

# 애니메트로닉스 시스템을 위한 효율적인 모션 제어 원형 설계 및 구현

신 호 식\*, 이 상 록°

## Design and Implementation of the Efficient Motion-Control Prototype for Animatronics Systems

Ho-Sick Shin\*, Sangrok Lee°

### 요 약

본 논문은 애니메트로닉스 시스템 개발에 필수적인 모션제어 시스템의 원형을 구현하였다. 애니메트로닉스용 모션제어 시스템은 크게 모션 캡처 모듈, 모션 캡처 저장 모듈, 그리고 모션제어 모듈로 구성된다. 모션 캡처 모듈은 애니메트로닉스 시스템의 움직임을 제어하기 위해 MIDI 패널을 적용하였고, 모션 캡처 저장 모듈은 움직임 데이터의 처리를 위해 SCV 형식으로 데이터베이스에 저장하였다. 모션제어 모듈에서 액추에이터는 AC 모터, BLDC 모터, RC 모터로 제어되고, 각각의 모션제어 모듈은 AC 모터는 최대 4개, BLDC 모터는 최대 5개, RC 모터는 최대 30개까지 구동하도록 설계하였다. 모션 캡처 저장 모듈은 각각의 모션제어 모듈에 8비트의 ID를 부여하고, 이는 CAN 통신의 노드 ID로 적용되어 구현된 시스템은 최대 255개의 모듈을 동시에 제어할 수 있다. 또한, 모션제어를 위한 모터 제어 변수들을 전달하기 위한 통신 프로토콜을 규정함으로써 기존의 시스템에 비해 디버깅이 쉽고, 움직임 데이터 처리 시간을 단축할 수 있음을 확인하였다. 따라서 개발된 시스템은 새로운 애니메트로닉스 시스템의 개발 기간을 단축할 수 있으리라 확신한다.

**Key Words** : Animatronics, Prototype, Motion-control system, CAN communication, Motor control

### ABSTRACT

This paper implemented the prototype of motion-control system which is essential to the development of animatronics. The motion-control system consists of motion-capture module, motion-capture storage module, and motion-control module. The motion-capture module adopted the MIDI panel to control the motions of animatronics, and the motion-capture storage module saves a database of motions as a SCV format for data processing. The actuator at the motion-control module can be controlled as AC motor, BLDC motor, and RC motor. This system has a total capacity of 4 AC motors per module, 5 BLDC motors per module, and 30 RC motors per module. Motion-capture storage module assigns 8 bits ID to each motion-control module which can be used as a node identifier at CAN communication. Therefore this system can control a maximum of 255 motion-control modules. And, this system defines the communication protocol of transmitting motor parameters for motion control, which provides more efficient debugging and faster data processing time than the conventional system. We confirm that this system provides the reduction of the development period for the new animatronics.

\* First Author : Shinhan University, Department of IT Convergence Engineering, minimirror1@naver.com, 정회원

° Corresponding Author : Shinhan University, Department of IT Convergence Engineering, srlee@shinhan.ac.kr, 종신회원  
논문번호 : 202006-138-D-RN, Received June 26, 2020; Revised September 8, 2020; Accepted October 27, 2020

## I. 서론

애니메트로닉스(Animatronics)는 애니메이션(Animation)과 전자(Electronics)의 합성된 용어로써, 영화나 테마파크에서 인간이나 동물과 같은 캐릭터를 사실적으로 묘사하기 위해 주로 사용되어 왔다. 기존의 애니메트로닉스 시스템은 단순한 전시 목적이 강했지만, 최근에는 광고, 마케팅, 기업 브랜드 이미지 구축 분야와 접목하면서 간접적 가치 상승을 목적으로 많이 구현되고 있다<sup>1-3)</sup>. 그림 1은 애니메트로닉스 시스템의 전형적인 블록도를 보이고 있다. 애니메트로닉스 시스템은 크게 모션 캡처 모듈, 모션 캡처 저장 모듈, 그리고 감지된 모션에 따라 애니메트로닉스 작품을 제어하는 제어 모듈 등으로 구성된다. 모션 캡처 모듈은 애니메트로닉스 작품의 움직임을 미리 설정하기 위해 움직임 정보를 추출하여 모션 캡처 저장 모듈에 정해진 형식으로 데이터베이스에 저장한다. 모션 캡처 저장 모듈에서는 저장된 움직임 정보를 필요에 따라 편집을 한 후 재생을 위해 다양한 모션 제어 모듈에 정보들을 전달한다. 최종적으로 액츄에이터를 구동하는 여러 개의 모션 제어 모듈들을 통해 제작된 애니메트로닉스 작품의 움직임을 표현하는 과정으로 동작한다.

