체는 쌍꼬임선 (Twisted pair line)을 사용하였다.

Lontalk 프로토콜은 반도체 칩에 내장된 펌웨어와 하드웨어를 사용하여 OSI 모델의 7개 계층을 모두 적용할 수 있는 통신 프로토콜이다.

### 3. 크레인의 위치제어 및 데이터 통신

야드 크레인에서 컨테이너를 원하는 위치로 이동시키기 위하여 좌측 및 우측 측 2개의 갠트리 위치제어 및 크레인 위에서 컨테이너를 이동시키기 위한 트롤리 위치제어가 필요하다. 따라서 갠트리 및 트롤리의 위치제어를 위하여, 먼저 갠트리 및 트롤리의 바퀴에 직결된 전동기의 엔코더 출력 펄스를 카운팅하여 절대위치를 측정한다. 그런데 바퀴의 슬립, 위치계산 시 오차 등이 존재하므로, 이 엔코더 출력펄스를 카운팅한 값으로 계산된 위치 값에는 오차가 발생되며, 이 오차는 시간이 지남에 따라 계속 누적된다는 심각한 문제점이 있다. 이 문제를 해결하기 위하여 갠트리 및 트롤리의 이동 경로에 몇 개의 적외선 센서를 설치하고, 갠트리 또는 트롤리가 이 적외선 센서를 통과할 때마다 엔코더 출력펄스로 계산된 위치

값을 보정하는 방식을 사용하였다.

네트워크로 갠트리와 트롤리의 위치제어를 위하여 호스트 컴퓨터와 통신하는 데이터는 그림 2와 같다.

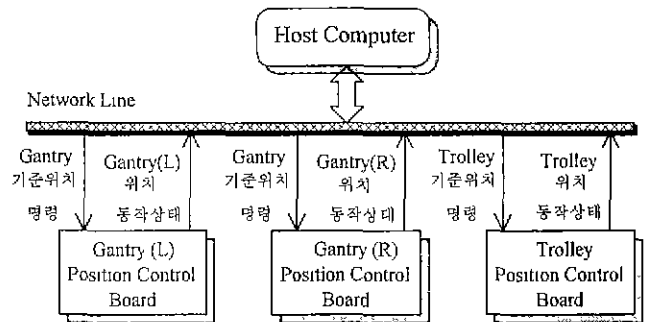


그림 2. 각 노드별 통신 데이터

호스트 컴퓨터에서는 갠트리 및 트롤리의 기준위치 값과 3개 전동기 구동시스템의 정지/시작 제어 명령을 전송한다. 여기서 좌우 갠트리가 같은 위치로 제어되어야 하므로 갠트리의 기준 위치값은 2개의 갠트리 제어보드에 같이 전송된다. 한편 3개의 전동기 제어보드에서 측정된 실제 위치 값 및 각 전동기 동작상태 정보는 통신용 보드를 거쳐 RS232C 직렬통신으로 호스트 컴퓨터로 전송한다. 이 동작상태 정보는 시작/정지 상태, 정상/고장 상태, 실제위치가 기준위치에 도달하였는지/도달하는 과정인지 판단, 갠트리 또는 트롤리가 통과한 적외선 LED 번호 등이 포함되어 있다. 각 기준위치 및 실제위치 값은 2바이트, 제어명령 및 동작 상태는 1바이트 크기의 데이터로 구성된다.

네트워크로 받은 데이터를 RS232 직렬통신을 통하여 호스트 컴퓨터로 전송하는 데이터 프로토콜은 그림 3과 같다. 2개의 갠트리 위치 값과 트롤리 위치 값 및 3개의 전동기 상태 값이 차례로 전송되며, 시작 문자는 '#' 이고 마지막 문자는 'CR'이다.

