영상처리와 CAN 통신을 이용한 지능형 수평자세제어에 관한 연구

김관형* · 권오현* · 신동석* · 김완식* · 오암석** · 변기식***
*동명대학교 컴퓨터공학과
**동명대학교 미디어공학과
***부경대학교 제어계측공학과

The Study on Intelligent Horizontal Position Control using Image Processing and CAN Communication

Gwan-Hyung Kim* · Oh-Hyun Kwon* · Dong-Suk Sin*
Wan-Sik Kim* · Am-Suk Oh* · Gi-Sik Byun*
*Dept. of Computer Engineering, Tongmyong Univ.
**Dept. of Media Engineering, Tongmyong Univ.
***Dept. of Control & Instrumentation, Pukyung National Univ.
E-mail : taichiboy1@gmail.com

요 약

수평자세제어에 대한 활용은 다양한 진동이 발생하는 환경에서 정확한 수평제어를 필요로 하는 모든 분야에 활용할 수 있다. 이러한 수평제어에 대한 문제는 다수의 액추에이터(Actuator)를 어떠한 방법으로 제어하는가에 따라 그 성능이 달라지며, 발생한 외란에 대하여 어떠한 방법으로 외란을 계측하고 특성을 분석하는 것이 무엇보다 중요하다. 이러한 비선형성이 강한 수평자세제어에 대하여 인공지능기법인 신경회로망의 학습기능을 활용하여 그 수평자세 제어에 대한 성능을 연구하고 있는 추세에 있다.

본 논문에서는 고속이며 신뢰성을 보장하고 있는 CAN 통신방식을 활용하여 3개의 리니어 액추에이터(Linear Actuator)를 동시에 제어하도록 하고, 플랜트의 기울어진 상태는 자이로센서를 활용하여 플랜트의 상태를 지능적으로 판단하게 하였다. 또한 플랜트에 발행하는 왜란은 수평자세제어를 위한 플랜트 위에 볼(ball)을 놓아 비선형적인 왜란이 발생하도록 하였다. 이러한 왜란에 대하여 영상처리 기법을 활용하여 지능적으로 제어하도록 하여 CAN 통신의 활용성과 영상처리시스템(Image Processing System)의 활용성 및 지능제어의 활용성을 제시하고자 한다.

키워드
영상처리, CAN통신, 액추에이터, 수평제어

Ⅰ. 서 론

산업이 발전함에 따라 항공기나 로봇 등의 연구 개발이 지속적으로 이루어짐에 따라 제어 대상이 더욱 복잡해지고 보다 정교한 제어기법을 필요로 하고 있다. 뿐만 아니라 제어기법 또한 보다 강인성과 적응성을 가지는 제어기 설계기법에 관한 연구가 지속적으로 이루어지고 있다.

수평자세제어에 대한 활용은 미지의 왜란이 존재할 수 있는 환경에서 플랜트의 정확한 수평제어를 필요로 하는 모든 분야에 활용할 수 있다. 그러나 수평제어에 대한 문제는 다수의 액추에이터를 어떠한 기구학적 구조와 어떠한 제어방법으로 제어하는가에 따라 그 성능이 달라진다. 뿐만 아니라 발생하는 왜란에 대하여 어떠한 방법으로 왜란을 계측하고 분석하는 가에 따라 제어기의 성능 또한 현저하게 달라진다.

본 논문에서는 여러개의 프로세스를 하나의 통신망으로 묶을 수 있는 고속의 CAN통신 기술을 활용하여 수평제어를 위한 3개의 리니어 액추에이터를 제어하도록 하여 수평플랜트의 상태

를 보정하도록 하였다. 또한 임의의 왜란에 의해 발행한 왜란은 플랜트 위에 놓인 볼(Ball)을 이용하여 비선형적인 왜란이 발생하도록 하였다.

수평플랜트의 상태에 해당하는 자이로센서의 변위를 통한 수평플랜트의 상태를 모니터링하고, 수평플랜트 위의 볼에 발생한 왜란에 대하여 영상처리 알고리즘을 통하여 왜란에 대한 특성을 분석한 뒤 분석된 정보를 바탕으로 지능제어알고리즘을 적용하여 제어량을 결정하도록 하였다. 제어량에 대한 전송은 CAN 통신을 기반으로 시스템을 구성하여 영상처리와 CAN 통신을 이용한 플랜트 제어에 대한 활용 가능성을 제시하고자 한다.

II. 시스템 구성

본 논문에 적용하고자 하는 전체시스템의 구조를 그림 1에 제시하였다.