현재 적용되고 있는 대부분의 애니메트로닉스 시스템은 대량 생산이 목적이 아니고 필요에 따라 일회성으로 설계하고 구현하다 보니 규격이 통일되지 않아, 수정 보완이 어려운 문제점을 가지고 있었다. 본 논문에서는 다양한 애니메트로닉스 시스템 개발에 적용을 목표로 표준화된 통신 방식과 프로토콜을 적용함으로써 추후 개발의 효율성 극대화를 목표로 한다. 이를 위해 애니메트로닉스용 모션제어 시스템에서 시스템을 제어하는 모듈과 모션제어 모듈간에는 CAN(Controller Area Network) 통신을 적용하였다<sup>4)</sup>. 즉, 애니메트로닉스 작품의 움직임을 표현하는 모션제어 모듈에 각각의 노드 ID를 부여한 후 모션 캡처 저장 모듈에서 CAN 통신을 통해 여러 개의 모션제어 모듈에 움직임을 제어하기 위한 정보들을 동시에 전달함으로써 원하는 동작을 수행하도록 하고자 한다. 또한, 모션제어 모듈은 AC 모터, BLDC 모터, RC 모터 등으로 움직임을 표현하는데 움직임 정보를



그림 1. 전형적인 애니메트로닉스 시스템의 블록도  
Fig. 1. Block diagram of typical animatronics system

표현하기 위하여 모터 제어 변수들을 통일하여 전달하는 프로토콜을 규정하였다. 논문의 II장에서는 애니메트로닉스용 모션제어 시스템의 요구사항, 모션제어 시스템의 하드웨어 설계 및 구현, 그리고 모션제어 시스템의 소프트웨어 설계 및 구현 과정을 기술한다.

## II. 애니메트로닉스 시스템 설계 및 구현

### 2.1 시스템 요구사항

본 논문에서 구현하는 애니메트로닉스용 모션제어 시스템의 목표는 전시물의 반복적인 움직임을 데이터화하여 저장하고, 편집기능을 제공함으로써 사용자에게 편리함을 제공하고자 한다. 그림 2는 구현할 애니메트로닉스용 모션제어 시스템의 블록도이고, 크게 모션 캡처 모듈, 모션 캡처 저장 모듈, 그리고 모션제어 모듈로 구성된다.

모션 캡처 모듈은 상용화된 MIDI 패널을 통해 사용자가 직접 모션제어 신호들을 입력받을 수 있고, MIDI 패널은 슬라이드 스위치, 무한 로터리 스위치, 그리고 버튼으로 구성된다. MIDI 패널을 통해 제어된 움직임으로 생성된 데이터는 모션 캡처 저장모듈에 저장된 후, 최종적인 움직임 제어 데이터는 모션 캡처 저장 모듈에서 표준 프로토콜을 적용하여 CAN 통신을 통해 여러 개의 모션제어 모듈에 전달되고, 각각의 모션제어 모듈은 전달받은 위치값에 따라 움직임과 음향 및 조명을 연속적으로 표현함으로써 사용자가 원하는 움직임을 연출하게 되는 과정이다. 이를 위한 모션제어 모듈은 RC 모터 제어 모듈, AC 모터 제어 모듈, BLDC 모터 제어 모듈로 구성된다. 또한, 각각의 모션제어 모듈은 통일된 모터 제어 변수들을 적용하는 프로토콜을 규정함으로써 구현과 디버깅이 용이하도록 설계하였다. 이외에도 추후에는 조명 제어 모듈과 사운드 제어 모듈을 추가하여 움직임뿐만 아니라 시각적, 청각적 효과를 동시에 제어할 수 있도록

