

논문 2008-45CI-6-2

저전력 기반의 USN 단말 위치 인식 및 모니터링 시스템

(The USN Node Location Recognition and Monitoring System Based on Low Power)

송 영 준*, 김 동 우**, 신 동 진***, 안 재 형***

(Young-Jun Song, Dong-Woo Kim, Dong-Jin Shin, and Jae-Hyeong Ahn)

요 약

본 논문은 유비쿼터스 센서 네트워크에서 센트로이드 위치 인식 방법을 개선하여 저전력 위치인식 방법을 제안하였다. 기존의 지그비 단말 위치 인식은 3개의 비콘으로부터 받아들여지는 RSSI 값을 활용하는 방법이었다. 그러나 보행자가 노드가 되어 움직일 때, USN 단말의 움직임 속도는 빠르지 않다. 따라서 세 지점 중 한 지점의 RSSI 값을 바로 이전에 받았던 값을 이용하여도 오차 범위는 크지 않다. 이러한 핸드오프를 이용하여 기존 방식보다 약 30%의 전력 이득을 보고, 색상에 의한 노드 영역 검색이 가능한 모니터링 시스템을 구현하였다.

Abstract

This paper proposes the USN node location recognition method with low power, which is the modified centroid method. The conventional Zigbee node location recognition is used to the three RSSI values from three beacons, respectively. When a person move with node, the moving speed of USN node doesn't fast. Therefore, one among three positions used to the value that it is a previous value. This method doesn't large the error in terms of the exact position. Using hand-off method, we get about 30% power advantage than the conventional centroid method. And Our monitoring system add the function that it is possible to search for the node region by color.

Keywords : USN, location recognition, Zigbee, monitoring system, hand-off method

I. 서 론

최근 통신의 발달과 컴퓨팅 기술의 발달로 유비쿼터스 센서 네트워크를 활용한 응용 서비스가 널리 활용되고 있다. 유비쿼터스란 누구든지, 어디에 있든, 언제든, 어느 기기를 이용하더라도, 어떠한 정보에 대해서도 공

유가 가능한 정보통신 컴퓨팅 환경을 의미하고 있다. 또한 유비쿼터스 센서 네트워크(USN)란 필요한 모든 곳에 전자태그 또는 센서모듈을 부착하고 이를 통하여 사물의 인식정보를 기본으로 주변의 환경정보(온도, 습도, 오염정보, 균열정보, 영상 등)까지 탐지하여, 이를 실시간으로 네트워크에 연결하여 정보를 관리하는 것을 말하는 것으로, 궁극적으로 모든 사물에 컴퓨터 및 통신기능을 부여하여 시간, 장소, 사물의 제약 없이 통신이 가능한 환경을 구현하기 위한 것이다^[1].

또한 유비쿼터스 센서 네트워크를 사용하는 환경은 농축산, 물류/유통/쇼핑, 홈 네트워크, 병원 업무, 환경 감시, 텔리메틱스 등 응용 대상이 광범위하여 USN 기술의 보급이 증가됨에 따라 생활 환경도 안락하게 될 것으로 기대되고 있다. 정부에서 추진한 시범 사업으로는 식수원에 대한 수질 모니터링 시스템, 다양한 기상

* 정희원, 충북대학교, 충북BIT연구중심대학육성사업단
(Chungbuk National University)

** 정희원, 충북대학교, BK21 충북정보기술사업단
(Chungbuk National University)

*** 정희원, 충북대학교, 정보통신공학과
(Chungbuk National University)

※ 이 논문은 2007년도 중소기업청 산학연 공동기술개발컨소시엄 사업의 연구결과로 수행되었습니다. 또한 이 논문은 2008년 교육과학기술부로부터 지원받아 수행된 연구입니다. (지역거점연구단육성사업 / 충북BIT연구중심대학육성사업단)

접수일자: 2008년10월10일, 수정완료일: 2008년10월30일

센서를 활용하는 기상/해양 관측 시스템, 교량의 구조 데이터를 모니터링해주는 교량 모니터링 시스템, 상하수도 등의 도시 기반 시설을 모니터링 할 수 있게 하는 도시기반시설 관제 시스템, 화재나 온, 습도 정보 수집 및 가공을 위한 문화재 관리 시스템 등이 있다^[2].