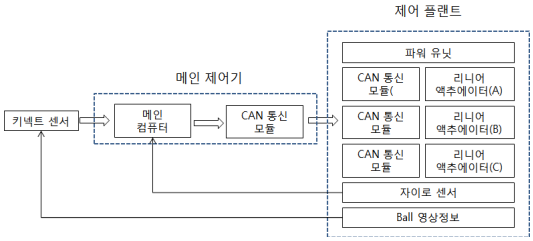

그림 1. 시스템 구성도

왜란에 대한 정보를 분석하기 위한 영상처리 시스템은 수평플랜트 위의 놓인 볼의 위치를 파악하기 위하여 키넥트(Kinect)를 이용하여 볼에 대한 위치를 실시간으로 파악하도록 하였으며, 영상 분석에 사용된 라이브러리는 OpenCV, Kinnect SDK를 이용하여 볼에 발생한 왜란을 계측하도록 하였다.

사용된 메인 제이기는 PC 기반으로 제어기를 설계하였으며 제어기로 사용한 제어알고리즘은 신경회로망(Neural Network)의 학습기능을 이용하여 발생한 왜란을 제거하도록 설계하였다.

메인 컴퓨터와 제어 플랜트와의 제어량 통신은 PC의 시리얼통신을 거쳐 마스트(mast) CAN 통신 모듈로부터 3개의 슬레이브(slave) CAN 통신 모듈로 전송하여 리니어 액추에이터를 제어하도록 시스템을 구성하였다.

또한 발생한 왜란을 키넥트센서를 통하여 왜란을 계측하고 계측된 왜란을 PC로 궤환(feedback)하여 폐루프제어시스템(closed-loop control system)를 형성하도록 전체 시스템을 구성하였다.

III. 시스템 구현 및 테스트

3.1 신경회로망의 구성

본 논문에 사용한 신경회로망은 일반적인 신경회로망 학습방법인 오류역전파학습(error back propagation learning) 알고리즘을 사용하여 학습하였다. 제어기 설계를 위한 구조를 그림 2로 표현하였다.

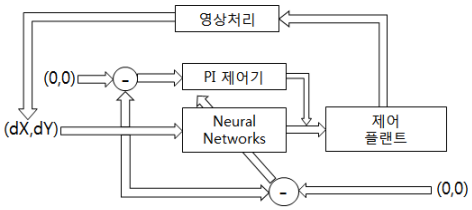

그림 2. 시스템 구성도

영상처리를 통하여 계측한 오차와 PI 제어기를 통하여 플랜트를 제어할 때 신경회로망은 PI 제어기의 제어 기능과 PI 제어기가 감당한지 못하는 비선형적인 요소까지 학습하여 성능을 개선하도록 신경회로망이 학습을 진행하면서 플랜트를 제어해 나가도록 시스템을 운용된다.

3.2 CAN 시스템 구성

CAN통신은 자동차 내부통신망 구축을 위해 개발되었지만 다양한 산업분야에 활용되고 있는 필드버스 방식의 하나이다. CAN통신을 지원하는 모듈은 ATMEL(사)의 AT90CAN128를 활용하여 CAN통신을 지원하는 각각의 기기에 분산제어가 이루어지도록 설계하였다.

본 논문의 실험에 사용한 AT90CAN128 메인 CPU와 PC와 통신을 위한 RS-232 모듈 및 CAN 통신을 지원하는 MCP2551 칩을 사용하여 CAN 통신망을 하드웨어 적으로 구성하였다.

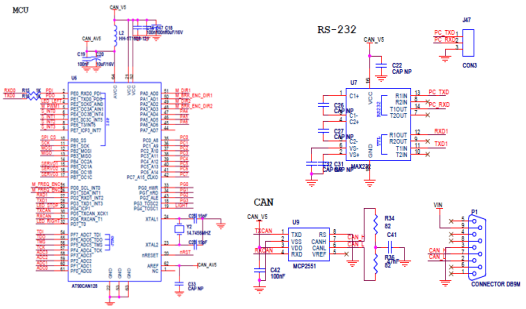

그림 3. 시스템 구성도

송신 노드(node)에서 x, y 축 상의 편차에 대한 2바이트 데이터를 MOb 구조체에 해당하는 8바이트를 통하여 CAN 네트워크 버스로 송신하

고 수신되는 노드에서는 송신 노드의 식별자(ID)와 수신된 데이터를 분석하여 리니어 액추에이터를 제어하도록 시스템을 구현하였다.

