

모바일 디바이스 환경 기반의 NFC 를 이용한 사용자 맞춤형 전동 휠체어 제어 시스템 연구 (Research of Customized Electric Wheelchair Control System using NFC on Mobile Device Environment)

박상현, 김진술*
(Sanghyun Park, Jinsul Kim)

요약

본 논문에서는 스마트 모바일 장치 및 NFC(Near Field Communication)를 이용하여 전동 휠체어를 쉽게 제어할 수 있는 시스템을 제안하고자 한다. 이 시스템은 기존 연구에서 진행하고 있는 전동 휠체어를 제어하기 위해 모바일 디바이스에 있는 Bluetooth통신 이용하여 휠체어 제어용 통합보드와 통신한다. 스마트 모바일 장치는 휠체어 제어용 통합보드에서 발생하는 신호를 실시간으로 체크하여 사용자가 휠체어의 상태를 쉽게 모니터링 할 수 있도록 한다. 사용자는 스마트 모바일 장치를 이용하여 휠체어를 쉽게 제어할 수 있으며, 개인의 상태에 맞게 언제든지 설정하여 사용할 수 있다. 제어는 HEX형식으로 하드웨어에서 신호를 바로 읽고 분석할 수 있도록 제작되었으며, 사용자에게 맞춘 설정내용은 일반적으로 사용하는 버스카드(NFC)를 이용하여 등록, 저장과 설정한 내용을 읽어서 시스템에 적용할 수 있도록 하였다. 이 시스템을 적용함으로써 휠체어 중심의 보조기구가 아닌 사람중심의 보조기구로 장애인 및 노인들에게 편의와 안정성을 제공해 줄 수 있을 것이다.

■ 중심어 : 스마트 휠체어 ; 장애인 보조기구 ; 욕창예방 ; NFC ; 사용자 맞춤형 시스템

Abstract

In this paper proposes an idea for using NFC(Near Field Communication) on smart mobile devices, you can easily control the electric wheelchair system. In this system with previous researches controlled a power wheelchair in a mobile device using Bluetooth communication, the board communicates with the integrated control of the wheelchair. With smart mobile devices, the wheelchair control board integrating the signal generated by checking real time so that the user can easily monitor the state of the wheelchair. Users are using smart mobile devices, the wheelchair can be controlled easily, and the setting at any time according to the state of the individual and can be used. HEX format control is directly in hardware, allowing analysis was read, the user settings are typically used to match cards which support NFC technology such as bus card for registration, storing the selected information and enable read and were applicable. By applying this system, wheelchairs oriented aids disabled and older people able to access to provide with stability.

■ keywords : Smart Wheelchair ; Disabled Assistant System ; Prevention of Bedsore ; NFC ; Customized System

I. 서 론

스마트 모바일 디바이스가 증가함에 따라 다양한 제품들과 서비스들이 제공되고 있다. 그 중에서도 장애인

* 정회원, 전남대학교 전자컴퓨터공학부

본 연구는 미래창조과학부 산업기술평가 관리원의 글로벌 전문기술과제 지원으로 연구되었으며, 2015년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(NRF-2013R1A1A2013740)

보조기구인 휠체어와 스마트 모바일 디바이스를 연동한 다양한 연구들이 진행되고 있다[1][2]. 일반적으로 휠체어는 1인을 위한 보조기구로 음성인식, 제스처, 홍채 인식 등 일부 신체의 인식을 통해 휠체어를 동작시키거나 다양한 기능을 수행한다[3][4][5]. 일부 기능들은 국내의 적으로 연구가 진행되고 있으며, 일부분은 현재 시범단계까지 진행되고 있는 경우도 있다[6].

본 논문에서는 기존에 진행하고 있는 휠체어 제어 시스템과 스마트 모바일 디바이스를 연계하여 장애인 또는 노인들이 쉽게 전동 휠체어를 제어할 수 있는 시스템을 제안하고자 한다. 휠체어의 시스템과 연동하기 위해서는 기본적으로 스마트 디바이스에 내장되어 있는 Bluetooth통신을 이용하여 장치간의 통신을 하게 된다. 또한, 휠체어 동작 시 오작동이 발생할 경우 이에 해당하는 오류 메시지를 스마트 디바이스를 통해 실시간으로 모니터링 할 수 있다. 일반적으로 휠체어를 이용하는 사람들(장애인, 노인등)은 장시간 휠체어에 앉아서 생활하기 때문에 종종 욕창[7][8]이 발생하는 경우가 있다. 이러한 경우, 스마트 디바이스를 통해 일정시간마다 휠체어의 시트를 동작시켜 욕창을 방지할 수 있도록 도와준다. 또한, 사람에 따른 시트 각도 및 시간에 따른 욕창 방지 기능 설정 정보는 서버에 저장되며, NFC 태그가 내장되어 있는 버스카드를 이용하여 개인에 맞는 설정정보를 적용할 수 있다.

II. 관련연구

뉴질랜드에 Dynamic회사는 휠체어와 스마트폰을 연동한 장치 중에 완성도가 제일 높은 장치로 볼 수 있다.



