

모바일 단말기의 디스플레이 장치를 이용한 새로운 데이터 전송방법

A Novel Data Transmit Method Using Display Units of Mobile Devices

신호철*, 조규민**, 오원석***, 김희준****
Hochul Shin*, Kyumin Cho**, Wonseok Oh***, Heejun Kim****

Abstract - This paper presents a novel data transmit method using display units of mobile devices. Mobile devices such as personal-digital-assistants (PDAs) and cellular phones have a display unit. The typical display unit is a liquid-crystal-display (LCD) with an back-light. Since the proposed data transmit method uses the LCD or back-light as a data transmitter, it is a kind of sightable light communication. In order to transmit the data, the display unit driven by an application program on the platform of mobile devices. In this paper, detailed data transmit scheme, specific data protocol are presented and discussed. Finally, with the experimental results, usefulness of the proposed data transmit method is verified.

Key Words : data transmit method, display units, back-light, application program, mobile devices

1. 서론

전자기술 및 통신기술의 발달과 생활 양식의 변화에 따라 휴대폰, PDA(Personal Digital Assistant) 등의 휴대용 단말기의 보급이 급속하게 확산되어 일상생활의 필수품이 되었다. 또한 휴대폰의 기능은 단순한 음성통화 또는 데이터통신 등의 고유 통신 영역에만 그치지 않고, 디지털 카메라, MP3 Player, 바코드 리더 등의 다목적 개인용 단말기로 변화하고 있다. 특히 휴대용 단말기의 인터넷 서비스 및 각종 응용프로그램 구동을 위한 플랫폼이 마련됨으로써 이들 플랫폼이 제공하는 응용프로그램 인터페이스(Application Programming Interface, API)를 이용하여 소프트웨어만으로도 손쉽게 휴대폰의 기능을 확장하는 것이 가능하게 되었다.

한편, RS232, USB(Universal Serial Bus), 적외선, RF(Radio Frequency), Bluetooth 등의 각종 보조 통신 수단이 장착됨으로써 단말기 사이 또는 단말기와 주변기기 사이의 정보 교환이 가능하게 되었다. 대부분의 휴대용 단말기는 유선 통신 기능으로 RS232 혹은 USB 인터페이스를 기본적으로 제공하고 있으며, 특히 PDA의 대부분은 무선 통신 기능으로써 적외선 인터페이스를 기본적으로 제공하고 있다. 그러나 휴대폰의 경우에는 최근 출시되고 있는 휴대폰과 기존의 몇몇 기종을 제외하면 별다른 무선 통신기능을 제공하고 있지 못하다.

또한, 최근 표준 플랫폼으로 추진되고있는 WIPI(Wireless Internet Platform for Interoperability)를 제외한 GVM(General Virtual Machine), SKVM(SK-telecom Virtual Machine), Ez-java 등의 가상머신이나 BREW(Binary Runtime Environment Wireless), WITOP(Wireless Internet Terminal Open Platform) 등의 플랫폼에서는 적외선 통신 관련 API가 제대로 제공되지 않고 있기 때문에 휴대폰에 적외선 인터페이스가 있다고 하여도 응용프로그램을 이용한 범용적인 적외선 통신은 불가능한 상태이다.

이러한 연유로, 일각에서는 휴대용 단말기에 장착된 스피커와 마이크를 이용하여 음파를 이용한 통신이 시도된 바 있다. 이는 기존의 휴대용 단말기에 별도의 통신 장치를 부가하지 않아도 된다는 장점이 있으나, 이 역시 응용프로그램상에서의 구현이 용이하지 못하다는 것과 주변 환경 소음의 영향을 크게 받는다는 현실적 제약으로 인하여 실용적이지 못하다. 또한 대부분의 기존 휴대용 단말기에 필수적으로 장착된 LCD 화면 또는 배경 조명용 back-light의 점멸을 이용하여 정보를 전송하는 방식이 개발되어 실용화된 바 있다. 이 방식은 단방향 통신이라는 제약을 가지고 있으나, 별도의 통신 장치를 부가하지 않고도 휴대용 단말기로부터 정보를 전송할 수 있다는 큰 장점이 있으므로 그 활용 분야는 매우 클 것으로 기대된다. 특히 단방향의 간단한 정보 송신에 있어서 는 획기적인 방법으로 평가된다.

그러나 근본적으로 응답이 느린 LCD화면 또는 back-light를 이용, 가시광의 변화로써 데이터를 전송하기 때문에 데이터 전송률이 매우 낮다는 단점이 있다. 그리고 휴대폰의 경우에는 휴대폰 고유의 기능 즉, 기지국과의 주기적 통신 등으로 인하여 응용프로그램상에서 변조한 데이터 그대로 광신호가 송출되지 못하는 등 데이터 전송상의 근본적인 문제점이 지니고 있다.