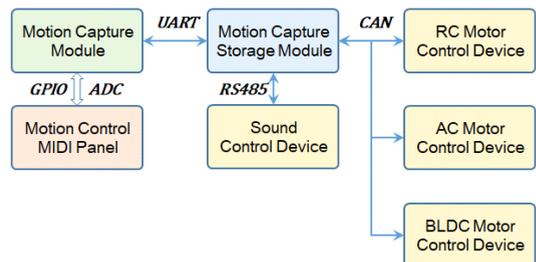


그림 2. 애니메트로닉스 시스템의 상세 블록도  
Fig. 2. The detailed block diagram of animatronics system

설계하였다.

표 1은 설계된 모션제어 시스템의 요구사항을 보이고 있다. 시스템 펌웨어 개발 환경은 Windows 10에서 STM32cubeIDE를 사용하였다. STM32cubeIDE는 GUI를 지원하므로 MCU 선정시 빠른 사양 검토가 가능하고, 내장된 주변장치의 초기화 코드를 보다 쉽게 구현할 수 있는 장점이 있다. 본 시스템에서는 STMicroelectronics 사의 STM32F7과 STM32F4 계열의 MCU를 사용하였고, 모션 캡처 저장모듈에서는 모션 저장을 위해 8Mbyte의 SDRAM과 16Gbyte의 MicroSD를 지원한다. 모션 캡처 저장모듈에서 CAN 통신으로 제어 가능한 최대 모듈 개수는 255개이고, 하나의 RC 모터 제어 모듈은 최대 30개의 RC 모터까지 제어하고, 하나의 AC 모터 제어 모듈은 최대 4개까지 AC 모터를 제어하고, 하나의 BLDC 모터 제어 모듈은 최대 5개까지 BLDC 모터를 제어할 수 있도록 설계하였다.

표 1. 애니메트로닉스 시스템 요구사항  
Table 1. Specification of animatronics system

Parameters	Specification
Development environment	STM32cubeIDE
MCU	STM32F7 series STM32F4 series
SDRAM memory	8MByte
MicroSD memory	16GByte
Max. CAN nodes	255
Max. RC motors per module	30
Max. AC motors per module	4
Max. BLDC motors per module	5

## 2.2 하드웨어 설계 및 구현

### 2.2.1 모션 캡처 저장 모듈

모션 캡처 저장 모듈은 모션 캡처 모듈로부터 수집된 정보들을 저장하고, 하위 모션 제어 모듈들에게 제어 정보들을 전달하는 기능을 한다. 그림 3(a)는 모션 캡처 저장 모듈의 블록도이고, 그림 3(b)는 구현된 PCB 보드를 보이고 있다. 블록도에서 보듯이 MCU는 STM32F7 계열을 적용하였고, 모션 캡처된 데이터를 저장하기 위해 SDRAM과 MicroSD 메모리를 지원한다. MicroSD 메모리는 비휘발성으로 용량은 16GByte이고, 주요 기능은 캡처된 데이터 저장, 편집용 데이터 변환, 설정값 저장 등이 있다. SDRAM의 용량은 8Mbyte이고, 모션 캡처 장치로부터 수신되는 데이터

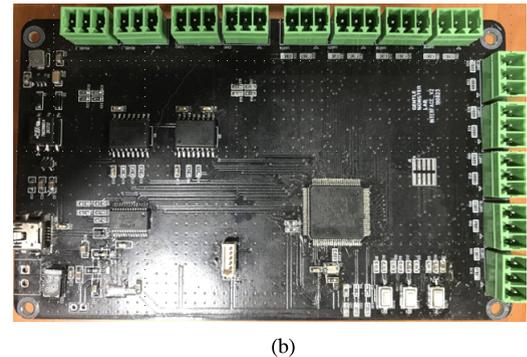
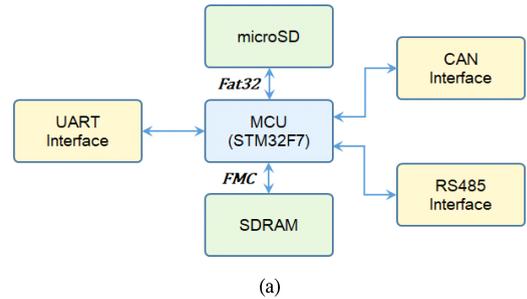