유비쿼터스 센서 네트워크의 핵심은 전파를 이용한 무선통신으로 연결되는 센서망이다^[3]. 최근에 국제표준(IEEE 802.15.4)에 근거한 지그비(ZigBee) 통신방식이 저전력, 저가격, 통신망 구축의 용이성 등의 측면에서 다른 기술보다 장점을 가지므로 유비쿼터스 센서 네트워크 구현에 빠르게 적용되고 있다^[4].

본 논문에서는 놀이 공원 등과 같이 한정된 공간에서 한 가족 또는 한 그룹의 구성원들이 각기 흩어지거나, 미아가 발생하는 상황을 가정하여, 구성원들 각각이 소유한 USN 노드를 찾아내고 그 배경 영상을 획득하고자 한다. 또한 서버에서는 찾고자 하는 사람의 옷 색상 정보를 입력받아 획득된 영상에서 해당 영역을 표시하게 하고자 한다. 특히 지그비 노드의 위치를 찾을 때 사용되는 기준 방식인 센트로이드 방식을 개선하고자 한다. 본 논문에서는 노드의 움직임은 보행자의 움직임으로 제한하여 움직이는 속도가 빠르지 않다는 가정아래 핸드오프 기법을 활용한 저전력 위치 인식 기법을 제안하여 적용하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 II장에서는 지그비 위치 인식 방법에 대해 설명하고, III장에서는 제안하는 저전력 위치 인식 방법과 실험 결과를 기술한다. IV장은 USN 단말 모니터링 시스템을 보여주고 V장에서 결론을 맺고자 한다.

II. 지그비 위치 인식

Zigbee란 IEEE 802.15.4 기반에서 무선 스트리밍이나 성형 네트워크를 구성하는 것이며, 빌딩 자동화, 유비쿼터스 센서 네트워크, 산업제어, 컴퓨터 주변 장치, 가전 제품의 응용 분야 등에서 사용될 수 있다. 지그비(Zigbee)라는 이름은 벌(Bee)이 꿀을 얻기 위해 꽃들 사이를 지그재그(Zigzag)로 날아다니는 모습에서 따온 것이다. 벌들이 날아다니는 모습이 마치 효율적인 근거리 무선통신을 연상케 한다고 해서, 벌(Bee)과 지그재그(Zigzag)의 합성어로 표현되고 있다^[5].

지그비는 2005년 출시된 칩콘(TI에 피인수됨)의 CC2420 RF 트랜시버가 출시되면서 시장이 형성되기 시작했다. 이후 후발 업체들이 RF트랜시버와 MCU를

하나의 반도체에 집적한 단일 칩 개발에 뛰어들면서 그 효용성이 높아지고 있다. 지그비 표준은 2.4GHz 대역의 ISM 밴드 주파수를 사용하며 네트워크 기능이 뛰어나 무선 센서 네트워크 및 무선 제어 네트워크에서 뛰어난 성능을 보인다. 현재 지그비는 통신 반경이 최대 1km 수준까지 넓어지고, 저전력 소모 기능과 강력해진 네트워크 기능으로 인해 지그비만이 가능한 LBS기반의 서비스, 원격 지불 결제 등 다양한 응용 분야에 적용이 시도되고 있다.

지그비의 위치 인식 기술로는 대표적으로 삼각측량 법이 있다^[6]. 거리를 이용하는 방식의 경우는 사전에 위치를 알고 있는 3개의 기준점으로부터 찾고자 하는 물체와의 거리를 측정하여 세 지점으로부터 거리를 반지름으로 가지는 원의 교차점으로 위치를 찾을 수가 있다. 이 방법은 3개의 기준점으로부터 어떻게 거리를 측정할 것인가가 매우 중요한 요소이다. 이러한 거리를 계산하는 방식으로는 직접적으로 거리를 재는 방법, 전파의 비행 시간을 이용하는 방법, 초음파를 이용한 전파의 전달 시간차를 이용하는 방법, 전파의 세기를 이용한 방법 등으로 거리를 계산해 낼 수 있다.