그림 1. Dynamic회사에 iPortal제품 실행 화면

그림 1과 같이 애플사의 아이폰 용으로 개발되어 있으며, 안드로이드용으로는 개발되어 있지 않다. 이 어플리케이션은 휠체어 장치와 바로 연동되어 동작하지 않

으며, 자사에서 만든 중계기를 통해 휠체어의 상태를 체크하게 된다. 아이폰은 Bluetooth통신모듈을 통해서 중계기와 연동을 하게 되고, 중계기에서 실시간으로 보내오는 정보를 분석하여 아이폰을 통해 모니터링 할 수 있게 한다. 휠체어의 모니터링 정보들은 휠체어의 동작 속도, 배터리 잔량, 조이스틱의 동작 유무를 한눈에 확인 할 수 있다. 또한, Dynamic회사 자체적으로 제작한 직립형 휠체어와 연동을 하게 되면 아이폰을 통해 휠체어의 직립기능을 사용할 수 있다. 현재까지 판매하고 있는 장치 중에서 사람들의 만족도가 높은 편에 속한다. 하지만, 휠체어의 동작보다는 주로 모니터링을 하는 기능들이 있으며, 금액 및 어플리케이션에 한글화가 되어 있지 않아 국내에서는 아직까지 보급이 되지 않는다. 이 어플리케이션은 안드로이드 OS환경이 아닌 아이폰 OS환경의 개발이 되어 있기 때문에 다양한 사람들이 사용할 수 없다는 단점을 가지고 있다. 본 논문에서는 휠체어의 상태 모니터링 기능과 사용자 중심의 휠체어 시트제어 기능 기술을 포함하여 개개인의 맞는 휠체어 제어 시스템을 제공하고자 한다.

III. 자동 시트제어 기능의 전동 휠체어

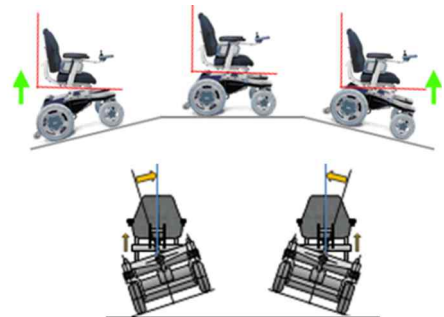


그림 2. 경사도에 따른 시트 평형 유지 휠체어

시트제어기능을 가지고 있는 전동 휠체어는 그림 2와 같이 경사도에 따라 시트평형 유지하는 기능을 가지고 있다. 경사로 기울기 방향에 따라 시트가 좌, 우, 앞, 뒤 방향으로 동작되기 때문에 시트를 평형 유지할 수 있으며, 휠체어가 전복되는 것을 막아준다. 또한, 시트의 평형을 유지하기 때문에 휠체어를 편하게 이용할 수 있다. 전동 휠체어에는 시트 평형을 유지하는 MCU장치가 탑재되어 있어 실시간으로 각도를 측정하고 그에 따른 시트의 4방향을 X, Y축 방향의 모터 2개를 실시간으로 동작하여 평형을 유지한다. MCU장치는 스마트 디바이스와 연동되어 사용자에 따른 시트 평형 원점을 조절

할 수 있으며, 욕창을 방지해주는 기능을 포함하고 있다. 시트 평형 유지 기능을 가능하게 해주는 MCU기반의 통합제어 보드에는 Bluetooth통신 모듈이 내장되어 있어 실시간으로 휠체어의 상태, 이동 그리고 시트관련 동작을 스마트 디바이스와 연계하여 사용할 수 있도록 구성되어 있다. 이러한 기능을 가지고 있는 전동휠체어를 보다 효율적으로 사용자들이 쉽게 사용할 수 있도록 본 논문에서는 스마트 디바이스를 적용하여, 전동휠체어를 제어하고자 한다.

IV. 스마트 디바이스를 이용한 전동 휠체어 제어 방법

전동 휠체어의 기능을 제어하기 위해서는 스마트 모바일을 사용한다. 스마트 모바일 내부에는 WiFi와 Bluetooth통신 모듈이 내장되어 있는데 속도부분에서는 WiFi를 이용한 통신이 효율적이겠지만, 큰 데이터를 사용하는 것이 아닌 16진수의 HEX 데이터를 주고받기 때문에 WiFi를 사용하지 않아도 쉽게 제어를 할 수 있다. 또한, WiFi모듈을 사용하게 되면 구동 중 다른 AP기기에 연결이 되어 휠체어에 탑재되어 있는 휠체어 통합제어 보드와 통신이 끊어지는 경우가 발생한다. 하지만 Bluetooth통신을 사용하게 되면 1:1로 연결하기 때문에 접속이 끊겨서 신호가 전달되지 않는 경우를 방지 할 수 있으며, 끊겨도 바로 다시 연결되기 때문에, 데이터가 손실되는 일이 없다. 따라서 스마트 디바이스에 기본으로 내장되어 있는 Bluetooth통신을 사용하여 다른 통신의 간섭 없이 스마트 모바일을 통해 휠체어를 효율적으로 제어할 수 있도록 한다.

