한국산학기술학회논문지
Vol. 9, No. 2, pp. 379-387, 2008

초·중등학교 RFID/USN 구현방안
-네트워크 구축 중심으로-

박형용[1], 정종인[2*], 강신천[2]

Method for Implementation of RFID/USN in Primary and Secondary School
-Focused on Implementing Network-

HyungYong Park[1], JongIn Chung[2*] and Shinchun Kang[2]

요 약 본 연구에서는 초·중등학교에 RFID/USN을 구축할 수 있는 모형을 교수-학습 부문, 시설관리 부문, 교사 및 학생 관리 부문으로 각각의 모형을 제안하였다. 이러한 모형 지원을 위한 학내망 구현 방안으로 유선네트워크 기반 모형과 무선네트워크 기반 모형을 제안하였다. 유선네트워크 기반 모형은 기 구축된 유선 학교망을 이용하여 위에서 제시한 모형에 적용할 수 있다. 또한 무선네트워크 기반 모형은 공간적 제약을 해소할 수 있는 기존의 무선 LAN으로부터 유도할 수 있다. 학교에 요구되는 통신 대역폭을 학교 규모에 따라 산정하였으며 네트워크 용량을 산정하였다.

Abstract We proposed models that can implement RFID/USN in terms of teaching-learning part, facility management part, teacher and student management part in primary and secondary school in this study. To support these models in school network, we also proposed a new wired network model and a new wireless network model. A new wired network model is derived from existing wired school network that can apply to all sorts of models presented above. And also a new wireless network model is derived from existing wireless LAN that can solve space restriction problem. We calculated communication bandwidth according to school size and network capacity.

Key words : RFID/USN, 학내망, 네트워크 용량

1. 서론

유비쿼터스(ubiquitous)란 '컴퓨터가 보이지 않게 내재되어 네트워크로 연결되어 있고 언제 어디서나 접속이 가능한 환경' 이라고 정의한다. 이는 실세계의 각종 사물들과 물리적 공간에 컴퓨터들이 편재되게 하되, 사용자에게는 겉모습이 드러나지 않도록 환경 내에 효과적으로 심어지고 통합되도록 한다는 것은 것을 암시한다[1,2].

RFID/USN은 모든 사물에 부착된 RFID 또는 센서를 초소형 무선장치에 접목하여 이들 간의 네트워킹과 통신으로 실시간 정보를 획득, 처리, 활용하는 네트워크 시스템이다. RFID/USN에서는 사물의 이력정보뿐만 아니라 사물을 둘러싸고 변화하는 물리 환경계의 다양한 정보를 획득하여 생산성, 안전성 및 인간 생활 수준의 고도화를 실현한다. RFID/USN은 먼저 인식정보를 제공하는 RFID를 중심으로 발전하고 이에 센싱 기능이 추가되어 이들 간의 네트워크가 구축되는 USN 형태로 발전할 것이다[3-5].

RFID 시스템은 태그, 리더, 게이트웨이, 미들웨어 서버 및 응용서버로 구성된다. RFID 태그는 객체를 인식할 수 있는 정보를 가지고 객체 상에 위치한다. 리더는 객체의 정보를 수집 처리를 수행하며, 송신 및 수신기능을 가진다. 미들웨어는 리더로부터 읽은 데이터를 응용서버에서 처리할 수 있는 형태로 전달한다. 응용서버는 객체의 정보를 활용하여 응용을 수행한다.

본 연구는 2006년도 공주대학교 자체학술연구비지원 및 한국교육학술정보원 연구비지원으로 수행되었음.
[1]한국교육학술정보원 연구원
[2]공주대학교 컴퓨터교육과 교수
*교신저자: 정종인(jichung@kongju.ac.kr)

기본적인 동작 원리는 RFID의 안테나와 리더의 안테나가 전파를 이용하여 통신을 하여 데이터를 주고받는 행위를 수행한다. RFID 태그 안에 내장된 안테나가 리더로부터 전파를 수신한다. RFID 태그 안에 내장된 IC 칩이 기동하여 칩 안의 정보를 신호화하여 태그의 안테나로부터 신호를 발신한다. 리더는 발송된 신호를 안테나를 통하여 정보를 수신하여, 수신된 정보는 유무선 통신방식에 의해 서버로 전달된다[6-8].