다른 방법으로는 각도를 이용하여 위치를 측정하는 방법이 있다. 이는 2개 이상의 기준점과 찾고자 하는 물체와의 각도를 알고 있다고 가정하여 그 각도의 직선 교차점을 이용하여 위치를 알 수가 있다. 다른 방법으로 장면 분석법이 있다. 이는 측정 위치에서 관측되는 장면의 특징을 이용하여 위치를 찾아내는 방법이다. 여기서 장면의 의미는 전파의 신호세기와 같은 측정 가능한 데이터일 수도 있고 사진과 같은 영상이 될 수 있다.

이중에서 가장 많이 사용되고 있는 센트로이드 방식은 레퍼런스 노드의 배치 밀도에 따라 위치 인식의 정확도가 높아진다^[7]. 그러나 이 방식은 주기적으로 자신의 위치 정보를 담은 비컨을 방송하게 되어 있어 각각의 이동 노드들이 특정 시간 동안 주변 레퍼런스 노드들로부터 방송되는 모든 비컨 신호를 수집하게 되어 전

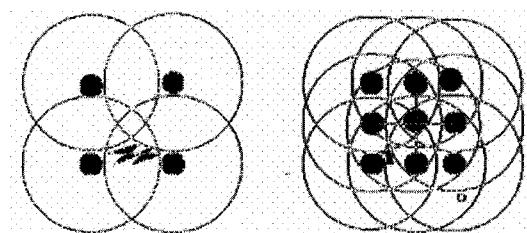


그림 1. 배치 밀도에 따른 센트로이드 방식

Fig. 1. Centroid method according to an arrangement density.

력 소모가 크다. 따라서 이를 USN 단말 베이스 노드로부터의 연결성을 이용하여 USN 노드들의 개략적인 위치 파악을 하는 응용 서비스에서는 전력 소모가 개선될 필요가 있다.

III. 제안하는 위치인식 방법

기존의 센트로이드 위치 인식 방법은 그림 2와 같은 최소 배치 밀도를 가진 구조에서 지그비 라우터와 지그비 태그의 RSSI 값에 의해서 위치 인식을 하게 된다. 그러나 이러한 방식은 실시간으로 3개 이상의 지그비 라우터에서 데이터를 수집하여야 하는 구조이다. 따라서 지그비 태그의 움직임이 저속이고 어느 정도의 오차가 허용되는 시스템에서는 지그비 태그의 위치 변동에 비해 데이터 송수신에 사용되는 전력 소모가 크다.

그림 2에서의 센트로이드 위치 인식은 지그비 태그와 3개의 지그비 라우터와의 통신에 의해 삼각 측량법으로 지그비 태그의 위치를 인식하게 된다. 지그비 태그는 지그비 라우터 A, 지그비 라우터 B, 지그비 라우터 C와의 통신에 의해 RSSI 값이 결정되며, 이는 거리의 제곱에 반비례하는 성질을 갖고 있다. 이를 이용하여 각각의 지그비 라우터와 지그비 태그와의 거리를 환산하여 범위를 설정하면, 지그비 라우터 A는 A 범위를, 지그비 라우터 B는 B 범위를, 지그비 라우터 C는 C 범위를 설정하게 된다. 이를 교점의 삼각형에서 중심점을 지그비 태그 위치로 설정하게 된다. 이 경우에는 항상 3개의 지그비 라우터로부터 RSSI 값을 받아야만 계산되어 지그비 태그 위치를 인식하게 되고 실시간에서는 연속되는 통신에 의해 라우터의 전력 소모가 크다.

제안 방법은 센트로이드 방법과는 상이하게, 그림 3

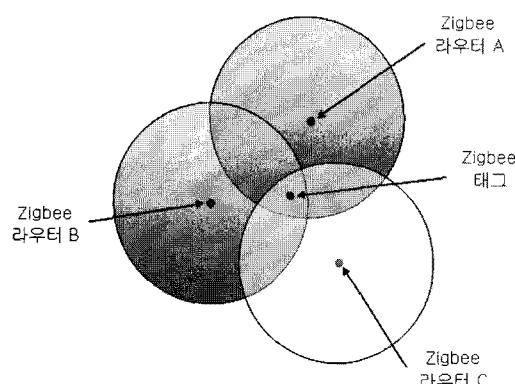


그림 2. 기존 센트로이드 방식에 의한 위치 인식
Fig. 2. The location recognition using the conventional centroid method.