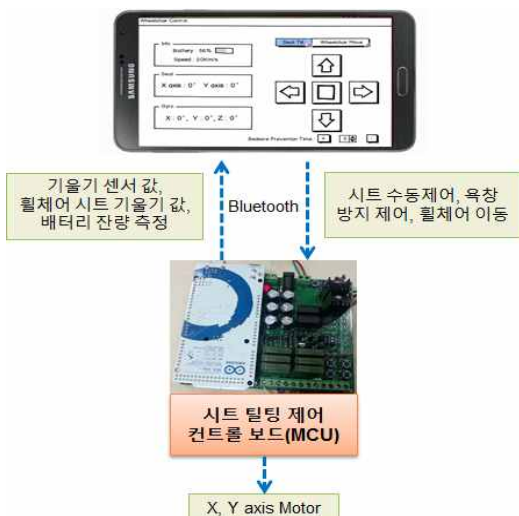


그림 3. 스마트 디바이와 휠체어 통합제어와의 통신 구조

기본적으로 휠체어의 시트평형 제어는 시트 틸팅 제어 컨트롤 보드가 수행하게 되고 그에 따른 휠체어 기울기 값, 시트 기울기 값, 배터리 잔량과 관련된 정보들은 내부적으로 측정하여 스마트 디바이스에 정보를 전달하게 된다. Bluetooth 통신간의 속도는 9600bps를 사용하게 되고 전송된 데이터를 스마트 디바이스에서 분석하여 사용자가 쉽게 볼 수 있도록 어플리케이션을 통해 모니터링 기능을 제공하게 된다. 시트 틸팅 제어 컨트롤 보드에서는 측정된 값들을 500ms간격으로 보내게 되며, 이를 스마트 디바이스가 분석하여 어플리케이션에 적용시킨다. 이와 반대로 사용자가 스마트 어플리케이션을 통해 제어를 시도하면, 해당하는 기능과 함께 Bluetooth통신을 통해 시트 틸팅 제어 컨트롤 보드에 전송된다. 해당 시트 컨트롤 보드는 이를 분석하여 X, Y 축의 모터를 동작시킨다. 욕창방지를 위해 사용자가 설정한 시간마다 스마트 디바이스는 시트틸팅 제어 컨트롤 보드를 제어하여 시트를 좌, 우, 앞, 뒤 4방향으로 동작시켜 사용자의 욕창을 예방한다.

V. 전동휠체어 제어를 위한 스마트 디바이스 인터페이스

본 논문에서 사용한 스마트 디바이스는 갤럭시 노트 3를 사용하였으며, 그림 4와 같이 2가지의 인터페이스 모양을 가지고 있다.

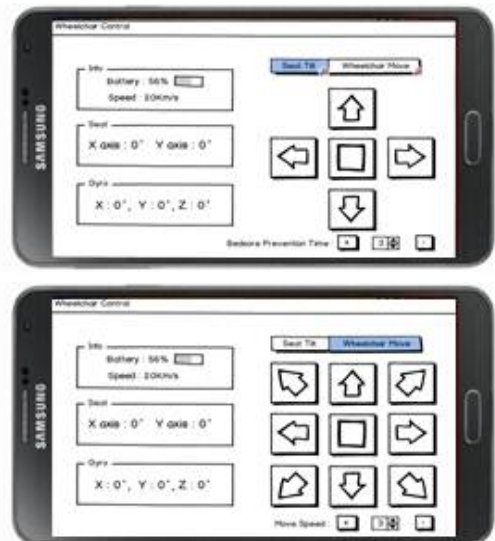


그림 4. 스마트 디바이스 인터페이스

그림 4의 위쪽 그림은 휠체어 시트를 조절하기 위한 인터페이스로 4방향의 버튼과 리셋버튼으로 구성되어

있으며, 사용자가 원하는 방향으로 시트를 조절하여 사용할 수 있다. 버튼은 시트의 원점위치인 0, 0으로 기본 원상태로 돌려주는 역할을 한다. 기본적으로는 휠체어의 기울기에 따라서 자동으로 시트의 평형을 유지해주지만, 사용자 신체 또는 환경에 따라 시트의 편한 정도의 기울기가 다르기 때문에 개인에 맞춘 시트의 기울기를 조절할 수 있다. 사용자는 수동으로 시트를 조작하여 욕창을 방지할 수 있고, 시트의 원점 위치를 조절할 수 있다. 스마트 디바이스를 이용하여 시트 기울기를 자동으로 설정해 놓으면 부착된 기울기 센서의 값에 따라 시트가 평형을 유지한다. 방향버튼 아래의 숫자는 욕창예방 시스템과 관련하여 설정한 시간간격마다 시트를 좌, 우, 앞, 뒤로 움직여 휠체어를 사용하는 사용자의 욕창을 예방해준다. 실시간으로 스마트 디바이스가 시간을 체크하며, 일정시간이 될 때마다 팝업창으로 사용자에게 욕창방지를 할 것인지 여부를 묻게 되고 확인 버튼을 누르거나 10초가 지난 후에는 자동으로 욕창방지 시스템을 동작시킨다. 그림 4의 아래 그림은 휠체어의 이동과 관련된 인터페이스로 전동 휠체어에 기본적으로 있는 조이스틱과 같은 기능을 하게 된다. 전동 휠체어를 자주 이용하는 사용자들은 원하는 방향으로 쉽게 이동할 수 있지만 처음 전동 휠체어를 이용하는 사용자들에게는 조이스틱을 사용하기가 매우 어렵다. 조이스틱을 이용한 제어는 미세한 힘의 차이에 따라서 휠체어의 속도가 변하기 때문에 오동작으로 인한 사고가 발생할 여지를 가지고 있다. 하지만 스마트 디바이스에 있는 버튼을 사용하게 되면, 미세한 힘에 따라 속도가 변화하지 않기 때문에 처음 전동 휠체어를 접하는 사용자들이 쉽게 사용할 수 있도록 도와준다. 방향버튼 가운데 \square 버튼은 이동 중 멈춰야 할 경우를 위한 버튼으로 이 버튼을 누르게 되면, 전동휠체어가 멈춰버린다. 전동 휠체어의 속도는 방향버튼 아래의 스피드 버튼을 이용하여 별도로 속도를 조절할 수 있다. 또한, 몸이 매우 불편한 이들에게는 휠체어를 이용하는 사용자가 조절을 하는 것이 아니라 보호자가 대신 스마트폰을 이용하여 제어를 할 수 있다. 그림 4의 왼쪽에는 휠체어를 모니터링 할 수 있는 창이 있어 사용자가 언제든지 전동 휠체어와 스마트 디바이스간의 상태를 체크할 수 있다. 기본적으로 배터리 잔량 표시는 스마트 디바이스의 잔량 표기가 아닌 전동 휠체어의 배터리 잔량 표시를 해주며, 실시간으로 배터리 상태를 사용자에게 보여준다. 배터리 잔량 표시 아래는 휠체어의 이동속도를 보여준다. 또한, 휠체어가 얼마나 기울어져 있는지에 관하여 현재

