

Ad-hoc 네트워크를 이용한 사용자 맵핑 시스템의 설계 및 구현

임효영, 이정구, 곽종욱*
영남대학교 컴퓨터공학과
e-mail:hyoyoung_@naver.com

Design and Implementation of User Mapping System using Ad-hoc Network

Hyo Young Lim, Jeong Gu Lee, Jong Wook Kwak
Department of Computer Engineering, Yeungnam University

요 약

Ad-hoc 네트워크란 지정된 이동성 지원 기반 시설의 도움 없이 임시 망을 구성하는 이동 호스트와 무선 인터페이스의 집합이다. Ad-hoc 네트워크는 Access Point 없이 이동성이 지원 된다는 점에서 최근 많은 각광을 받고 있으며, 현재 많은 연구들이 진행되고 있는 기술이다. 본 논문에서는 이러한 Ad-hoc 네트워크의 특징을 이용하여 소수의 관리자가 다수의 이동 가능한 관리 대상들을 효율적으로 제어하기 위한 사용자 맵핑 시스템을 설계 및 구현 한다. 본 논문에서 하드웨어적으로 직접 구현한 사용자 맵핑 시스템은 사용자 위치 정보 노드(u_LIN , User Location Information Node)라 명명된 장치들이 네트워크를 구축하고, 그 네트워크에서 하나 이상의 u_LIN 이 사라지면 경고 시스템을 활성화 하여 사라진 u_LIN 을 찾도록 도와주는 시스템이다. 본 논문에서 구현한 사용자 맵핑 시스템의 성능 평가 결과 u_LIN 간 1:1 통신을 직선거리에서 수행하였을 때 약 250m까지 정상적으로 통신하였으며, 1:N 통신 역시 100m 이내의 거리에서 안정적으로 정보를 주고받았다. 본 시스템은 미아 방지 시스템, 등산객 조난 방지 시스템, 유치원 아동관리 시스템, 관광 가이드의 관광객 관리 시스템 등 여러 시스템에 유연하게 적용이 가능하여 앞으로도 활용도가 높을 것으로 예상된다.

1. 서론

Ad-hoc 네트워크는 최근 각광 받고 있는 무선 네트워크의 기술 중 하나이며, 관련 연구가 활발히 이루어지고 있다. Ad-hoc 네트워크란 기지국이나 AP(Access Point) 없이 무선으로 통신이 가능한 노드들끼리 서로 정보를 주고받는 네트워크 구조이다. 한편, 소수의 관리자가 이동 가능한 다수의 관리 대상들을 관리하는 방법으로는 관리자가 관리 대상을 시야에 두고 일일이 확인하면서 이탈하지 않도록 하는 것이 거의 유일했다. 하지만 이는 매우 제한적이며, 여러 돌발 상황이 발생 할 수 있다.

이에 본 논문에서 제안하는 시스템은 소수의 관리자가 다수의 관리 대상을 효율적으로 관리하고 예기치 못한 돌발 상황을 방지하기 위해 이동성이 보장 되는 Ad-hoc 네트워크를 이용하여 다수의 사용자 위치 정보 노드들이 네트워크를 구성하고, 해당 위치를 안드로이드 환경을 통해 확인 가능하게 한다. 이를 바탕으로 하나 이상의 사용자 위치 정보 노드가 네트워크상에서 사라지면 진동 경고 시스템을 활성화 하여 사라진 사용자 위치 정보 노드를 찾도록 도와주는 사용자 맵핑 시스템을 구현 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문의 배경지식에 대해 알아보고, 3장에서는 전체 시스템 구성과 사용자 위치 정보 노드의 구현 방법 및 구성, 그리고 동작 과정에 대해 설명한다. 4장에서는 개발 및 성능평가 환경을 소개하며 본 논문에서 제안한 시스템의 성능에 대해 평가하고 분석한다. 마지막으로 5장에서는 본 논문에서 구현한 시스템에 대한 결론에 대해서 논의한다.