#	Gantry (L) Position	Gantry (R) Position	Trolley Position
	[2 Bytes]	[2 Bytes]	[2 Bytes]

Gantry (L) Status	Gantry (R) Status	Trolley Status	<CR>
-------------------	-------------------	----------------	------

그림 3. 호스트컴퓨터로 전송되는 데이터 프로토콜

그림 4는 호스트 컴퓨터에서 네트워크로 각 전동기 제어보드로 전송하는 데이터 프로토콜이다. 각 전동기의 시작/정지 제어명령, 갠트리 및 트롤리의 기준위치 값으로 구성되며, 시작과 마지막 문자는 위의 프로토콜과 동일하다.

#	Command	Gantry 기준위치	Trolley 기준 위치	<CR>
		[2 Bytes]	[2 Bytes]	

그림 4. 호스트컴퓨터에서 전송하는 데이터 프로토콜

## 4. 실험장치 및 실험결과

### 4.1 야드 크레인의 시뮬레이터

네트워크로 야드 크레인 위치 제어 시스템에 대한 실험을 수행하기 위하여 실제 크기의 약 1/10 축소한 시뮬레이터를 제작하여 사용하였다.

그림 5는 야드 크레인 시뮬레이터 사진이다.

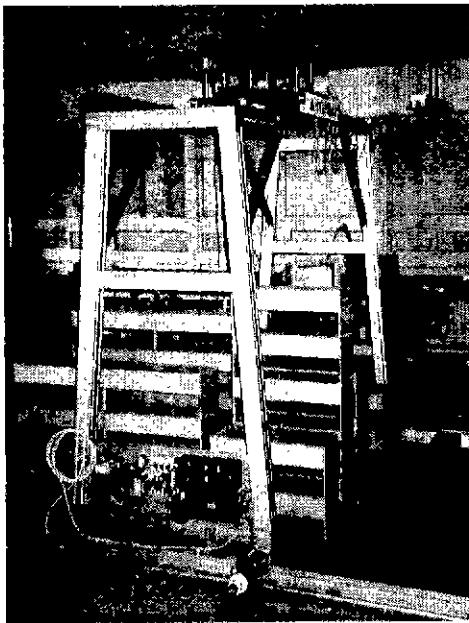


그림 5. 야드 크레인 시뮬레이터 사진

겐추리 방식은 레일 위에서 이동하는 RMG (Rail Mounted Gantry) 방식을 사용하였으며, 레일 길이가 5 m 이다. 90:1 기어에 40W용량의 직류 서보전동기로 겐추리 및 트롤리를 구동하였으며, 이 전동기의 위치 제어 및 절대위치 측정을 위하여 16비트 마이크로제어기 80C196KC를 사용하였다.

### 4.2 호스트 컴퓨터 프로그램

호스트 컴퓨터에서는 겐추리 및 트롤리에서 전송받은 각 정보로 겐추리 및 트롤리의 위치 즉 크레인의 위치와 각 전동기 구동시스템의 동작상태를 나타내며, 또한 겐추리 및 트롤리 기준 위치 값 및 정지/시작 등 제어 명령을 하달한다.

그림 6은 크레인의 위치 (100 mm, 100 mm) (트롤리의 위치, 겐추리의 위치) 에서 (1000 mm, 2500 mm)로 이동하는 과정에서 호스트 컴퓨터의 창을 보인 것이다.