기울기 상태와 시트평형의 상태를 스마트 디바이스를 통해 모니터링 할 수 있도록 한다. 모니터링 기능은 휠체어의 동작과 관련된 상태를 보여줄 뿐만 아니라 전동 휠체어의 문제가 발생 할 경우, 상태에 따른 에러 표시를 스마트 디바이스를 통해 어디가 이상이 있는지 한눈에 알아볼 수 있도록 도와준다.

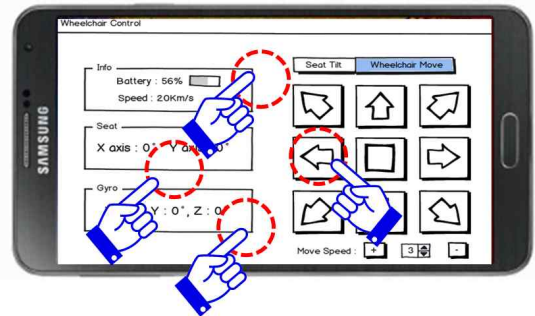


그림 5. 여러 개의 손가락을 스크린에 터치하였을 경우

본 논문에서 사용하는 스마트 디바이스 인터페이스는 멀티포인트를 지원한다. 최근에 출시되고 있는 모바일 디바이스는 5개 이상의 멀티 포인트를 지원한다. 즉, 모바일 디바이스 스크린에 여러 개의 손가락을 동시에 터치하였을 때 모두다 인식이 가능하게 해주는 기능으로 보통 H/W장치가 이를 가능하게 해준다. 하지만, 멀티포인트를 지원해야 하는 어플리케이션을 제외하고 일반적인 어플리케이션에는 멀티포인트 기능을 사용하지 않는다. 본 논문에서는 일반적인 사람이 아닌 장애인 또는 노인들을 위한 시스템으로 그림 5와 같이 누르고 싶은 곳을 누르지만 다른 부분과 같이 터치하여 어플리케이션이 원활하게 실행이 되지 않는 경우가 발생한다. 예를 들어 왼쪽버튼과 그 외 다른 부분이 터치가 되어도 왼쪽버튼에 터치 포인트가 있기 때문에 오작동이 발생하는 것을 방지해준다. 따라서 본 논문에서는 다른 부분까지 터치가 되어 시스템이 동작하지 못하는 문제를 해결하였다.

Ⅶ. 내부 시스템 동작

1. NFC를 이용한 사용자 맞춤형 시스템

NFC(Near Field Communication)[10]는 RFID기술의 하나로 13.56MHz 주파수 대역을 사용하는 비접촉식 통신 기술이다. 최근에는 스마트 폰의 기본적으로 내장되어 나오고 있으며, NFC태그와 관련하여 다양한 기술들

이 개발되고 있다. 우리가 주로 사용하고 있는 교통카드도 NFC태그의 종류로써 본 논문에서는 주변에서 구하기 쉬운 교통카드를 이용하여 자신이 설정한 설정 값을 가져오거나 설정한 값을 저장할 수 있도록 한다.

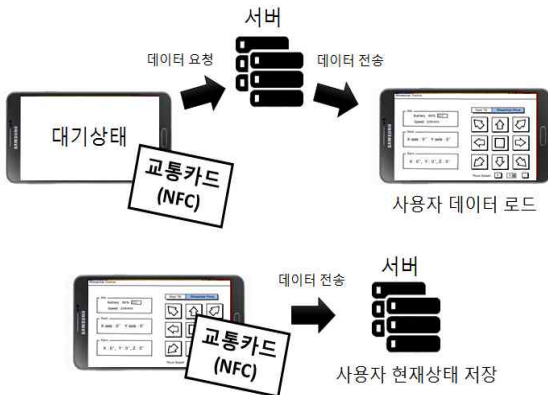


그림 6. NFC를 이용한 사용자별 시스템

그림 6과 같이 어플리케이션을 실행시키면 전동 휠체어의 있는 MCU와 연결된 후 기본 휠체어 동작 화면으로 나오는데 이때 교통카드를 스마트 디바이스에 가까이 대면 이전에 설정한 세팅 값이 불러진다. 버스카드 또는 NFC카드에는 [11][12] 고유 ID가 있다. 이 ID를 통해 내가 설정한 값을 불러오는데 고유 ID를 서버에 요청을 하면 서버에서 이전에 저장한 ID값에 해당하는 설정파일을 스마트 디바이스로 보내준다. 만약 인터넷이 연결이 되어 있지 않으면, 스마트 디바이스 내부에 ID별로 저장되어 있는 설정 값을 읽어 오게 된다.