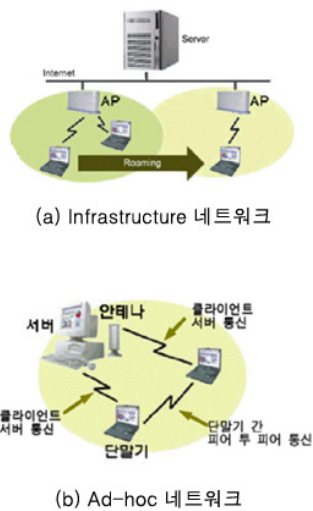
2. 배경지식

2.1 무선 네트워크

신호를 전하는 케이블 대신 무선 전파를 이용하는 통신 네트워크를 통틀어 무선 네트워크(Wireless Network)라고 한다. 주로 PC나 PDA 단말기의 인터넷 접속에 이용되는 경우가 많으며, 무선 인터넷 규약에 의해 사용하는 것과 무선 랜(LAN)을 사용하는 방법이 대표적이다.

이러한 무선 네트워크는 (그림 1)에 나와 있는 것과 같이 두 가지 종류로 분류할 수 있다. 기지국이나 AP를 중심으로 구성되는 인프라가 있는 Infrastructure 네트워크와 노드들로 구성된 인프라가 없는 Ad-hoc 네트워크로 분류할 수 있다[1].

* 교신저자(corresponding author)



(그림 1) 무선 네트워크 종류

2.2 Ad-hoc 네트워크

Ad-hoc 네트워크는 지정된 이동성 지원 기반 시설의 도움 없이 임시 네트워크를 구성하는 이동 호스트와 무선 인터페이스의 집합이다. 이러한 네트워크 구조에서, 각 이동 호스트는 단말 호스트이면서 라우터로 동작하여 패킷을 다른 이동 호스트로 전달한다. 이때, 이동성 지원 기술은 위치 정보가 서로 다른 하드웨어 특성 영역 혹은 서로 다른 이동 통신망 사이에서 단말의 이동을 추적하고, 필요하다면 네트워크 구성 요소 사이에 상호 전달하는데 소요되는 방법론을 통칭한다. 기존 인프라가 필요치 않는 특성으로 인하여 임시 구성용 네트워크나 지진과 같은 자연재해, 테러 등에 의한 재난 지역과 특히 전쟁터와 같은 기반 시설이 없는 환경에서 적용가능토록 주로 군사용 망에 중점을 두어 연구 개발이 진행 되었으나, 최근 인터넷의 급속한 성장을 바탕으로 원거리 네트워크뿐만 아니라 근거리 네트워크에서도 상업적으로 주목받기 시작했다[2].

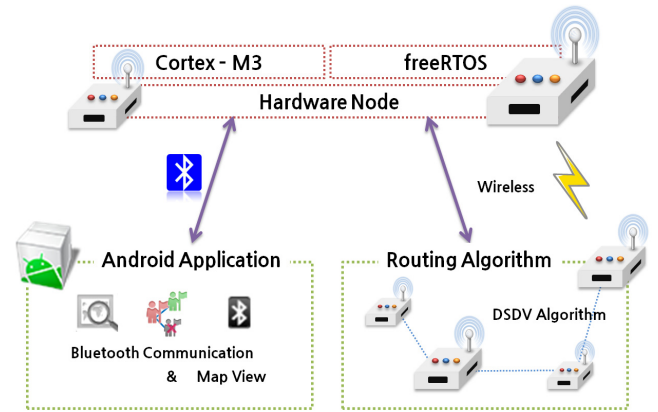
3. Ad-hoc 네트워크를 이용한 사용자 맵핑 시스템

3.1 시스템 구조

(그림 2)는 본 논문에서 제안하는 시스템의 전체적인 구조이다. 먼저 사용자 위치 정보 노드(u_LIN , User Location Information Node, 이하 u_LIN)란 본 연구를 통해 제작한 하드웨어 디바이스를 지칭하는 것이다.