그림 3. 모션 캡처 저장모듈의 블록도 (a) 및 PCB (b)  
Fig. 3. Block diagram (a) and PCB (b) of motion capture storage module

와 SD 카드로부터 읽어온 모션 데이터를 임시로 저장하기 위해 사용된다. 상위의 모션 캡처 모듈과의 인터페이스는 최대 8채널의 UART로 구현하였고, 하위의 모션제어 모듈들은 CAN 통신과 RS485 통신으로 구현하였다. CAN 통신으로는 RC 모터 제어 모듈, AC 모터 제어 모듈, BLDC 모터 제어 모듈을 통해 애니메트로닉스 시스템의 다양한 움직임 제어한다. 그리고 추후에 추가될 애니메트로닉스 시스템의 시각적 표현을 위한 조명 제어 모듈은 CAN 통신을 통해 제어되고, 청각적 표현을 위한 음향제어 모듈은 RS485 통신을 통해 제어되도록 설계하였다.

모션 캡처 저장 모듈은 모션 캡처 모듈로부터 각각의 축이 이동할 위치 값을 입력받을 수 있고, 데이터 편집을 위한 녹화/재생/반복의 명령을 입력받을 수 있다. 최종적으로 축의 위치 변화를 시간 정보와 함께 CSV(Comma-Separated Values)와 바이너리(Binary) 형식으로 SD 메모리에 저장한다.

### 2.2.2 모션 캡처 모듈

모션 캡처 모듈은 MIDI 패널을 활용하여 모션을 제어할 정보들을 입력받아 UART 채널을 통해 모션 캡처 저장모듈로 전달하는 기능을 한다. 그림 4(a)는 모션 캡처 모듈의 블록도이고, 그림 4(b)는 구현된

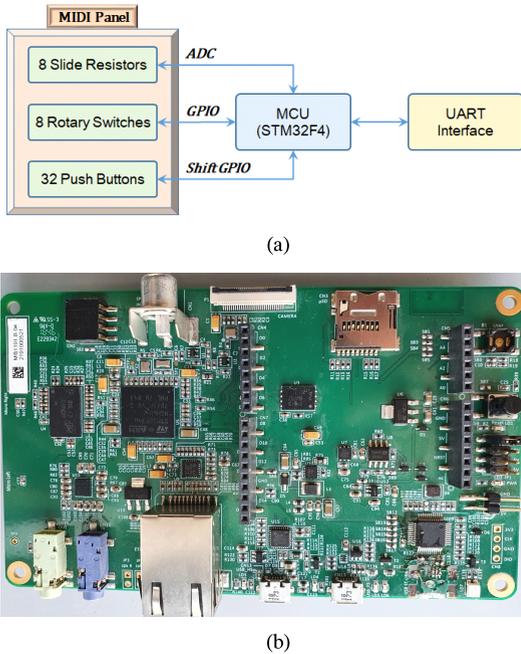


그림 4. 모션 캡처 모듈의 블록도 (a) 및 PCB (b)  
 Fig. 4. Block diagram (a) and PCB (b) of motion capture module

PCB 보드를 보이고 있다. 블록도에서 보듯이 MCU는 STM32F4 계열을 적용하였고, MIDI 패널의 제어 신호를 ADC와 GPIO를 통해 입력받는다.

그림 5는 본 시스템에 적용된 MIDI 패널로 베링거 (Behringer) 사의 X-TOUCH EXTENDER 모델을 사용하였고, 8개의 슬라이드 저항, 8개의 무한 로터리 스위치, 32개의 버튼, 그리고 LED 등으로 구성된다<sup>8)</sup>. 슬라이드 저항의 움직임에 의해 애니메트로닉스 시스템에서 액츄에이터의 움직임을 제어한다. 슬라이드 저항의 저항값만으로 해당 액츄에이터를 제어하면 움직임이 너무 민감하게 반응하므로 이를 자연스럽게 만들기 위해 평균값을 취하도록 설계하였다. 이때, 슬라이드