표 1. 데이터 저장 형식

<pre><Setting ID = "12345678910", X = "-2", Y = "1", Bed sore = "2", Speed = "2" /></pre>

데이터 형식은 표 1과 같이 Xml형식으로 되어 있다. 데이터를 식별하기 위해 NFC태그 ID값과 저장된 ID값을 체크하고 사용자에게 맞춘 시트 기울기 값을 읽어온다. 값을 읽어오면 사용자가 설정한 값에 맞춰 시트가 기울어진다. Bed sore는 욕창예방 시간으로 시간단위로 저장되며 2는 2시간 마다 욕창예방 시스템을 적용한다는 뜻이다. Speed는 휠체어의 이동 속도를 말하며, 마지막으로 사용한 스피드의 값이 저장된다. 그림 6의 아래 그림과 같이 사용자가 시트의 기울기를 세팅하거나 욕창예방 시간 또는 스피드를 세팅한 후 교통카드(NFC)를

스마트 디바이스 대면, 설정한 값은 내부 스마트 디바이스와 서버에 저장이 된다. 내부 스마트 디바이스에 저장하는 이유는 인터넷이 연결이 되지 않는 환경에서 언제든지 사용하기 위함이며, 서버에 저장되는 데이터는 현재 사용하고 있는 모바일 디바이스가 아닌 다른 디바이스에서도 내가 설정한 세팅 값을 똑같이 사용하기 위함이다. 교통카드(NFC)는 사용자를 식별하기 위한 용도로 별도의 NFC카드 없이 주변에 가지고 있는 카드를 사용하며, 내부적으로 데이터를 쓰는 용도가 아닌 ID값을 읽기만하는 용도로 사용하기 때문에 교통카드에 별다른 영향을 주지 않는다. 또한, 장애인 또는 노인들은 ID와 패스워드를 외우기 힘들어 하며, 전용 NFC카드를 사용하기에는 별도의 카드를 구매하여야 하는 번거로움이 있기 때문에 항상 가지고 다니는 교통카드를 활용하여 적용하도록 하였다.

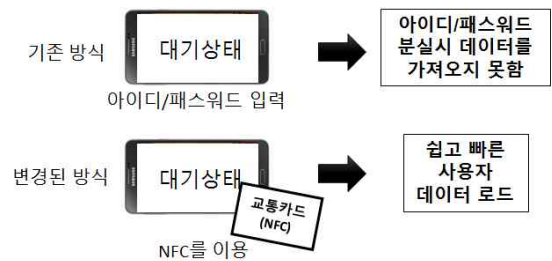


그림 7. 기존방식과 변경된 방식 비교

그림 7과 같이 기존 방식과 변경된 방식을 사용하였을 때 서버로부터 데이터를 가져오는 속도는 차이가 없다. 하지만, 장애인 또는 노인들이 기존방식을 사용할 경우 데이터를 요청하기까지 시간이 오래 걸리거나 포기할 수 있는 요지가 있다. 따라서 대중교통을 이용할 때처럼 스마트 폰의 교통카드를 사용하여 보다 쉽고 빠르게 사용자의 데이터를 가져올 수 있도록 하였다.

2. 명령어를 이용한 시스템 제어

스마트 디바이스를 이용하여, 휠체어를 제어하기 위해서는 별도의 명령어들이 필요하다. 주로 하드웨어에 프로그램을 업로드하기 위해서는 Hex파일을 사용하게 된다. 이는 Inter Hex Format라 하여, 하드웨어와 같은 디바이스에 많이 상용화 되어 있다. 그렇기 때문에 내부에서 처리하는 데이터 형식도 Hex형태를 사용하게 된다. 문자열이나, 숫자(integer)형태를 사용하려면 기존의 Hex형태의 데이터를 변환해주고, 이를 다시 보내

기 위해서는 Hex형태로 다시 변환해 보내줘야 하는 절차를 갖게 된다.

전동 휠체어의 시트 조절 및 이동, 모니터링, 모터 동작 등 다양한 기능이 필요한 시스템에서 최소한의 딜레이를 없애기 위해 하드웨어에서 기본적으로 사용하는 Hex데이터 형식을 사용한다. 명령어의 사용용도는 크게 2가지로 나뉜다. 하나는 제어를 위한 명령어이고, 나머지 하나는 모니터링을 위한 명령어들이다. 명령어 형식은 “Head + 명령어”로 이루어져 있다. Head는 데이터를 받는 쪽에서 이 데이터가 어떤 데이터인지 빠르게 분석을 하기 위한 형식이다. 처음 데이터를 읽을 때 Head데이터 부분을 분석하게 되며, Head데이터 분석이 완료되면 그에 맞는 명령어 처리를 하게 된다. 이는 명령어가 손실되어 명령어가 잘못 전달됐을 경우 오류로 인해 전체 디바이스가 멈추거나 처리속도가 늦어지는 것을 방지한다.

