

CAN 프로토콜을 이용한 네트워크 기반 제어 시스템의 구조 분석

An Analysis of Network-Based Control System Using CAN(Controller Area Network) Protocol

°전 중만 *, 김 대원 **, 김 홍석 ***, 조 영조 ****

*명지대학교 정보제어공학과(Tel: 81-031-330-6472; Fax: 81-031-330-6226; E-mail: manytto@wh.myongji.ac.kr

**명지대학교 정보제어공학과(Tel: 81-031-330-6472; Fax: 81-031-330-6226; E-mail: dwkim@wh.myongji.ac.kr

***한국생산기술연구원(KITECH)

****한국과학기술원(KIST)

Abstract : In the previous work, we dealt with a traffic analysis of network-based control system and its architecture using the CAN protocol. It is difficult to determine an optimal network architecture for a specific system. In this paper, we propose the architecture of network-based control system applicable to a specific AGV system with manipulator arms. We define the fixed number of periodic messages to be occurred in this system. In the proposed system architecture, we analyse its traffic for the real-time communication of all messages, determine the optimal sampling period of an analog sensor to be satisfied with the required specification and the number of possible sensors to be added through simulation.

Keywords : network-based control system, CAN protocol, real-time communication, message, sampling period.

I. 서 론

네트워크 기반 제어 시스템(network-based control system)이란 분산 제어 시스템(distributed control system)에서 폐환 제어 루프(feedback control loop)가 일반적인 통신 채널을 기반으로 연결된 제어 시스템이다. 통신 채널은 제어기와 센서 그리고 제어기와 구동기(actuator) 사이의 디지털 데이터를 제어 루프에 따라 분할되어 사용된다. 네트워크를 구성하는 시스템은 컴퓨터, 센서, 그리고 구동기로 구성되며, 구성 요소사이의 제어할 위한 통신은 실시간(real time)으로 수행된다. 네트워크 기반 제어 시스템은 실시간 다중 제어와 정보의 표시 등과 같은 시스템 구성 요소간의 상호 기능을 효율적으로 수행해야 한다. 이러한 네트워크 기반 제어 시스템은 항공기, 자동차, 그리고 자동 생산 장비와 같이 복잡하고 동적(dynamic)인 프로세스(process)의 처리를 요구하는 시스템에 적합하다. 따라서 네트워크를 구성하는 요소에서 발생하는 센서 정보와 제어 신호가 해당 노드까지의 실시간 전송이 요구된다[1]. 또한, 시스템에서 발생하는 메시지의 분포와 전송 시간에 관한 분석은 효율적인 통신 채널의 이용과 제어를 위해 반드시 수행되어야 한다. 메시지의 전송 시간을 분석하기 위해서는 네트워크에서 발생하는(network-induced) 지연 시간과 센서에서 발생하는 샘플링(sampling) 지연시간이 포함되어야 한다.

본 논문에서는 네트워크를 구성하는 노드에서 생성되는 메시지를 발생하는 시간적 특성에 따라 주기적(periodic) 실시간, 비주기적(aperiodic) 실시간 및 비실시간 메시지로 구분되며 다음과 같은 특성을 가지고 있다[3]. 주기적 실시간 메시지는 발생빈도는 다른 메시지에 비해 매우 높고, 메시지의 크기는 작다. 비주기적 실시간 데이터는 발생빈도는 상대적으로 낮으며, 메시지의 크기 또한 작다. 이러한 메시지는 응급(emergency) 상황에 대한 것이므로 제한된 시간내에 반드시 처리되어야 함으로 가장 높은 우선 순위를 갖는다. 비주기적 비실시간 메시지는 프로그램 혹은 데이터 관련 파일을 위한 것이므로 가장 낮은 우선 순위를

가지며 이러한 메시지는 위의 메시지들을 처리하고 남은 시간을 이용하여 전송된다.

본 논문에서는 필드버스의 하위 레벨인 센서 레벨(sensor level)에서 가장 폭넓게 사용되어지고 있는 CAN 프로토콜을 이용하는 네트워크 기반 제어 시스템의 노드에서 발생하는 각각의 메시지의 발생 분포와 전송 시간을 계산함으로써 이러한 메시지의 실시간 보장 여부에 대해서 분석 하고자 한다. 발생 메시지의 최악(worst-case)의 응답시간을 분석함으로써 각종 센서들과 구동기를 포함하는 시스템의 효율적인 제어를 위한 통신 스케줄링 방법을 제안하려고 한다. 이를 위해서 초기 네트워크 기반 제어 시스템에서 발생하는 메시지의 최악의 응답 시간을 계산하고 분석함으로써 최적의 네트워크 기반 제어 시스템의 구조를 결정하고, 그 구조에 따라서 제어 대상의 효율적인 제어를 위해서 실시간 전송을 보장하는 가능한 전송속도를 제한하고 각 통신 노드에 장착된 아날로그 센서의 최적 샘플링 주기를 결정하고, 추가될 수 있는 센서의 수를 결정하고자 한다.

본 논문의 구성은 II장에서는 주기적 실시간 메시지에 대한 지연 시간(delay time)을 정의하고 이를 수학적으로 모델링하며, III장에서는 비주기적 실시간 메시지를 결정론적(deterministic)인 방법과 확률적(probabilistic) 방법을 통해서 수학적 모델링하고 이를 II장에서 정의된 지연 시간에 포함시킨다. IV장에서는 II, III장에서의 수학적 모델링을 이용하여 실제 대상물인 자율주행 로봇(AGV) 시스템에 정의된 각 메시지의 발생 분포와 지연 시간을 계산하고, 메시지의 발생부터 전달까지의 응답시간을 계산함으로써 실시간성의 보장 여부를 분석한다. 끝으로 V장에서는 결론 및 추후 연구 사항에 대해 기술한다.

II. 주기적 실시간 메시지의 수학적 모델링

각종 장비에서 생성된 메시지의 지연 시간은 발생(generation) 지연 시간, 대기행렬(queueing) 지연 시간, 전송(transmission) 지연 시간 그리고 전달(delivery) 지연 시간으로 구분된다. 이에