센서노드는 환경의 변화인 물리적인 값을 측정할 수 있는 센싱 부분, 데이터를 처리할 수 있는 MCU(Micro Controller Unit), 다른 노드와 통신할 수 있는 통신 인터페이스로 구성된다. 센서에서 측정된 값과 미리 설정된 값을 비교하여 범위를 벗어나면 라우터를 거쳐서 싱크노드에 신호를 보낸다. 싱크노드에 전달된 신호는 게이트웨이를 거쳐 미들웨어와 응용서버에 전달된다. 응용서버는 입력된 데이터에 따라 해당되는 기기가 동작하도록 신호가 전달된다.

임의의 센서노드는 라우터를 통해 싱크노드로 데이터를 전송할 수 있다. 본 연구의 USN은 센서노드가 고정되어 있기 때문에 특정 센서노드를 라우터로 지정하여 무선 센서 네트워크에서 센서노드의 경로를 찾아주는 역할을 하게 한다. 센서노드, 싱크노드는 지그비(zigbee) 프로토콜로 데이터를 전송한다. 싱크노드는 센서노드로부터 읽은 데이터를 게이트웨이를 거쳐 미들웨어에 전달한다. 미들웨어는 응용에서 처리할 수 있는 형태로 변환하여 전달한다. 지그비 프로토콜과 이더넷과 같은 유선 LAN의 프로토콜이 다르므로 게이트웨이를 사용하여 프로토콜변환을 하게 된다[9,10]. 교육과학부와 한국교육학술정보원은 PDA를 적용한 7개의 연구학교와 타블릿PC를 적용한 2개의 연구학교를 운영한 뒤 성과를 평가한 결과 학습능력향상의 장점은 있으나 콘텐츠 부족 및 인프라불안정의 문제점이 있었다[11]. 또한 최근에 차세대 학습환경을 제공하기 위하여 u-클래스 모형을 구축하였다. 전자칠판, 전자교탁, 매직미러, RFID, 전자북, 타블릿PC 등을 사용하고 있다. 출석인증을 하기 위하여 RFID를 사용하였으며 무선 인터넷을 위하여 네스팟을 사용하였다.

2006년에 부산시 교육청과 KT가 부산 대신초등학교를 대상으로 공동추진하여 u-스쿨을 구축하였다. 주요 구축내역은 교문 4곳의 출결인증, 모든 학생과 교사에게 지급된 RFID 전자명찰, 현관과 학급에 설치된 전자게시판, 무선인터넷을 위한 네스팟존 등 첨단교육과 교무행정을 위한 장비로 구성된다. u-스쿨에서 전자명찰을 패용하고 교문을 통과하면 인식과 동시에 학무모에게 SMS로 통보되고, 하교때까지 학생의 학내 활동이 자동관리된다. 전자명찰은 도서관 이용 등 학교 전반의 개인 인증에 이용되며 교통카드 기능도 갖추었다.

실제 초·중등학교의 실태와 요구를 조사하여 이론적 논의를 통하여 모색된 이론적·개념적 모형을 실천 가능한 처방적 모형으로 발전시키는 근거로 삼았다.

요구 및 실태 분석은 [표 1]과 같이 크게 두 가지 형태로 진행되었는데 하나는 초·중등학교 교사를 대상으로 실시한 설문조사이며 다른 하나는 초·중등학교 교사와 본 연구와 관련된 장학사를 대상으로 실시한 면담조사이다.

[표 1] 설문 조사 대상

대상		인원수	비고
설문	초등학교 교사	80명	·지역 및 학교 규모를 고려하여 선정하였음.
	중학교 교사	81명	
	고등학교 교사	39명	
면담	초등학교 교사	1명	·경기 지역의 u러닝 연구학교 담당 교사로 본 연구와 연계하여 추진함
	중학교 교사	1명	
	고등학교 교사	1명	
	전문직(장학사)	1명	
계		204명	

조사 대상에게 투입할 조사 도구는 설문지와 면담을 위한 키워드로 중심으로 작성하였으며 [표 2]와 같다.

[표 2] 조사 도구

구분		관점	문항수
설문지	교 사	배경변인	4
		망구축 현황	16
		RFID/USN에 대한 인식	2
		RFID/USN 구축에 대한 요구	9
면담지	교 사 및 장학사	망구축 현황에 대한 추가 질문	1
		RFID/USN 구축에 대한 추가 질문	7

네트워크관련 조사내용을 종합하여 보면, 무선으로 구축된 학교는 초등학교에서 일부 (4학교 - 2%) 존재하였고, 학교급과 상관없이 유선네트워크가 가장 보편적으로 구축되었음을 알 수 있었다. 그리고 유선과 무선의 혼용하는 학교도 15.5% 존재하는 것으로 응답하였다. 학교급에 상관없이 많은 교사들이 네스팟과 같은 무선 인터넷을 사용하는 것이 아니라 기존 학교망을 RFID/USN망으로 변경하는 것에 찬성하고 있는 것을 알 수 있었다(총 200명 중 174명(87%)이 찬성하거나 매우 찬성하는 것으로 나타남).