표 2. 시스템 제어를 위한 명령어 정의

욕창 예방 시스템 시간 설정	Head	시간 설정	
	05	정지 : 00, 1~7시 : 01~07 강제 시작 : AA	
예시) 05 01			

시트 제어	Head	X축 (±12°)	Y축 (±12°)
	04	0 : 0C	0 : 0C
-12~1° (앞) : 00~0B +1~12° (뒤) : 0D~18		-12~1° (왼쪽) : 00~0B +1~12° (오른쪽) : 0D~18	
예시) 뒤 5°, 오른쪽 2° : 04 11 0E			

휠체어 이동	Head	방향	앞, 뒤	속도 (0~10단계)
	03	정지 : 00 직진 : 11 왼쪽 : 12 오른쪽 : 13	정지 : 10 앞 : 14 뒤 : 15	
예시) 왼쪽 및 앞으로 이동, 속도 1단계 : 03 12 14 01				

표 2와 같이 시스템을 제어하기 위한 명령어는 다음과 같으며, 데이터 형태는 모두 Hex(16진수)이다. 욕창 방지 설정 명령어는 Head데이터가 05로 시작되며, 시간은 1~7시까지 설정을 할 수 있다. 하드웨어 자체적으로 욕창방지 시간을 체크하며, 일정한 시간에 욕창예방 시스템이 동작하지 않으면, 스마트 디바이스에서 체크

를 한 후 일정시간에 맞게 욕창예방시스템을 동작시킨다. 이때, 욕창방지 정지와 관련된 데이터를 제외하고는 모든 기능과 명령어는 적용되지 않는다. 이는 욕창예방 시스템이 진행되고 있을 때, 전동 휠체어가 이동을 하거나 다른 명령어로 인해 사용자 위험해 질 수 있기 때문에 사전에 위험요소를 차단하는 것이다. 데이터를 예를 들어 “05 01”이라고 하면 욕창 예방 시스템을 1시간마다 동작시킨다는 것이다. 시트제어와 관련한 명령어는 주로 수동제어를 위한 명령어로 자동으로 시트평행을 유지하는 시스템에서는 사용되지 않는다. 수동제어는 기본적인 시트의 위치 X축 0°, Y축 0°를 말하며, 사용자에게 따라 시트의 기본 위치를 설정할 수 있다. 이는 시트의 각도에 따라 사용자가 느끼는 편안함이 다르기 때문이다. 시트는 Head가 04로 시작되며 X축은 앞, 뒤 방향을 말하며, 00~0B는 앞쪽 방향으로 1°에서부터 12°까지를 의미한다. 뒤쪽 방향으로는 0D~18로 앞쪽과 똑같이 1°에서 12°까지 시트를 뒤로 기울일 수 있다. Y축 방향은 좌, 우 방향을 말하며, X축과 마찬가지로 00~18까지의 Hex코드를 이용하여 ±20°범위를 사용자가 원하는 대로 시트를 제어할 수 있다. 0°는 0C로 지면과 시트가 평행한 상태를 의미하며, X축 방향과 Y축방향이 같다. 데이터 형태는 “Head + X축 방향 + Y축 방향”으로 구성되어 있으며, 사용자가 예를 들어 시트를 뒤로 5°, 오른쪽으로 2° 시트를 동작시킨다고 하였을 때, 데이터 형식은 “04 11 0E”형태로 데이터가 전송된다. 휠체어를 이동하는 명령어는 4개의 Hex코드를 사용한다. 사용자가 스마트 디바이스 인터페이스를 이용하여 휠체어 이동 버튼을 누르면, 내부적으로 명령어가 3초에 한 번씩 전송이 된다. 그리고 사용자가 다른 버튼을 누르게 되면 누른 시점부터 명령어가 3초에 한 번씩 전송이 된다. 이는 반복적으로 명령어를 전송할 경우 반복적인 데이터 처리로 인하여 딜레이가 생기거나 순간적인 버퍼가 쌓여 다른 데이터를 즉각적으로 처리하지 못할 경우를 방지하기 위함이다. 휠체어 이동은 03의 Head로 시작하며, 정지는 00, 직진은 11, 왼쪽과 오른쪽은 각각 12와 13의 Hex코드를 사용한다. 이때 앞과 뒤는 14와 15의 Hex코드를 사용하게 된다. 대각선 방향으로 갈 경우 왼쪽 또는 오른쪽 방향의 Hex코드와 앞으로 가는 Hex를 같이 사용하면 대각선 방향으로 전동 휠체어가 움직인다. 왼쪽 또는 오른쪽으로만 방향을 돌릴 경우, 앞 또는 뒤로 가는 명령어를 10으로 보내줘야 한다. 속도는 0에서 10단계 까지 있으며, 00이면 정지 그 이상이면 휠체어가 앞 또는 뒤로 움직인다. 예를 들어 사용자가 왼쪽과 앞

쪽의 대각선 방향으로 속도는 1단계로 진행하고 싶다면 내부적으로 제어데이터는 "03 12 14 01"로 데이터가 전송이 된다. Hex데이터는 최소 2개에서 최대 4개의 데이터로 이루어져 있기 때문에 데이터가 길어 손실이 되는 경우가 없으며, 빠르게 데이터를 보낼 수 있다는 장점을 가지고 있다. 이러한 데이터는 스마트 디바이스와 전동 휠체어에 시트를 제어하는 통합보드(MUC)의 통신을 말하며, Bluetooth를 이용하여, 실시간으로 데이터를 주고 받게 된다.