저자 소개

- * 非 會 員 : 柳韓大學 情報通信科 겸임교수, 델타텍 선임연구원
- ** 正 會 員 : 柳韓大學 情報通信科 副教授·工博
- *** 正 會 員 : 柳韓大學 電氣情報科 副教授·工博
- **** 正 會 員 : 漢陽大學 電氣電子컴퓨터工學部 教授·工博

본 논문에서는 LCD화면의 그래픽 또는 문자의 변화 혹은 back-light의 점멸을 이용하여 데이터를 전송하는데 있어서 데이터 전송률을 배가시킬 수 있는 변조 방안을 새롭게 제안하고, 펌웨어의 인터럽트 등 변조 신호의 변형에 있어서도 정확한 정보를 전송할 수 있는 새로운 데이터 전송방법을 제안한다. 본 논문에서는 제안하는 데이터 전송방법의 구체적인 알고리즘 및 프로토콜을 기술하였으며, 개발된 수신기와 송수신 실험 결과로써 제안한 방법의 타당성을 입증하였다.

2. 광신호 점멸을 이용한 데이터 변조방법

원시적인 원격 통신 수단은 가시광을 이용한 정보의 전송이라고 할 수 있다. 봉화와 수기를 이용한 정보의 전송은 가시광을 매개로 한 원격 통신 수단의 대표이다. 또한 직접적인 조명을 통신의 수단으로 활용하는 경우로서는 함상의 조명 통신이 있으며 이는 아직까지도 해군의 작전에 있어서는 필수적인 통신 수단이 되기도 한다. 이러한 광신호를 매개로 한 원격 통신은 과학 기술이 발달과 더불어 눈에 보이지 않는 적외선 통신으로 발달되어 각종 리모콘 등 여러 요소에 활용이 되고 있다. 이상과 같은 공간 중의 광신호를 이용한 통신에 있어서는 각각 나름대로의 서로 다른 데이터 변조방법을 취하고 있으나 기본적으로 모두 광신호의 점멸 혹은 점멸 간격을 이용하여 데이터를 변조한다고 볼 수 있다. 적외선 통신의 경우에는 샘플링 기간내의 빛의 유무로써 데이터를 변조하고 함상의 조명을 이용한 통신에 있어서는 점멸 간격을 이용하여 데이터를 변조한다. 후자의 경우 점멸 간격이 이용되는 까닭은 기계를 사용하지 않고 모든 것을 사람이 직접 조작하여 데이터를 변조하기 때문에 근본적으로 일정한 샘플링 간격을 유지할 수 없기 때문이다.

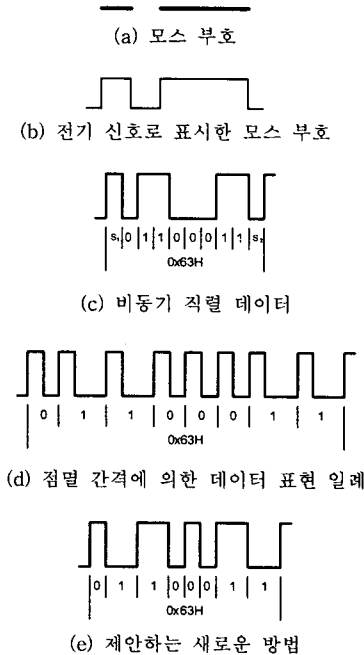


그림 1. 여러 가지 직렬 데이터 표현 방법

그림 1은 신호의 장단으로써 데이터를 변조하는 전통적인 모스부호를 나타내는 것으로 그림 1의 (a)는 돈(dot) 쪼(dash)로 읽히는 영문 "A"이다. 이 모스부호는 1세대 전기 통신이라고 할 수 전신부호의 모체로 과거 우체국의 전보 그리고 아직까지도 변함 없이 군의 무선 통신 분야에서 활용이 되고 있다. 표준 모스부호는 dot의 길이를 1로 하는 경우 dash의 길이는 3으로, 신호와 신호의 간격은 1로 하는 것을 기본으로 하고 있다. 또한 단어와 단어 사이의 간격, 문장 사이의 간격 등 그 기준은 확실하게 정해져 있으나, 사람이 운 영을 하는 한 정확한 길이와 간격을 유지한다는 것은 불가능하다. 그러나 기본적으로 dot와 dash의 길이 차이가 명확하므로 실제 통신에 있어서는 아무런 문제가 되지 않는다. 그림 1의 (b)는 모스 부호를 전기신호의 형태로 표현한 것이다. 이러한 신호 길이의 차이로 데이터를 변조하는 경우에는 송수신자 간의 전송 속도의 차이가 있어도 정확한 데이터 전송이 가능하다는 장점이 있다.