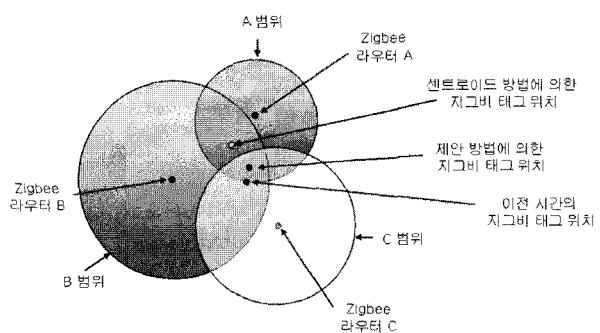


그림 3. 제안하는 방식에 의한 위치 인식

Fig. 3. The location recognition using the proposed method.

과 같이 초기에는 세 개의 지그비 라우터가 지그비 태그와 통신을 한 RSSI 값을 사용하지만, 이후에는 두 개의 지그비 라우터에서 수집되는 RSSI 값만을 사용함으로써 통신에 따른 전력 소모를 줄이고자 하는 것이다.

즉, 지그비 태그의 움직임에 따라 위치 인식을 하기 위해 이전 시간의 지그비 태그 위치에서 3개의 RSSI 값을 받아 위치 인식을 하게 한다.

움직임이 발생할 경우, 지그비 라우터 C의 RSSI 값은 이전 값을 이용하고, 나머지 지그비 라우터 A와 B는 움직여진 실시간 RSSI 값을 이용하여 위치 인식을 하게 된다. 센트로이드 방법에 의한 지그비 태그 위치

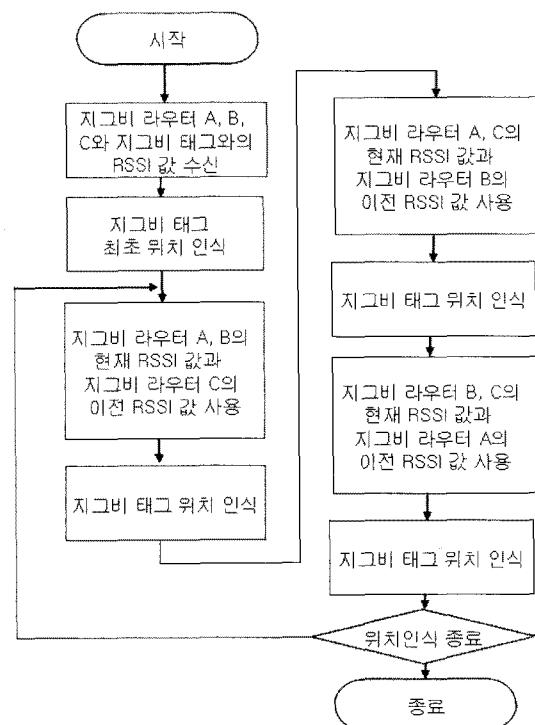


그림 4. 제안 방식에 의한 위치 인식 순서도
Fig. 4. The location recognition flowchart using the proposed method.

와 약간의 오차 범위 차가 있지만, 저속일 경우 오차가 크지 않는다. 그 다음 계산은 지그비 라우터 B의 이전 RSSI 값을 이용하고 나머지 지그비 라우터 A, C는 현재의 실시간 RSSI 값을 이용한다. 이후 계산은 지그비 라우터 A의 이전 RSSI 값과 나머지 지그비 라우터 B, C의 현재의 실시간 RSSI 값을 이용함으로써 단위 시간 별로 이전 RSSI 값을 이용하는 지그비 라우터를 순차적으로 바꿈으로써 오차를 줄일 수 있다.