본 논문에서는 RFID/USN이 교수-학습 부문, 시설관

리 부문, 교사 및 학생 관리 부문에서 사용되기 위하여 기존의 학내망을 개선한 네트워크 구성모형을 제시하고 구축비용에서 중요한 요소인 트래픽을 분석·제시한다.

2. RFID/USN 구축 모형

초·중등학교의 교수-학습 부문, 시설관리 부문, 교사 및 학생 관리 부문에 RFID/USN 구축 모형을 다음과 같이 적용할 수 있다.

교수-학습부분은 교실, 교무실, 과학실, 음악실, 운동장에 적용할 수 있으며, 시설관리부분에서는 기자재관리, 방범·방화관리에 적용할 수 있고 교사 및 학생 관리부문에서는 출결 및 등하교, 양호실에 적용할 수 있다.

2.1. 교수-학습부문

교실모형은 학생이 교실에 입실하는 동시에 학생의 RFID태그가 리더에 읽혀서 출석이 자동 체크되고 학생 개인에게 보내지는 메시지가 교실 전면의 컴퓨터 칠판에 표기된다. 수업에 앞서 그날 수업 내용의 방향 및 개괄이 컴퓨터 칠판에서 슬라이드 쇼로 표출돼 학생들은 이를 인지하고 준비된 상태에서 수업에 임한다.

교무실모형은 교사의 출퇴근 관리와 보안관리 등 출입에 관한 정보를 출입문에서 RFID 태그를 이용하여 얻을 수 있다. 그리고 기존의 년, 월 일정표, 교실 출결상황 등을 관서하던 칠판을 전자스크린으로 대체하여 교사의 PDA나 컴퓨터를 이용하여 스크린을 다양하게 업데이트 하여 사용할 수 있다.

과학실은 과학실험 장비가 많이 있어서 모든 장비에 RFID 태그를 부착한다. 또한 장비뿐만 아니라 실험용 시약 등 사용법에 관한 USN센싱을 통하여 교육적인 효과를 얻을 수 있다. 또한 가상의 실험을 통하여 경비절감과 효율적인 시험을 할 수 있는 가상 실험실과 과학 실험을 직접 할 수 있는 과학실로 나눌 수 있다.

음악실에는 여러 가지의 악기가 많이 있다. 따라서 능동형과 수동형 RFID 태그를 부착하여 장비의 위치를 추적이 가능하다. 또한 학생의 음악실력을 전자적으로 센서를 이용한 감지 방법으로 정확한 음악교육에 도움을 준다.

도서관 모형은 장서 검색기를 가지고 대출할 도서가 있는 서가 근처를 지나가면 알람을 울린다. 그러면 도서와 신분증을 자가 대출기에 올려놓으면 대출 처리가 완료된다. 반납도 교내 곳곳에 설치된 자가 반납기에 책을 놓기만 하면 반납은 물론 회수된 책의 종류별로 분류되어 저장된다.

운동장 모형은 RFID 태그를 통하여 등하교 체크가 가능하고 카메라 등 통신장비를 활용하여 위험지역이 접근하였는지 확인할 수 있다. 그리고 운동장은 그 범위가 넓기 때문에 체육수업 등에서 활용되었던 교구들이 분실될 수 있는데 이를 RFID태그와 무선AP를 활용하여 관리할 수 있다. 그리고 교사들이 운동장에서 학생평가를 해야 할 경우에도 PDA, 노트북 등을 활용하여 무선으로 평가할 수 있어 보안과 공정성을 가질 수 있다. 그리고 축구, 농구 골대, 달리기 트랙 등 시설물에 기술을 적용하여 수업에 직접적으로 활용할 수 있다.

2.2 시설관리 부문

기자재관리모형에서는 기자재의 가격과 이동성이 낮은 기가재의 경우 900Mhz의 수동형 태그를 선택하여 부착하고, 관리할 기자재의 가격과 이동성이 높은 기자재의 경우에 2.5Ghz 능동형 태그를 선택하여 부착한다. 수동형 태그가 장착된 기자재의 경우 PDA 등에 장착되어 있는 이동형 리더를 통해 관리자가 이동을 하며 관리하여야 하고 능동형 태그가 장착된 기자재의 경우 고정되어 있는 리더를 통해 각 기자재의 정보들이 직접 미들웨어 및 서버로 전송이 되어 더욱 편리하게 관리할 수 있다.