한편, 전자장비를 이용하는 거의 모든 직렬 통신에 있어서는 송수신자간에 미리 약속된 정확한 샘플링 간격을 가지고 데이터를 전송한다. 일례로 그림 1의 (c)에는 전형적인 직렬 데이터 구조를 나타내었다. 이는 데이터 비트 8비트(0x63), 스타트 비트와 스톱 비트를 각각 1비트씩 상정한 것이다. 송수신자간에 미리 약정된 샘플링 간격을 유지한다 할 지라도 RS232C와 같은 전형적인 비동기 직렬 통신에 있어서는, 주기적인 동기화 작업을 위하여 스타트 비트와 스톱비트를 사용하는 것이 일반적이다. 스타트 비트와 스톱비트의 적용은 RS232C 뿐만 아니라 500kbps 이하의 IrDA등 전형적인 비동기통신에 있어서 사용되는 방식이다. 최소한 2비트의 더미가 소요되기는 하지만, 이는 송수신자간의 클럭 오차의 문제점 등을 해결하기 위한 가장 일반적인 방법이다.

그러나 이러한 전통적인 직렬데이터 구조는 본 연구에서 적용하고자 하는 휴대용 단말기의 디스플레이를 이용한 광통신에 있어서는 적절하지 못하다. 그 이유는, 디스플레이 장치마다 밝기가 다르므로 수신기에서 어떤 크기의 광신호 레벨을 기준으로 1/0의 구분하여야 하는가하는, 문턱 신호의 레벨 선정이 용이하지 않다는 것이다. 또한 펌웨어의 고유기능 수행에 따른 짧은 인터럽트라도 있는 경우 샘플링 간격 유지가 불가능하므로, 이후 모든 수신 데이터는 무의미 하다. 실제로 휴대폰의 경우 빈번한 인터럽트로 인하여 이러한 일정 샘플링 간격의 방식은 적용이 불가능하다. 설령, 해당 프로그램이 수행되는 동안은 인터럽트가 방지되도록 펌웨어가 수정된다고 할 지라도, 디스플레이 장치마다 최대 점멸 속도가 상이하므로 일정한 샘플링 간격을 정하고 데이터를 전송한다는 것은 매우 비효율적이다. 왜냐하면 적용하고자 하는 단말기의 가장 늦은 점멸 속도를 기준으로 데이터 전송률이 정해질 수 밖에 없기 때문이다.

그림 1의 (d)는 광신호 점멸 간격을 이용한 데이터 표현의 일례를 보여준다. 이는 모스부호와 동일한 원리로 볼 수 있다. 다만 1/0을 구분하기 위한 간격의 차이를 2:3으로 상정하여 표현한 것이다. 이와 같이 데이터 변조를 1회의 광신호 점멸 간격을 통하여 구현하는 경우에는 다소의 간격 변화는 무시될 수 있으며 점멸장치의 최대 속도로 데이터를 전송할 수 있다는 장점이 있다. 또한 펌웨어의 인터럽트로 인하여 점멸 간격이 길어지는 경우에 있어서는 해당 비트에만 에러

가 있을 뿐 이후 데이터에는 아무런 영향을 주지 않는다. 그러나 만일 본 논문에서 제시하는 바와 같이 휴대용 단말기의 디스플레이 장치를 이용하여 데이터를 전송하고자 한다면, 이는 기본적으로 양방향 데이터 통신이 불가능하기 때문에 단 한 비트의 에러도 치명적이다. 수신기가 수신한 데이터에 오류가 있을 경우 재전송을 요구할 방법이 없기 때문이다. 따라서 이와 같은 응용분야에 있어서는 FEC(Forward Error Correction) 알고리즘의 도입이 필수적임을 알 수 있다.

그림 1의 (e)는 본 논문에서 새롭게 제안하는 광신호를 이용한 데이터 변조방법을 보여 준다. 기본적으로는 그림 2의 (b)와 같이 신호의 간격을 이용하는 것이지만, 점멸의 간격이 아니라 점간격과 밀간격을 모두 이용함으로써 데이터 전송률을 높이고자 한 것이다. 제안하는 변조 방식의 경우에는 비단 광신호를 이용하는 경우 뿐만이 아니라 여타의 직렬 데이터 전송에도 활용이 가능할 것으로 판단된다. 특히 전자회로로 구현하는 경우라면 1/0의 구분을 위한 신호 길이의 차이는 그림과 같이 크지 않아도 된다. 그리고 근본적으로 매 비트마다 에지가 발생하므로 동기화가 용이하며, high/low를 지속적으로 반복하기 때문에 전송로를 포함한 전송장치의 직류성분 문제에 있어서도 상당히 자유로울 수 있다. 뿐만 아니라 전송속도를 자동으로 동조하기에도 매우 편리한 구조임을 알 수 있다.