3. 스마트 디바이스 모니터링을 위한 명령어

사용자가 스마트 디바이스를 통해 전동 휠체어를 모니터링 하기 위해서는 표 3에 있는 패킷을 사용하여야 한다. 표 3은 시스템 상태 정보를 체크하기 위한 패킷이다. 일반적으로 속도와 관련된 정보는 스마트 디바이스의 GPS를 이용하여 휠체어의 속도를 체크한다. 그 외 전동 휠체어의 상태를 체크하기 위해서는 그림 8과 같이 Bluetooth 통신을 이용하여 데이터를 주고받는다.

표 3. 시스템 상태 정보를 위한 패킷 정의

각도 체크 요청	Head		Check	
	01		11	
ex) 01 11				
현재 각도 정보 전송	Head	Check	X축(±12°)	Y축(±12°)
	02	11	0 : 0C -12~1° (앞) : 00~0B +1~12° (뒤) : 0D~18	0 : 0C -12~1° (왼쪽) : 00~0B +1~12° (오른쪽) : 0D~18
ex) 02 11 0A 0F : 앞 2°, 오른쪽 3°				
배터리 체크 요청	Head		Check	
	01		12	
ex) 01 11				
현재 배터리 값 전송	Head	Check	Battery Status	
	02	12	0~100% : 00~64	
ex) 02 12 38 : Battery 56%				



그림 8. 시스템의 상태정보 체크를 위한 데이터 전송

스마트 모바일 디바이스가 데이터를 요청하게 되면 시트 틸팅 제어 컨트롤러 보드는 요청한 데이터를 분석하여, 그에 맞는 데이터를 다시 보내준다. 스마트 디바이스는 Hex코드를 분석하여 사용자가 쉽게 볼 수 있도록 인터페이스를 통해 알려준다. 스마트 디바이스가 Bluetooth를 통해 시트 틸팅 제어 컨트롤 보드와 연결이 되면, 스마트 디바이스는 일정 시간마다 데이터를 요청하게 된다. 현재 각도는 시트의 기울기를 나타내며, 스마트 디바이스가 각도요청 데이터를 보내게 되면 500ms 간격으로 현재 각도정보를 지속적으로 보내게 된다. 각도체크 요청 데이터는 01로 시작되며, 체크데이터는 11로 휠체어 컨트롤 보드에게 데이터를 보내게 된다. 요청 데이터를 분석한 휠체어 컨트롤 보드는 "Head + Check + X축 + Y축" 형식의 데이터를 보낸다. 스마트 디바이스가 요청한 데이터를 보내기 때문에 시트 기울기에 따른 요청데이터는 Head 02, Check 11로 구성된다. X와 Y축은 00~0B의 Hex값을 보내며, ±20°의 범위를 나타낸다. 예를 들어 휠체어 컨트롤 보드에서 02 11 0A 0F라고 데이터가 보내지면 현재 시트는 앞으로 2°, 오른쪽으로 3° 기울어져 있다는 뜻이다. 시트에 관한 기울기 정보는 한번 요청이 오면 Bluetooth통신이 끊기거나 어플리케이션이 종료 될 때까지 반복적으로 현재 상태를 전송하게 된다. 시트의 기울기와 다르게 배터리 잔량체크는 반복적으로 전송하는 것이 아닌 스마트 디바이스에서 요청할 때마다 현재 상태를 알려준다. 배터리 특성상 초단위로 체크를 할 필요가 없기 때문에 5분에 한 번씩 스마트 디바이스가 요청하는 데이터를 보내면 휠체어 컨트롤보드가 이를 체크하여 스마트 디바이스에게 데이터를 보내게 된다. 배터리 체크 요청 데이터는 01 12로 고정되어 있으며, 배터리 체크 값은 "Head + Check + 배터리 상태"형태의 데이터로 전송이 된다. 예를 들어 02 12 38이라고 데이터가 전송이 됐다면, 현재 배터리는 56%가 남아 있다는 뜻이다. 마지막 Hex (16진수) 38를 10진수로 변환하면 56이 나온다. 이처럼 모니터링에 사용하는 값들은 Hex형태를 Integer형태로 변환하여 사용자가 쉽게 알 수 있도록 하는데 목적이 있다.