각 사용자 위치 정보 노드는 ARM 계열의 Cortex-M3 Chip을 사용하고 freeRTOS를 포팅 하였다. 또한 DSDV (Destination Sequenced Distance Vector) 라우팅 알고리즘을 구현하여 자체적으로 네트워크가 형성된다[3].

그리고 사용자 위치 정보 노드 간에 구축된 네트워크는 안드로이드 환경과 블루투스 통신을 통해서 상호간 정보를 확인할 수 있으며, 안드로이드 환경이 아닌 경우는 LED를 통해 통신 정보를 나타낼 수 있도록 구현하였다.



(그림 2) 시스템 구조

3.2 사용자 위치 정보 노드 구현

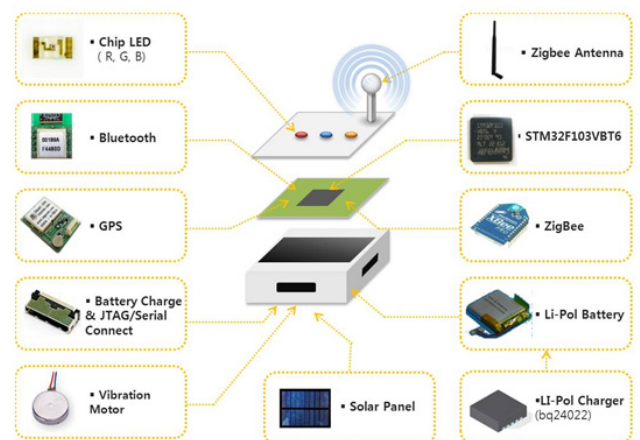
3.2.1 사용자 위치 정보 노드의 구조

하드웨어 장비인 사용자 위치 정보 노드(u_LIN)는 플라스틱 케이스로 제작된 하드웨어 모듈로 구성된다. 내부의 세부적인 구성 요소는 그림 3을 바탕으로 다음과 같다.

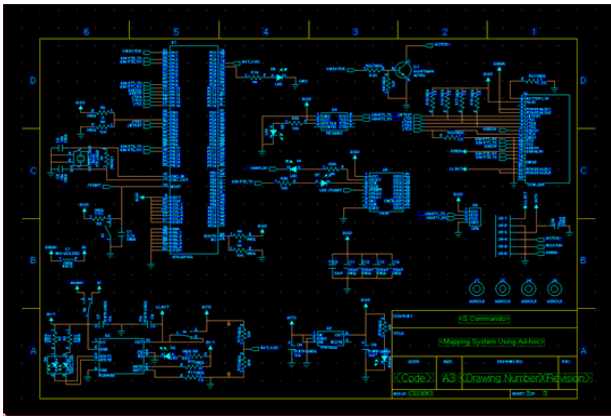
먼저, MCU는 ARM Core인 Cortex-M3 Architecture가 적용된 Micro-controller 중의 하나인 STM32F103VBT6 Chip을 사용하였다. 제조사는 ST이며 외부 또는 내부 8MHz의 Crystal을 사용하여 내부 PLL회로를 통해 72MHz까지 클록을 사용할 수 있다. 그리고 MCU에 freeRTOS를 포팅 하였다.

두 번째로, 무선 통신은 지그비(Zigbee)와 블루투스를 활용하는데, 지그비는 Xbee Pro U.FL 안테나 타입으로 각 노드 간 네트워크를 형성하기 위한 통신 모듈이고 블루투스는 안드로이드 폰에게 GPS 좌표와 같은 정보를 주기 위한 통신 모듈로 Cortex에서 생성된 GPS 좌표와 라우팅 데이터를 안드로이드 환경에 전송한다[4].