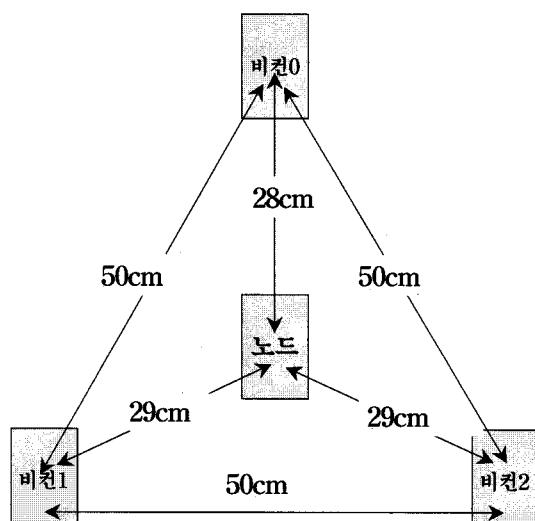
따라서 계산은 3개의 RSSI 값을 가지고 센트로이드 방식에 의거한 위치 인식 방법을 사용하지만, RSSI를 받는 시점을 고찰하면, 1개는 이전 시점, 2개는 현재 시점으로 하여 30%의 전력 이득을 얻는다. 그림 4는 위에서 설명한 제안 방법의 순서도를 보여주고 있다.

위의 알고리즘을 테스트하기 위해 그림 5, 6, 7과 같이 3가지 형태로 실험 환경을 구축하여 지그비의 RSSI

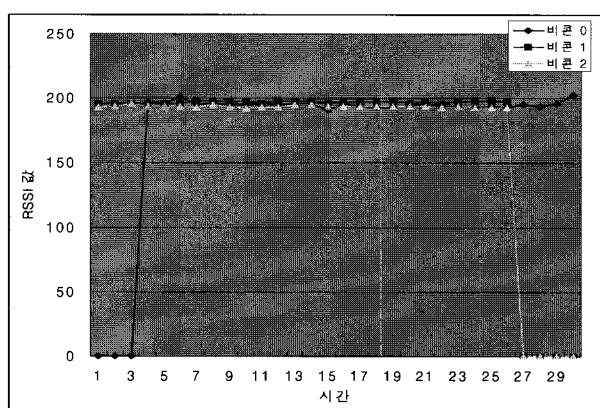
값을 측정하였다. 그림 5는 모든 지그비 비컨으로부터 동일 거리에 있는 노드를 구성하여 실험하였다.

아래에서 보여주는 그림 6은 삼각형으로 구성된 비컨에서 한쪽 비컨으로만 치우친 노드를 구성하였다. 이것은 노드가 중앙에 있다가 한쪽으로 움직이었다고 가정할 수 있다. 시간에 따른 이동량이 적은 단말인 경우, 계속해서 주기적으로 RSSI 값을 송수신하는 것은 계속해서 통신에 따른 전력 소모를 요구하게 된다. 그림 6의 (b)에서 보여지듯이 현재보다 전 시간의 RSSI 값을 이용하여도 보행자에 의한 노드 움직임의 위치 인식은 가능하다.

마지막으로 그림 7은 하나의 비컨으로부터는 멀리 떨어지고 다른 두 비컨으로부터는 같은 거리에 있는 노드를 구성하여 실험하였다. 세 가지의 실험에서 노드의 움직임은 비컨으로 이루어진 삼각형을 벗어나지 않았을 때를 기준으로 실험을 행하였고, 삼각형을 벗어날 경우