그림 5. 모션 캡처 모듈의 MIDI 패널  
 Fig. 5. MIDI panel of motion capture module

이드 스위치의 세로축 위에 있는 무한 로터리 스위치는 평균값을 취하기 위한 필터의 샘플 수를 결정한다. 이로 인해 반응 속도는 다소 느려지겠지만 동물이나 사람의 자연스러운 움직임을 재현할 수 있다. 즉, 빠른 처리를 위해 8개의 슬라이드 저항은 ADC DMA 기능을 적용하여 읽어오고, 8개의 무한 로터리 스위치의 회전수와 방향을 읽어서 슬라이드 저항의 ADC 값을 평균 필터로 처리한다. 또한, 평균 필터 처리된 ADC 값은 UART DMA 기능으로 모션 캡처 저장 모듈로 전송된다.

### 2.2.3 RC 모터 제어 모듈

RC 모터 제어 모듈은 주로 얼굴과 같은 미세한 움직임을 표현하는 분야에 적용되고, 제어 모듈인 모션 캡처 저장 모듈과의 CAN 통신을 통해 수신한 명령을 해석하여 이동할 위치정보를 하위 RC 모터에 전달하는 기능을 한다. 그림 6은 RC 모터 제어 모듈의 블록도와 구현된 PCB를 보이고 있다. 하나의 RC 모터 제어 모듈은 최대 30개의 RC 모터까지 제어할 수 있고, 위치 제어 신호는 PWM 신호로 전달한다. 애니메트로닉스 시스템에서 RC 모터 제어 모듈과 제어할 RC 모터간의 거리는 수 m 이상 멀리 떨어져 있을 수 있다. 따라서, RC 모터 제어 모듈에서 MCU의 PWM 제어 신호는 3.3V로 낮고, 잡음에 약하기 때문에 차동 신호로 변환하여 제어할 RC 모터까지 전달함으로써 신뢰도를 향상할 수 있었다.

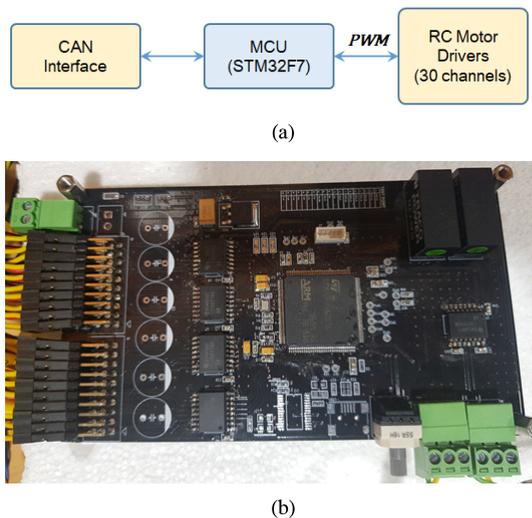


그림 6. RC 모터 제어 모듈의 블록도 (a) 및 PCB (b)  
 Fig. 6. Block diagram (a) and PCB (b) of RC motor control module

2.2.4 AC 모터 및 BLDC 모터 제어 모듈

AC 모터와 BLDC 모터는 RC 모터와 달리 구동할 액츄에이터의 부피가 크고, 큰 부하를 요구하는 분야에 주로 적용된다. 그림 7은 AC 모터 제어 모듈의 블록도와 구현된 PCB를 보이고 있다. 하나의 AC 모터 제어 모듈은 최대 4개의 AC 모터까지 제어할 수 있고, 위치 제어 신호는 라인드라이버를 통해 PWM 신호로 전달한다. 그림 8은 BLDC 모터 제어 모듈의 블록도와 구현된 PCB를 보이고 있다. 하나의 BLDC 모터 제어 모듈은 최대 5개의 BLDC 모터까지 제어할 수 있고, 위치 제어 신호는 RS485 방식으로 라인드라이버를 통해 BLDC 모터로 전송된다.