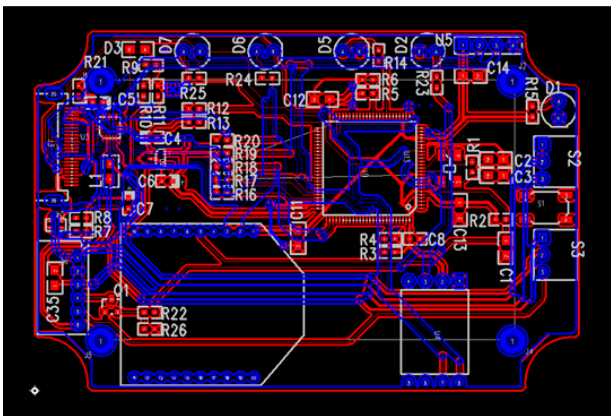
세 번째로, 각 노드들은 자신의 GPS 데이터를 가지고 있고, 다른 노드들 간의 네트워크 형성을 위해 각자의 위치 정보를 주고받는다.



(그림 3) 제안된 u_LIN 시스템 구조



(그림 4) 회로 설계

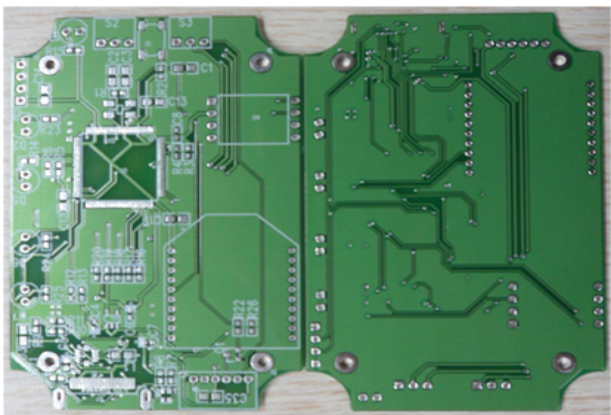


(그림 5) PCB 레이아웃

네 번째로, Solar Panel은 구축된 네트워크에서 이탈하여 혼자 떨어지게 될 경우 긴급 시 배터리가 모두 소모되어 전력 공급이 힘든 상황에서 태양 전지를 이용해 충전이 가능하도록 설계 하였다.

다섯 번째로, 배터리 충전은 휴대폰 케이블을 이용하는 방법과 태양 전지를 이용하는 방법으로 두 가지를 제공한다. 어떤 방법으로 충전 할 지는 스위치를 통해 선택할 수 있도록 하였다.

마지막으로, 경고 및 알람은 네트워크 형성 후 하나 이상의 노드가 네트워크에서 벗어날 경우 진동 모터를 이용해서 알람을 울려 경고를 하고, LED를 통해 블루투스 및 지그비, GPS 통신 상태를 알 수 있다.



(그림 6) PCB 실제 모습



(그림 7) 완성된 u-LIN

3.2.2 PCB Artwork

먼저 회로 설계는 (그림 4)과 같이 설계하였다[5]. 그리고 PADS에서의 PCB 레이아웃은 (그림 5)와 같다. 이를 바탕으로 제작된 실제 PCB 모습은 (그림 6)과 같다.

3.2.3 완성된 노드

완성된 하드웨어 장비는 (그림 7)에 나타나있다. 앞면에는 비상시에 충전이 가능하도록 Solar Panel을 장착하였고, 상단부에는 안테나와 전원 스위치, 충전 모드 스위치로 구성하였다. 옆면은 상태 확인을 위한 LED 이다. 맨 위에 위치한 LED는 GPS 상태를 나타내고 두 번째 LED는 블루투스 상태를 나타낸다. 세 번째 LED는 TX(송신) 상태, 마지막 LED는 RX(수신) 상태를 나타낸다.

4. 성능평가

4.1 개발 환경

본 논문에서 구현한 시스템의 개발 환경을 <표 1>에 소개하였다. OS는 Windows XP SP3과 Windows 7을 사용하였고 개발 환경은 Inventor 2008, PADS2007, Orcad10.5, IAR Embedded Workbench 5.41, Android SDK 2.1v, Eclipse Galileo이다. 안드로이드 어플리케이션은 JDK 1.6으로 제작하였다.