Ⅶ. 결론

본 연구는 모바일 디바이스 환경기반의 NFC를 이용한 사용자 맞춤형 전동 휠체어 제어 시스템을 제공한다. 기존 연구에서 진행하고 있는 전동 휠체어와 연동하여

누구나 쉽고 빠르게 휠체어를 사용할 수 있도록 하며, 하드웨어에서 기본적으로 사용하고 있는 Hex코드를 그대로 사용하여 보다 빠른 처리로 전동 휠체어를 제어할 수 있도록 도와준다. 스마트 모바일의 인터페이스는 시트 설정 및 휠체어의 이동을 쉽게 제어할 수 있도록 도와준다. 스마트 디바이스는 욕창예방 시스템을 설정 및 관리를 해주며, 실시간으로 휠체어의 상태를 인터페이스를 통해 보여준다. 앞에서 설명하였듯이 테스트 환경은 갤럭시 노트3를 사용 하였으며, 최근 스마트폰의 기본적으로 내장되어 있는 NFC 카드리더기를 이용하여 개인에 맞춘 시스템을 적용할 수 있도록 하였다. NFC태그는 주변에서 쉽게 구할 수 있는 버스카드(NFC)를 이용하였으며, 어떤 디바이스에서든지 내가 설정한 값을 언제, 어디서나 불러와서 적용할 수 있도록 하였다. 설정한 정보 값은 Xml형태로 스마트 디바이스 내부 저장 공간과 서버에 동시적으로 저장되어, 디바이스가 변경이 되거나, 인터넷이 되지 않은 환경에서도 제약 없이 사용할 수 있도록 하였다. 본 논문의 시스템을 연구에서만 끝나는 것이 아니라, 현재 연구에 더욱더 기능과 보안을 추가하여 국내 보조기구사업이 도움이 되었으면 한다. 추후 과제로는 개인적인 설정 값 적용뿐만 아니라 휠체어를 이용하는 사람의 건강상태 및 위급하였을 때 언제든지 도움을 받을 수 있는 시스템을 연구할 예정이다.

REFERENCES

- [1] Milenkovic, Aleksandar, Mladen Milosevic, and Emil Jovanov, "Smartphones for smart wheelchairs," *Body Sensor Networks (BSN), 2013 IEEE International Conference on, IEEE*, pp. 1-6. 2013.
- [2] Kim, Jeonghee, et al., "Evaluation of a smartphone platform as a wireless interface between Tongue Drive system and electric-powered wheelchairs," *Biomedical Engineering, IEEE Transactions on*, Vol. 59, No. 6, pp. 1787-1796. 2012.
- [3] Jia, P., and H. Hu, "Active shape model-based user identification for an intelligent wheelchair," *International Journal of Advanced Mechatronic Systems*, Vol. 1, No. 4, pp. 299-307. 2009.
- [4] Urdiales, Cristina, et al., "Biometrically modulated collaborative control for an assistive wheelchair," *Neural Systems and Rehabilitation Engineering, IEEE Transactions on*, Vol. 18, No. 4, pp. 398-408. 2010.
- [5] Proenca, Ricardo, Arminda Guerra, and Pedro Campos, "A Gestural Recognition Interface for Intelligent Wheelchair Users," *International Journal of Sociotechnology and Knowledge Development (IJSKD)*, Vol. 5, No. 2, pp. 63-81. 2013.
- [6] Al-Rousan, M., and K. Assaleh, "A wavelet-and neural network-based voice system for a smart wheelchair control," *Journal of the Franklin Institute*, Vol. 348, No. 1, pp. 90-100. 2011.
- [7] Postolache, Octavian, et al., "Pervasive sensing and computing for wheelchairs users health assessment," *Bioengineering (ENBENG), 2011. ENBENG 2011. 1st Portuguese Meeting in, IEEE*, pp. 1-4. 2011.
- [8] Dai, Rui, Sharon Eve Sonenblum, and Stephen Sprigle. "A robust wheelchair pressure relief monitoring system." *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2012 Annual International Conference of the IEEE, IEEE*, pp. 6107-6110, 2012.
- [9] Harada, Susumu, et al. "Characteristics of Elderly User Behavior on Mobile Multi-touch Devices," *Human-Computer Interaction, INTERACT 2013, Springer Berlin Heidelberg*, pp. 323-341. 2013.
- [10] Ok, Kerem, et al. "Current benefits and future directions of NFC services," *Education and Management Technology (ICEMT), 2010 International Conference on, IEEE*, 2010.
- [11] Kostinger, Harald, et al. "Developing a NFC based patient identification and ward round system for mobile devices using the android platform," *Point-of-Care Healthcare Technologies (PHT), 2013 IEEE, IEEE*, pp. 176-179, 2013.
- [12] Riekkki, Jukka, Ivan Sanchez, and Mikko Pyykkonen. "NFC-based user interfaces," *Near Field Communication (NFC), 2012 4th International Workshop on, IEEE*, pp. 3-9, 2012.

저 자 소 개



박상현

2010년 한국나사렛대학교
멀티미디어학과 학사
2014년 전남대학교 전자컴퓨터공학부
(공학석사)

2010년 ~ 2012년 (주)미디어플로우 시스템개발 개발원
2014년 ~ 현재 전남대학교 전자컴퓨터공학부 박사과정
〈주관심분야 : 인터랙티브 미디어, 시스템 관리,
임베디스 시스템, 디지털미디어, 클라우드 컴퓨팅 등〉



김진술

2001년 Computer Science (BSCS),
University of Utah, USA
2005년 KAIST 정보통신공학과
디지털미디어공학전공
(공학석사)

2008년 KAIST 정보통신공학과
디지털미디어공학전공(공학박사)
2005년 ~ 2008년 ETRI 한국전자통신연구원 연구원
2009년 ~ 2011년 한국나사렛대학교 멀티미디어학과
교수
2012년 ~ 현재 전남대학교 전자컴퓨터공학부 교수
〈주관심분야 : 방송 · 통신 융합미디어 처리, 디지털미
디어처리, 휴먼-컴퓨터 인터렉션 등〉