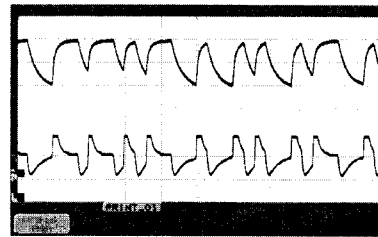
3. 실험 결과 및 고찰

본 논문에서 제안한 방법의 유용성을 확인하기 위하여, 휴대폰의 백라이트점멸 신호를 수신할 수 있는 수신기를 구성하여 실험을 행하였다. 전송 데이터 구성은 사용자가 휴대폰으로 입력한 숫자정보를 원정보로하고, 펌웨어의 인터럽트 등에 의한 에러를 대비한 수단으로써 FEC 코드로 변환하여 전송 데이터를 구성하였다. 표 1은 실험에 적용한 구체적인 데이터 프레임 구조를 나타내는 것으로, 데이터 프레임의 시작을 표시하기 위하여 헤더를 구성하였고, 데이터 랭스는 생략하되 프레임의 끝을 나타내기 위하여 엔드마크를 적용하였다. 구성된 데이터 프레임은 휴대폰의 플랫폼에서 제공되는 API를 이용하여 휴대폰 back-light 점간격과 밀간격을 조정함으로써 최종적으로 2진 데이터를 표현하였다.

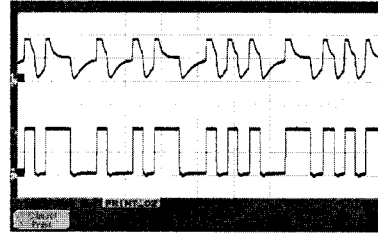
그림 2에 수신기의 각부 파형을 나타내었다. 먼저 그림 2의 (a)는 광신호를 전기신호로 변환한 파형 및 이의 시간변화를 파형을 보여준다. 휴대폰에 따라 그 백라이트의 밝기가 각기 다르므로 본 연구에서는 광신호의 변화시점을 검출하여 광점멸신호로 변조된 데이터를 복조하고자 하였다. 그림 2의 (b)는 시간변화율 파형 및 이를 히스테리시스 비교기를 이용하여 1차 정형화시킨 파형을 보여준다. 이를 이용하여 광신호의 점멸간격을 판단하면 원정보를 추출할 수 있다. 그러나 본 연구에서는 제안하는 데이터 변조 방식은 원리적으로 매우 짧은 노이즈에도 데이터 프레임이 변형되는 단점을 갖기 때문에 이를 극복하기 위하여 히스테리시스 비교기의 출력을 다시 한번 디지털회로로 필터링하였으며 이의 파형을 그림 2의 (c)에 나타내었다. 1msec 이내의 신호는 모두 필터링하도록 한 것이다. 끝으로 그림 2의 (d)에 전체 데이터 프레임을 나타내었다. 휴대폰 고유기능에 따른 인터럽트에 의하여 광점멸신호가 길어지는 경우가 발생할 수 있다.

표 1 데이터 프레임 구조

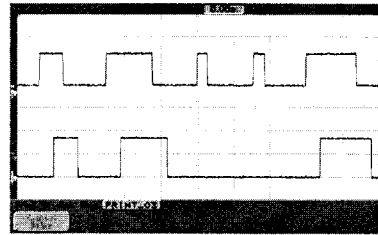
Header	DATA	CRC	End_mark
--------	------	-----	----------



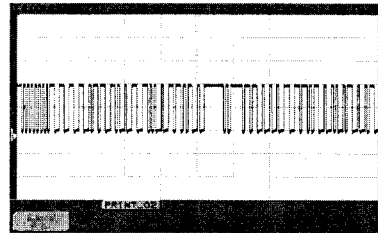
(a) 광/전기신호 변환 파형 및 이의 시간변화율 파형



(b) 시간변화율 파형 및 히스테리시스 비교 파형



(c) 디지털 필터기의 입,출력 파형



(d) 데이터 프레임 파형
그림 2. 수신기의 각부 파형

4. 결론

본 논문에서는 휴대폰의 디스플레이 장치를 휴대폰의 보조 통신수단으로 활용할 수 있음을 제시하였으며, 광신호 점멸간격을 이용한 새로운 데이터 변조방법을 제안하였다. 실험을 통하여 초당 40디지트 이상의 정보전송이 가능함을 확인하였으며 여러 분야에 있어 제안한 방법을 유용하게 적용될 수 있음을 보였다.

참 고 문 헌

[1] 임승철, 박동선, "정보통신공학", 형설출판사, 2002.