AC 모터 제어 모듈과 BLDC 모터 제어 모듈은 모션 캡처 저장 모듈과의 CAN 통신을 통해 수신한 명령을 해석하여 이동할 위치정보를 하위에 연결된 AC 모터와 BLDC 모터에 각각 전달하는 기능을 한다. 또한, 제어 모듈은 PWM 신호 생성, 모터 위치 정보, 리미트 스위치 상태를 관리하고, 모션 캡처 저장 모듈로부터 모터감속비, 센서 방향, 동작 범위 등의 명령을 받아서 수행한다. 애니메트로닉스 시스템에서 AC 모터 제어 모듈과 제어할 AC 모터간의 거리는 수 m 이상 멀리 떨어져 있을 수 있다. 따라서, AC 모터 제어 모듈에서 MCU의 AC 모터 제어신호는 3.3V로 낮고, 잡음에 약하기 때문에 차동 신호로 변환한 후 라인드

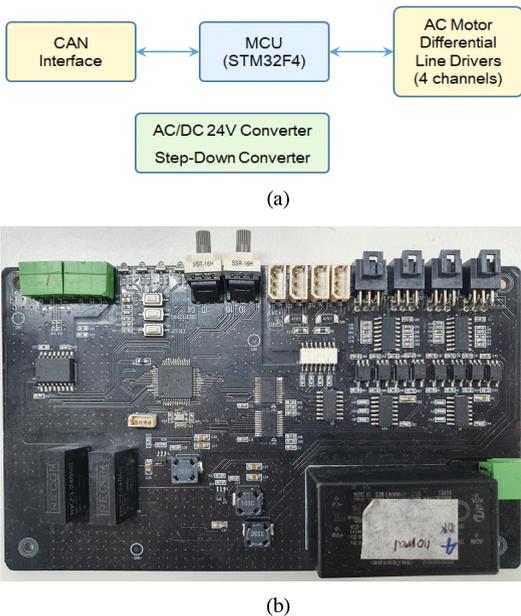


그림 7. AC 모터 제어 모듈의 블록도 (a) 및 PCB (b)  
Fig. 7. Block diagram (a) and PCB (b) of AC motor control module

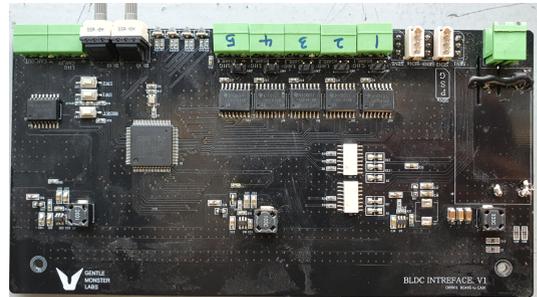
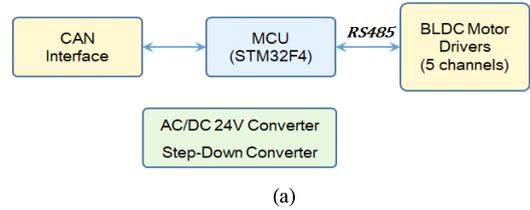


그림 8. BLDC 모터 제어 모듈의 블록도 (a) 및 PCB (b)  
Fig. 8. Block diagram (a) and PCB (b) of BLDC motor control module

라이버를 통해 제어할 AC 모터까지 전달함으로써 신뢰도를 향상할 수 있었다. 또한, 고속 광절연기를 사용하여 MCU, 라인드라이버, 그리고 통신관련 회로들의 전원을 각각 분리하여 전기적 안정성을 향상하였다.

2.3 소프트웨어 설계 및 구현

모션제어 시스템의 펌웨어 개발환경은 STMicroelectronics 사의 STM32cubeIDE를 사용하였다. 모션 제어를 위해 RC 모터, AC 모터, BLDC 모터를 적용하였는데 이를 제어하기 위한 소프트웨어의 순서도는 기본적으로 유사하고 그림 9와 같다.