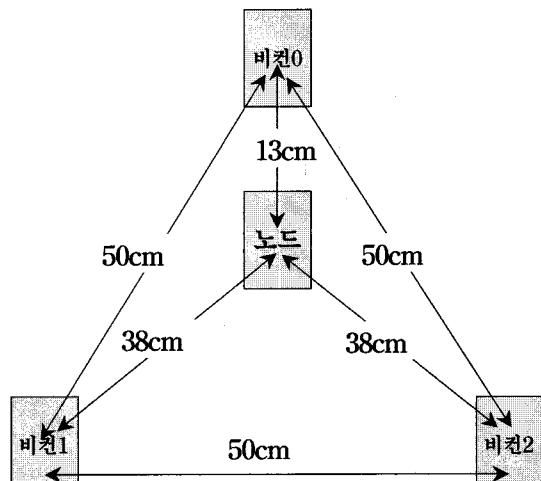
(a) 실험 A 구성도



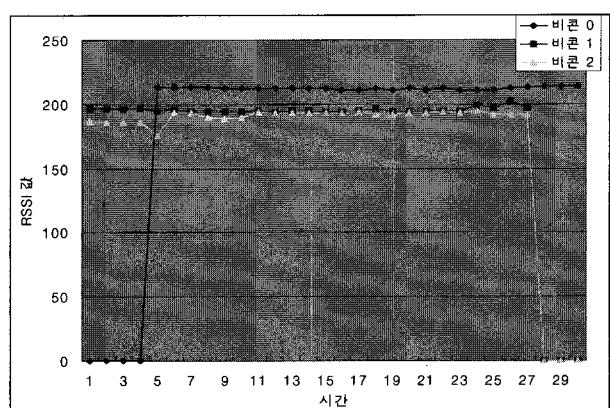
(b) 각 비컨과 노드와의 RSSI 값

그림 5. 실험 환경 A

Fig. 5. Experiment environment A.



(a) 실험 B 구성도



(b) 각 비컨과 노드와의 RSSI 값

그림 6. 실험 환경 B

Fig. 6. Experiment environment B.

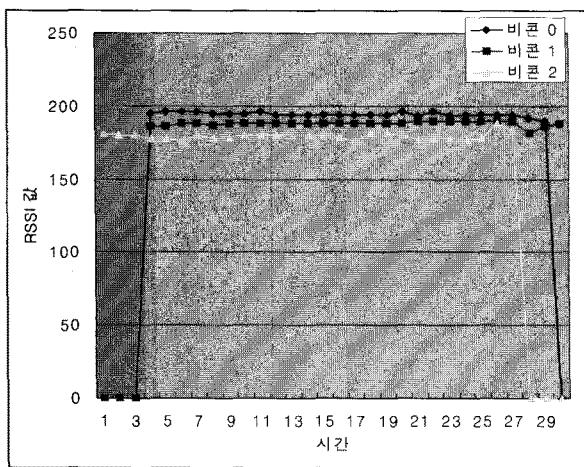
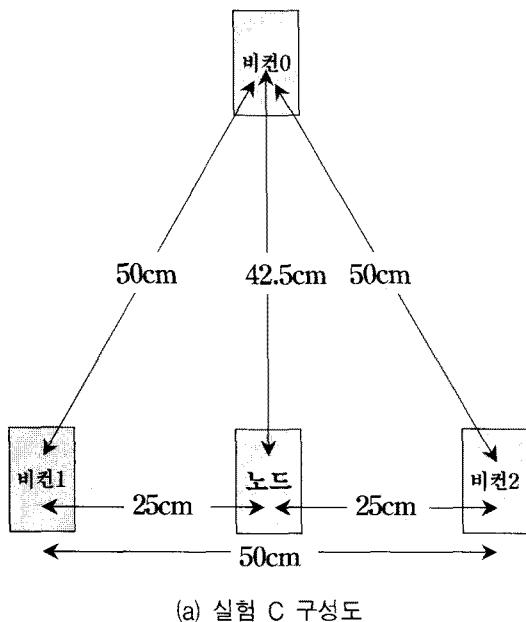


그림 7. 실험 환경 C
Fig. 7. Experiment environment C Zigbee란 IEEE 802.15.4.

다른 비컨으로부터 다시 최적의 삼각형의 망을 구성한다는 가정 하에 실험하였다.

각각의 데이터를 분석하였을 때 지그비가 안정화되면 데이터의 변화가 없음을 알 수 있다. 따라서 노드가 천천히 이동하는 경우의 오차는 작다.

IV. 모니터링 시스템 구현

제안 방법을 적용하여 USN 단말의 위치 인식 및 그 주변 환경을 모니터링 하는 시스템을 그림 8과 같이 구성하였다. 서버와 클라이언트로 구성이 되며, 서버는 클라이언트 카메라를 모니터링 할 수 있게 구성되었다.

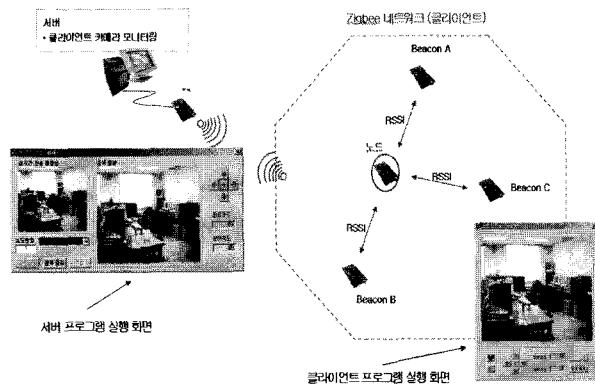


그림 9. USN 단말 위치 모니터링 서버 프로그램
Fig. 9. USN node location monitoring server program.