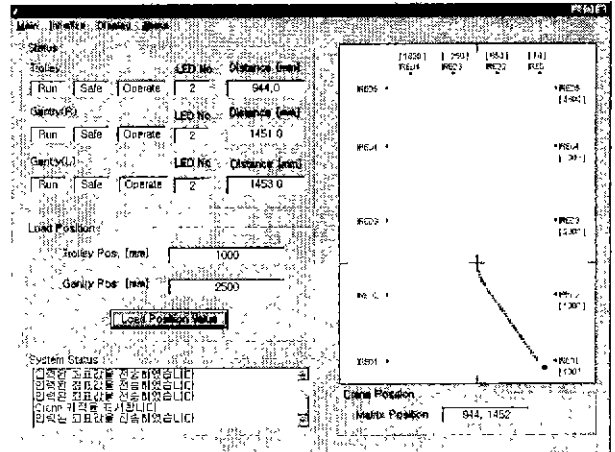


그림 6. 크레인이 이동 과정에서 호스트컴퓨터 창

먼저 Status창은 각 구동시스템의 상태 즉 시작/정지, 정상/고장, 현재 위치가 기준위치에 도달완료/도달과정 등과 겐추리 또는 트롤리가 통과한 적외선 LED 번호를 표시하고, 현재 위치를 [mm]단위로 나타낸다. Load position창에서는 겐추리 및 트롤리의 기준 위치 값을 mm단위로 입력시키며, System status창은 입력된 명령을 표시한 창이다.

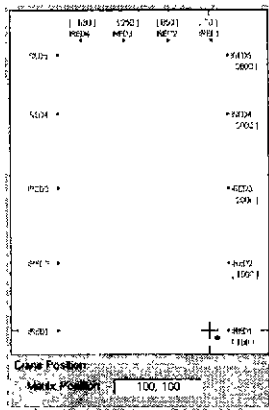
오른쪽 창은 현재 크레인의 위치 및 이동경로 등을 표시한 창으로, 가로방향은 트롤리 이동 방향이며, 세로방향은 겐추리 이동방향이다. 가로방향으로는 트롤리의 위치 보정을 위한 4개 적외선 LED가 설치되어 있으며, 세로방향으로는 5개 적외선 LED가 설치되어 있다. 여기에 각 적외선 LED에 설치된 위치와 일련 번호가 표시되어 있다. 십자표는 현재 크레인의 위치를 나타낸 것이고, 크레인이 이동한 경로도 표시할 수 있다. 오른쪽 아래에 있는 Crane position창은 현재 크레인의 위치를 [mm]단위로 표시한 창이다.

이 프로그램은 visual C++로 작성하였다.

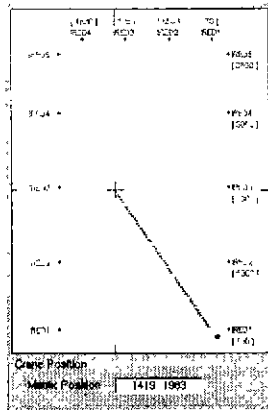
### 4.3 실험결과

그림 7은 크레인이 (100,100)위치에서 목표지점인 (1800, 3500)까지 이동할 때의 실험결과이다. 그림 7의 (a)는 크레인이 (100,100) 위치에 정지하고 있을 때이며, (b)는 목표지점까지 이동하는 과정, (c)는 목표지점 (1800,3500)에 도달하였을 때, 호스트 컴퓨터의 윈도우 화면이다.

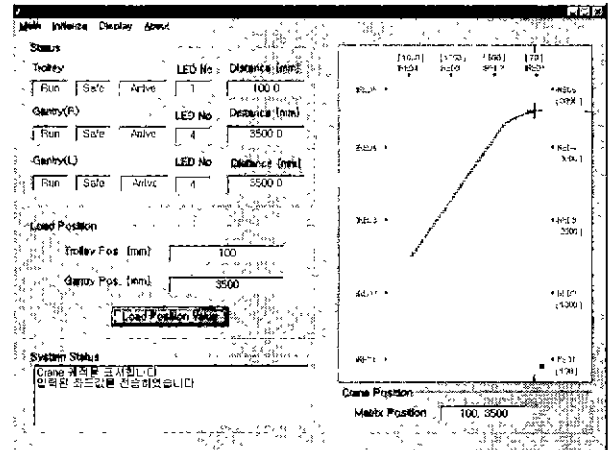
그림 8은 크레인이 (1800,1500)위치에서 목표지점 (100, 3500)까지 이동할 때의 실험결과이다. 그림 8의 (a)는 크레인이 (1800,1500) 위치에서 정지하고 있을 때이며, (b)는 목표지점까지 이동하는 과정, (c)는 목표지점에 도달하였을 때, 호스트 컴퓨터의 윈도우 화면이다.