순서도의 동작을 AC 모터를 예를 들어 설명하면 다음과 같다. AC 모터 제어 모듈은 AC 모터 드라이버에 펄스열을 출력하여 모터의 움직임을 제어하는 과정으로 크게 4단계로 구성되고, 이는 타이머 인터럽트를 통해 20msec 주기로 반복된다. 첫 단계에서는 MCU의 주변장치들을 초기화 한 후 CAN 통신을 통해 상위 장치인 모션 캡처 저장 장치로부터 모터제어 명령이 수신되는지를 모니터링한다. 다음 단계에서는 모터제어 명령이 수신되면, AC 모터 제어 모듈은 초기 부팅시 현재 축의 위치 정보를 알지 못하여 리미트 센서를 감지하기 위해 센서 방향으로 움직이면서 기준 위치를 찾는다. 그리고, 리미트 센서가 감지된 위치를 기준으로 명령에 따른 목표 위치를 계산하여 모터제어 변수들을 설정한다. 즉, 모터제어변수는 모터 감속비, 회전방향, 동작범위 등이 있고, 이를 통해 최

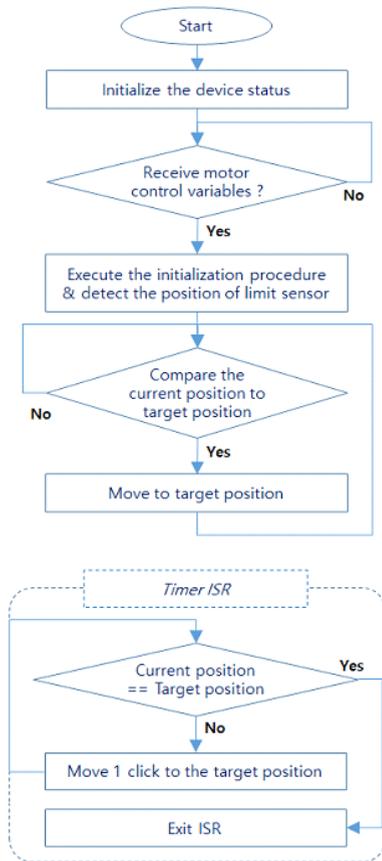


그림 9. AC 모터 제어 순서도  
Fig. 9. Flowchart for AC motor control

대 한계 펄스 수를 계산한다. 최대 한계 펄스 수는 동작 범위에 의해 결정되고, AC 모터 제어 모듈은 CAN 통신을 통해 수신된 값을 반영하여 최대 한계 펄스 이내의 비율로써 위치 명령을 해석한다. 다음 단계에서는 현재의 위치와 목표위치를 비교하여 모터를 이동하게 되는데 이는 타이머 인터럽트 서비스를 통해 목표위치로 이동할 때까지 단계적으로 이동하는 과정을 반복한다.

#### 2.4 전체 시스템 구현 결과

그림 10은 애니메트로닉스용 모션제어 시스템을 CAN 통신으로 통일된 모터 제어 프로토콜을 적용해 모터 제어 모듈의 기능 검증을 위해 구현한 시스템 결과이다. 3축 RC 모터를 가진 로봇 암에 적용하여 MIDI 패넬을 통해 모션 캡처 모듈과 모션 캡처 저장 모듈의 기능을 검증하였고, 통일된 프로토콜을 적용하여 구현된 소프트웨어를 통해 3종의 모터 제어 모듈의 동작 과정을 검증하였다. 또한, 이를 확장하여 36



그림 10. 기능 검증을 위해 구현된 시스템 사진  
Fig. 10. Photo of motion control system implemented to verify the functionality

축의 RC 모터, 8축의 BLDC 모터, 8축의 AC 모터를 적용한 애니메트로닉스용 모션제어 시스템을 구현 중에 있다.