<표 1> 개발 환경

OS	Windows XP SP3
	Windows 7
Tools	Microsoft Visual Studio 2008
	Inventor 2008
	PADS2007
	Orcad10.5
	IAR Embedded Workbench 5.41
	Android SDK 2.1v
Language	Eclipse Galileo
	C
	Java JDK 1.6

4.2 모의실험 결과

참고문헌

본 논문이 구현한 시스템으로 모의실험을 수행한 결과는 다음과 같다. 우선, 두 개의 u_LIN 으로 직선거리에서 1:1 통신을 수행한 결과 약 250m 까지 정상적으로 데이터를 송·수신 하는 것을 확인하였다.

또한 u_LIN 이 다수의 다른 u_LIN 과 통신을 통해 데이터를 송·수신 할 수 있는 가를 확인하는 u_LIN 간 1:N 통신의 실험 결과는 다음과 같다. 먼저, 노드 간 약 100m 이내의 거리에서 직선으로 3개의 노드로 통신을 수행한 결과 정상적으로 데이터를 송·수신 하는 것을 확인하였다. 그 다음, 노드 간 약 100m 이내의 거리에서 삼각형 형태로 3개의 노드로 통신을 수행한 결과 역시 정상적으로 데이터를 주고받는 것으로 확인되었다. 세 번째로, 노드 간 약 75m 이내의 거리에서 4개의 노드로 '1' 형태로 통신을 수행한 결과 역시 정상적으로 데이터를 주고받는 것을 확인하였다. 마지막으로, 노드 간 약 50m 이내의 거리에서 6개의 노드로 통신한 결과, 정상적으로 데이터를 송·수신 하는 것을 확인 하였다.

전체적으로는 중간에 하나 이상의 노드가 사라질 경우, 진동으로 경고하며, 이 경우도 직선으로 최대 거리 250m 안에 노드가 있는 경우 전체적인 통신이 끊어지지 않고 데이터를 송·수신 하는 것을 확인하였다.

5. 결론

본 논문은 소수의 관리자가 이동성을 가지는 다수의 관리 대상들을 관리하고자 할 때, 효율적인 관리를 가능하게 하고 또한 예측하지 못한 돌발 상황을 대비하기 위한 시스템으로 Ad-hoc 네트워크를 이용한 사용자 맵핑 시스템을 설계하고 이를 직접 구현하였다.

본 논문에서 구현하여 명명된 u_LIN 은 상호간의 통신을 통해 서로의 위치를 파악하여 독립적인 네트워크를 구성한다. 만약 하나 이상의 사용자 위치 정보 노드가 형성된 네트워크에서 사라질 경우 진동 혹은 알람으로 현재의 상황을 알린다. 또한 안드로이드 환경과 블루투스 통신을 통해 실시간으로 사용자 위치 정보 노드의 위치를 확인할 수 있게 하였다. 본 논문에서 구현한 시스템의 모의실험 결과는 최대 250m 직선거리에서 통신이 가능하며, 다양한 형태의 네트워크 환경에서도 무리 없이 동작함을 확인하였다.

본 논문에서 제안된 시스템은 Ad-hoc 네트워크 특징에 기반을 두어 독립적인 네트워크를 구성한다. 이 때문에 이동성이 있는 관리 대상을 관리해야 하는 소수의 관리자가 존재하는 시스템인 유치원 아동 관리 시스템 뿐만 아니라 놀이공원 미아 방지 시스템, 관광 가이드의 관광객 관리 시스템 등 여러 분야에 유연하게 적용 가능하므로 그 활용도가 매우 높을 것으로 예상된다.

- [1] 김창환, "Ad-hoc 네트워크 기술 동향", 전자정보센터
- [2] Thomas Kunz, S. S. Ravi, "Ad-hoc, Mobile, And Wireless Networks", Springer-Verlag New York Inc, 2006
- [3] C.E. Perkins and P. Bhagwat, "Highly Dynamic Destination-Sequenced Distance-Vector Routing(DSDV) for Mobile Computers," Proc. of ACM SIGCOMM, 1994
- [4] 강문식, "데이터 통신과 컴퓨터 네트워킹", 한빛미디어, 2009
- [5] 이성훈, 임강빈, "PCB 설계입문", 세화