서버 프로그램의 실행 화면에서는 클라이언트의 카메라로부터 입력되는 영상을 전송받아 실행하게 되어 있다. 또한 클라이언트 쪽의 카메라는 비컨에서 가까운 거리에 위치하게 된다. 지그비 네트워크는 노드와 비컨, 베이스의 3가지로 구성되는 지그비에 의해 데이터가 송수신하게 된다.

구동 프로그램은 크게 서버 프로그램과 클라이언트 프로그램으로 구분되어 개발되어졌으며, 카메라는 각 비컨으로부터 근접 거리에 위치하게끔 하였다. 노드가 비컨들 사이에 들어왔을 경우, 각 비컨과의 RSSI 값을 비교하여 제안 방법에 의해 가장 근접 거리에 있는 카메라로부터 예상되는 노드 방향으로부터 영상을 입력받는다.

비컨 각각은 서로 지그비 통신을 하게 되고, 노드들

은 비컨 및 베이스 지그비와 통신을 하게 되어 근거리에 있을 경우에는 노드가 비컨을 경유하지 않고 직접 베이스 지그비에 통신을 하게 된다. 클라이언트 프로그램은 근접해 있는 하나의 비컨 방향에서 노드 방향으로 카메라를 위치시키고 서버에서의 팬틸트 보정값을 송신함에 따라 카메라 모듈이 동작된다.

실시간 수신 동영상은 클라이언트로부터 전송되어지는 실시간 영상을 보여주고 있고, 우측에 보여지는 영상은 실시간으로 입력되는 클라이언트의 동영상으로부터 색상에 의한 검색을 할 경우 검색결과 영역에 색상에 의한 검색 영역을 표시하게 한다. 색상은 8가지 색으로 구성되어 있고 찾고자 하는 사람 또는 객체의 색상을 알고 있다는 가정 하에, 미아 찾기에 사용될 수 있는 프로그램이다.

검색 시작 버튼은 노드 위치를 찾기 위한 버튼이고 검색 중지는 클라이언트로부터의 송수신을 절단하는 버튼이다. 카메라 수동 설정의 IP 설정은 클라이언트 카메라에 할당되는 IP가 되며 영상 전송의 매개체가 된다. 아래 보기 버튼을 누르게 되면 우측 하단부의 시작 비트와 끝 비트의 데이터 전송 포맷의 실시간 데이터가 보여지게 된다.

화면에 보여지는 데이터를 통해 비컨의 종류를 알려주고, 파워값은 RSSI 값을 의미한다. 우측 상단부의 화살표는 팬틸트 카메라 제어용으로 구현하였으며, 카메라의 팬틸트 미세 조정을 위해 좌우 각도와 상하 각도를 서버에서 제어할 수 있게 프로그램 되었다. 3장에서 언급한 알고리즘을 적용하여 모니터링 시스템을 구동 결과, 노드의 위치를 파악하여 노드 및 노드 주변 영상이 모니터링 됨을 확인할 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 유비쿼터스 센서네트워크 기반의 위치 인식 시스템과 이의 모니터링 시스템을 구현하였다. 유비쿼터스 기반의 감시체계는 24시간 다양한 환경을 감시하고 대처하기 위한 방법이 될 수 있다. 이를 구현하기 위한 센서 모듈의 고성능, 저전력, 경량화, 저가화의 기술 개발은 유비쿼터스 사회로의 진입에 척도가 되는 것으로 센서 네트워크의 최 하단을 구성하게 되는 기반 기술이다. 또한 이를 시스템으로 연결하고 관리할 수 있는 시스템 운영 기술은 u-City와 같은 미래 사회로 나아가기 위한 핵심 기술이라 할 수 있다.