3.3 키넥트 영상처리 구성

키넥트는 적외선, RGB, 깊이(Depth) 등 세 가지 센서로 사람의 관절을 정확하게 인식할 뿐만 아니라 다양한 플랫폼과 키넥트를 연결시켜 로봇이나 기타 영상처리분야 뿐만 아니라 장애인을 위한 다양한 프로젝트에 활용되고 있다.

그림 4은 Microsoft Visual Studio 2010으로 제작한 디지털 영상처리에 관한 그림이다. 본 논문에 사용된 영상은 320x240 60fps 크기의 칼라 영상(Color Image)을 사용하였다.

키넥트를 통한 영상의 획득은 Microsoft Kinnect SDK를 사용하였지만 키넥트 외에 다른 카메라를 사용할 수 있다는 조건하에 Microsoft Kinnect SDK를 전부 사용하지 않고 영상의 입력으로만 사용하였으며 디지털 영상처리 부분은 다른 플랫폼과의 호환을 위하여 OpenCV를 사용하여 구현하였다.

그림 4은 키넥트를 활용하여 획득된 연상과 OpenCV 라이브러리를 사용하여 볼의 위치 변화에 대한 추적을 실시간으로 확인할 수 있었다.

그림 3의 기준 좌표는 영상의 중앙선을 기준으로 하여 움직이는 볼을 정확하게 인식하고 있음을 그림 4을 통하여 확인할 수 있다. 그림 4의 최종 공의 위치는 x축으로 양의 영역과 y축으로 음의 영역에 있다는 것을 정확하게 인식한 것으로 알 수 있다.

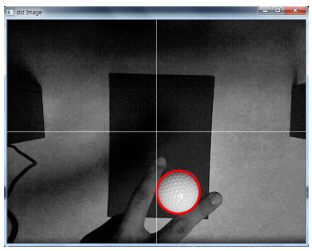

그림 4. 볼의 위치 인식

그림 5는 그림 4의 이동 경로를 실시간으로 추적하는 것을 시간 축을 따라 표현하였다.

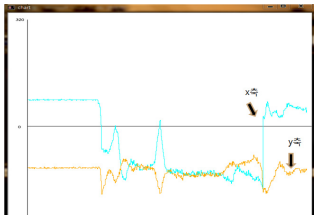

그림 5. 볼 위치에 대한 실시간 추적

Ⅳ. 결 론

본 논문은 강인한 수평자세제어기를 설계하기 위하여 수평플랜트 위에 둥근 볼을 두어 왜란이 발생하도록 설계하여 발생된 왜란에 대하여 신경회로망의 학습능력을 이용하여 수평자세를 제어하도록 실험을 통하여 구현해 보았다.

그러나 본 논문의 실험에서는 리니어 액추에이터의 응답속도가 다소 느려 강인한 제어성능과 고속의 수평자세 제어가 이루어지지는 못하였다. 그러나 본 연구를 통하여 고속의 CAN 통신을 기반으로 여러 개의 마이크로프로세서를 동시에 제어할 수 있는 분산 제어 성능을 확인하였으며, 또한 수평플랜트 위에 움직이는 물체를 실시간으로 추적할 수 있는 영상처리 알고리즘을 학습할 수 있었다.

향후 연구과제로는 보다 응답속도가 빠른 리니어 액추에이터로 구성하여 보다 다양한 왜란이 발생하는 시스템에 대하여 보다 적응성 있는 신경회로망 또는 퍼지제어기를 활용하여 보다 우수한 성능을 제시할 수 있도록 연구해 나가고자 한다.

참고문헌

[1] OpenCV programming, 김동근 저
[2] 리니어 모터의 제어기술, 권병일, 김솔 저
[3] 한학용 , “패턴인식 개론”, 한빛미디어, 2005.
[4] 정성환, 이문호 공저, 오픈소스 OpenCV를 이용한)컴퓨터 비전 실무프로그래밍 기본편, 홍릉과학출판사, 2007.
[5] 정동길, “Mean-shift의 색수렴성과 모양기반의 재조정을 이용한 실시간 머리추적 알고리즘”, 2005.
[6] 김영래, “손모양 인식을 이용한 모바일 로봇 제어”, Mobile Robot Control using Hand Shape Recognition 학회, 2008.
[7] A.Yilmaz, O.Javed, M.Shah, "Objecttracking;A survey", ACM Journal of Computing Surveys, Vol.38, No.4, 2006.
[8] D.Comaniciu, V.Ramesh, P.Meer, "Real-time tracking of non-rigid objects using mean shift", IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Vol.2, pp.142-149, 2000