### III. 결 론

본 논문에서는 전시 및 홍보효과를 극대화하기 위해 활용되고 있는 애니메트로닉스 시스템에 적용하기 위한 모션제어 시스템을 구현하였다. 모션제어 시스템은 모션 캡처 모듈, 모션 캡처 저장 모듈, 그리고 다양한 하위 모션제어 모듈들로 구성된다. 애니메트로닉스 시스템의 움직임을 제어하기 위해 모션 캡처 모듈에서는 상용 MIDI 패넬을 적용하였고, 모션 캡처 저장 모듈에서는 움직임을 저장하고 편집할 수 있도록 SCV 형식으로 SD 메모리에 저장하였다. 모션 캡처 저장모듈은 저장된 애니메트로닉스의 움직임 정보를 CAN 통신을 통해 하위 모션제어 모듈에게 명령을 전달하도록 구현하였다. 하위 모션제어 모듈은 AC 모터, BLDC 모터, 그리고 RC 모터를 통해 애니메트로닉스 시스템의 다양한 움직임을 구현할 수 있다. 구현된 시스템에서 모션제어 모듈은 기능에 따라 최대 4개의 AC 모터 또는 최대 5개의 BLDC 모터 또는 최대 30개의 RC 모터까지 구동할 수 있다. 또한, 각각의 모션제어 모듈에 CAN 통신용 8비트 ID를 할당함으로써 최대 255개의 모션제어 모듈까지 확장 가능하도록 설계하였다. 구현된 모션제어 시스템은 모션 캡처 저장 장치에서 CAN 통신을 통해 하위 모션제어 모듈에 전달하는 모터제어 변수들을 통일된 프로토콜로 정의함으로써 디버깅 과정이 보다 효율적이고, 개발 시간을 단축할 수 있음을 확인하였다. 추후에는 모션 캡처 장치에 보다 향상된 입력 기능을 제공하기 위해

웨어러블 장치를 통한 모션 캡처 기능을 추가하고, 모션 제어 모듈에 음향 효과를 위한 사운드 제어 모듈과 시각효과를 위한 조명 제어 모듈을 추가할 계획이다.

## References

- [1] S. Yim, C. Sung, S. Miyashita, D. Rus, and S. Kim, "Animatronic soft robots by additive folding," *The Int. J. Robotics Res.*, vol. 37, no. 6, pp. 611-628, 2018.
- [2] T. S. Chung, "A study on animatronics using for hyperrealism approach in digital-movies environment," *J. Digital Design*, vol. 7, no. 4, pp. 425-433, 2007.
- [3] I.-Y. Chung, J.-Y. Kim, S.-W. Lee, and K.-Y. Joung, "Manufacturing of animatronics prototypes using additive manufacturing," *The Korea Contents Soc.*, vol. 9, no. 1, pp. 509-510, May 2011.
- [4] B.-J. Hong, I.-C. Han, D.-W. Jang, and N.-Y. Lee, "Empirical study on the extended can bus communication with security algorithms," *J. KICS*, pp. 1525-1531, Sep. 2018.
- [5] S. Ryu, J.-S. Bang, J.-S. Han, and Y.-H. Lee, "Transmission delay in a CAN system," in *Proc. Symp. KICS*, pp. 419-420, Jan. 2019.
- [6] C. H. Lee, S. R. Chang, and U. Y. Huh "Research on the multilayered animatronics system with CAN," *The Korean Inst. Electr. Eng.*, pp. 131-133, Apr. 2007.
- [7] J.-G. Park, S.-J. Jang, M.-S. Choi, J.-W. Hong, and K.-S. Han, "Transmission of ECUs firmware data based on UDS standard using CAN protocol," *Inf. and Control Symp.*, pp. 97-99, Oct. 2014.
- [8] Behringer, *Quick Start Guide of X-TOUCH EXTENDER*, May 2020, [https://mediadl.musictribe.com/media/sys\\_master/hd3/h51/8849820287006.pdf](https://mediadl.musictribe.com/media/sys_master/hd3/h51/8849820287006.pdf)

## 신 호 식 (Ho-Sick Shin)



2020년 2월 : 신한대학교 전자공학과 학사  
2019년 2월~현재 : 젠틀몬스터 <관심분야> IoT, 임베디드시스템, Animatronics

## 이 상 록 (Sangrok Lee)



1991년 2월 : 고려대학교 전자전산공학과 졸업  
1993년 2월 : 고려대학교 전자공학과 석사  
1997년 8월 : 고려대학교 전자공학과 박사  
1997년 12월~2000년 4월 : 한국 전자통신연구원  
2000년 5월~2002년 8월 : (주)텔리언  
2002년 9월~현재 : 신한대학교 IT융합공학부 전자공학 전공 교수  
<관심분야> 임베디드시스템, IoT