본 논문은 놀이 공원이나 사람이 많이 운집하는 지역

에서의 미아 방지를 위한 시스템으로서, 저전력으로 센서 노드의 위치를 파악하게 할 수 있는 위치인식 알고리즘을 제안하였으며 실험을 통해 입증하였다. 보행자의 움직임은 이동 속도가 크지 않는다는 전제하에 노드의 움직임에 대한 오차 범위 이내에서 원격으로 노드 위치를 인식하고 연동되는 카메라를 통해 인식된 노드의 주변 상황까지 알 수 있도록 구현되어졌다.

본 논문에서 구현된 기술을 응용하여 도시 외곽 지역이나 소외 지역의 범죄를 감시할 수 있는 범죄 감시 시스템, 대형 놀이 공원이나 유아 보육 시설 등에서 발생하고 있는 미아를 방지하기 위한 미아 방지 시스템, 홍수나 산불과 같은 재난 위험 지역에 이동 노드를 설치하고 주요 지점에서 카메라를 통해 감시하고 재난 발생 시 정확한 위치 및 현장 상황을 영상으로 보고하고 대처할 수 있는 재난감시 시스템, 하천이나 대기에 위험 물질 유입시 유입 지점을 파악하고 해당 지역의 현재 상황을 카메라로 확인할 수 있는 환경 감시 시스템 등에 적용할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] 정창덕, 유비쿼터스 개론, 홍릉과학출판사, 2007년
- [2] 김선진, 정우석, 박가람, 최연경, 김선중, “USN 용융서비스 동향,” 전자통신동향분석, 제 22권, 제 3호, 58-66쪽, 2007년 6월
- [3] I. F. Akyildiz, S. Weilian, Y. Sankarasubramaniam, and E. Cayirci, “A survey on sensor networks,” *Communication Magazine IEEE*, Vol. 40, No. 8, pp. 102-114, 2002.
- [4] 정우진, 김기범, 최창순, 윤동원, “지그비 네트워크에서 효율적인 이동성 지원을 위한 빠른 핸드오버 방안,” 전자공학회논문지, 제 43권, 제 11호, 78-84쪽, 2006년 11월
- [5] IEEE Standard 802.15.4, 2003, www.zigbee.org
- [6] 김재호, 김영섭, 박옥선, 김성희, “유비쿼터스 위치기반 서비스 및 위치인식시스템 연구 동향,” 주간기술동향, 1127호, 1-15쪽, 2003년 12월
- [7] 최상호, “위치 탐지를 위한 유비쿼터스 센서 네트워크,” *Journal of Natural Science*, Vol. 27, 43-54쪽, 2006년

저자소개



송 영 준(정회원)

1994년 충북대학교 정보통신
공학과 학사 졸업.
1996년 충북대학교 정보통신
공학과 석사 졸업.
2004년 충북대학교 정보통신
공학과 박사 졸업.
2000년~2003년 한국전자통신연구원
홈네트워크팀 선임연구원
2006년~현재 충북대학교 충북BIT 연구중심대학
육성사업단 초빙부교수
<주관심분야 : 영상인식, 영상처리, 컴퓨터비전,
CBIR, USN>



신 동 진(학생회원)

2007년 충북대학교 정보통신
공학과 학사 졸업.
2008년 충북대학교 정보통신
공학과 석사 재학.
2006년~현재 (주)임베디드솔루션
연구원
<주관심분야 : Zigbee, 암호화, USN>



김 동 우(정회원)

1997년 충북대학교 정보통신
공학과 학사 졸업.
2002년 충북대학교 정보통신
공학과 석사 졸업.
2006년 충북대학교 정보통신
공학과 박사 졸업.
1997년~2000년 현대전자 통신연구소 연구원
2006년~현재 충북대학교 BK21 충북정보기술
사업단 박사후연구원
<주관심분야 : CBIR, USN, 컴퓨터비전, 멀티미
디어 정보처리, 퍼지>



안 재 형(정회원)

1981년 충북대학교 전기공학과
학사 졸업.
1983년 학국과학기술원 전기 및
전자공학과 석사 졸업.
1990년 한국과학기술원 전기 및
전자공학과 박사 졸업.
1987년~현재 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부
교수
<주관심분야 : 영상 통신 및 영상 정보 처리, 멀
티미디어 제작 및 정보 제공, 인터넷 통신 및 프
로그래밍>