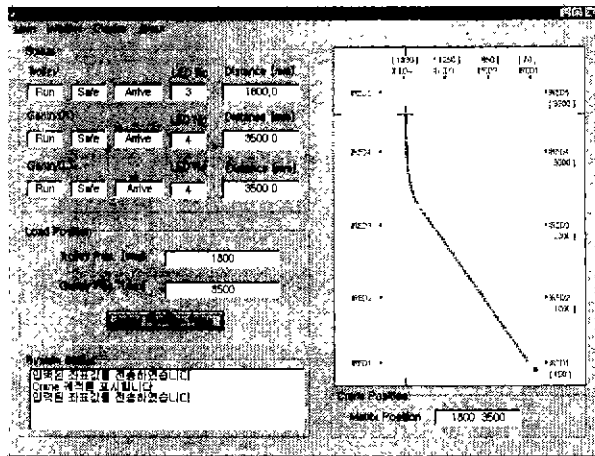
(a) 크레인 정지상태



(b) 크레인의 이동과정

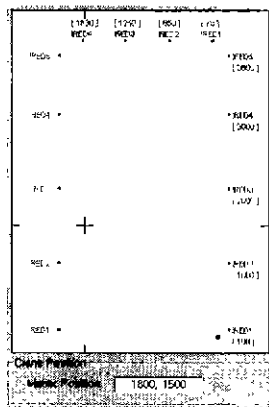


(c) 크레인이 목표지점 도달

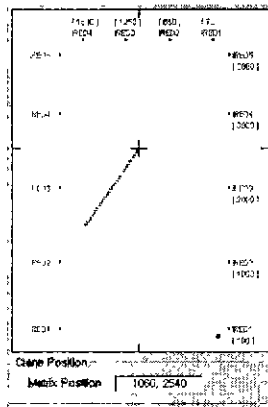


(c) 크레인이 목표지점 도달

그림 7. 크레인이 (100,100)에서 (1800,3500)로 이동하는 과정



(a) 크레인 정지상태



(b) 크레인의 이동과정

두 실험결과를 보면 갠추리와 트롤리가 정확하게 목표지점까지 위치제어가 되는 것을 알 수 있다.

그림 8. 크레인이 (180,1500)에서 (100,3500)로 이동하는 과정

## 5. 결론

LonWorks 네트워크를 사용하여 야드 크레인의 3개 구동용 전동기의 위치제어 시스템을 개발하였다. 호스트 컴퓨터에서 3개의 전동기 구동시스템 동작상태와 크레인의 현재위치 및 이동경로 등을 계속 모니터링 함으로써 고장 또는 오 동작 등을 쉽게 찾을 수 있으므로 유지 보수가 신속하게 이루어질 수 있다. 또한 동일한 위치 및 속도로 제어하여야 하는 2개의 갠추리 구동용 전동기와 트롤리 구동용 전동기 모두 우수한 위치제어 특성을 나타내었다. 향후, 전동기뿐만 아니라 전력변환기까지 포함한 전체 전동기 구동시스템을 원격으로 고장진단 및 제어하는 시스템을 개발하고자 한다.

## 참고문헌

- [1] 박홍성, 권옥현, "산업용 네트워크와 그 응용", ICASE Magazine, 제2권, 제4호, Jule, 1996, pp.4-18.
- [2] Pradip Madan, "Overview of Control Networking technology", LonWorks Engineering Bulletins.
- [3] 홍승호 외 3인, "분산제어 및 자동화 시스템과 필드 버스", ICASE Magazine, 제2권, 제4호, Jule, 1996, pp.19-29
- [4] Motorola, *LonWorks Technology Device Data, Rev.2*, 1996.
- [5] Echolen, *Neuron C Programmer's Guide*, 1996.