방범·방화 관리 모형에서는 학생과 직원이 가지고 있는 전자태그와 리더를 활용하여 공사 등에 따른 교내와 학교 근방의 위험지역 접근에 대한 경고와 교내 특별시설등에 대한 접근 기록을 얻을 수 있다. 또한 방재시스템에서는 화재예방을 위해 온도 센서를 활용하여 온도를 측정하는데 이는 방재의 기능을 넘어서 학습자가 쾌적한 환경에서 학습할 수 있는 온도에 관한 정보 제공에 도움을 줄 수 있다.

2.3 교사 및 학생 관리 부문

출결 및 등하교 관리 모형은 RFID 태그가 부착된 교사 및 학생의 전자명찰과 건물 및 시설에 부착된 RFID 리더간의 통신에 의해서 이루어진다. 출결 및 등학교 관리를 위한 미들웨어나 서버가 필요할 것이며 학교의 모든 사람에 대한 관리가 자동으로 이루어진다. 이는 향후 NEIS 시스템과 연계하여 운영할 수 있을 것이다.

양호실모형에서는 학생이 출입구의 RFID 리더를 통하여 들어오게 되면 그 동안 학생의 병력을 양호교사의 모니터에 출력하게 된다. 출력된 병력을 토대로 학생의 불편한곳을 치료하고 처방하게 된다. 불필요한 문진이 필요 없고 신속한 학생의 건강을 진단할 수 있다. 또한 학생의 건강, 영양, 운동량에 대한 정보 저장 및 분석하여 신체발달, 비만정도 등에 따라 정당한 칼로리를 처방하여

학교식당에서 급식 제공할 것을 요청한다. 양호실에서 주기적으로 신체발달, 영양상태, 비만정도, 질병검진 등 검장상태를 검진하여 맞춤형 건강관리 제공이 가능하다.

3. 학내망에서 RFID/USN 구현 방안

3.1 유선 네트워크 기반

3.1.1 네트워크 구축 모형

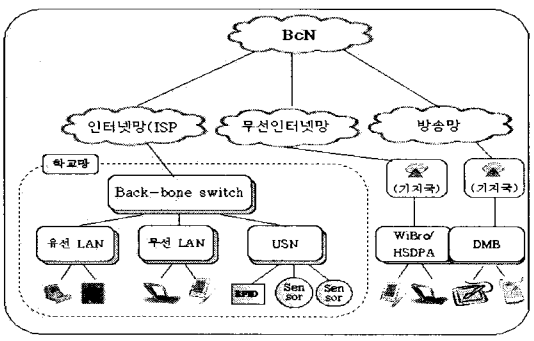
학교망은 현재 유선망LAN으로 대부분 구성되어 있으나 본 연구에서는 무선 LAN과 RFID/USN이 포함된다. [그림 1]은 BcN망에 연결된 학내망의 구성을 보여주고 있다. 유선 LAN, 무선 LAN, RFID/USN으로 구성되는 학내망이 BcN망에 연결된다.

유선네트워크 기반의 무선 LAN 구현은 기존의 유선 네트워크의 스위치에 AP를 연결하여 무선 LAN을 구성하는 방법이며 가장 손쉬운 방법이다.

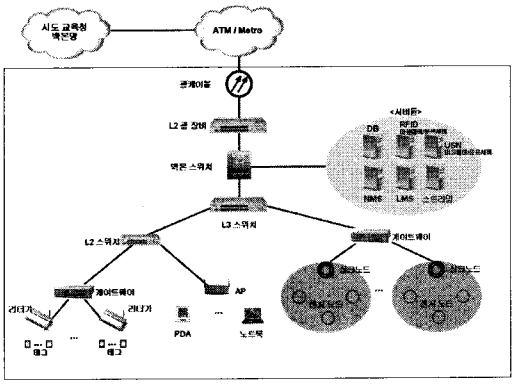
모든 건물에 유선 네트워크가 들어와 있을 경우, 유선 네트워크에 AP를 연결하고, 그 AP에 노트북이나 PDA, 타블릿 PC 등과 같은 무선 장치들을 연결함에 따라 유비쿼터스 환경을 만들 수 있다.

현재 학교망은 지역에 따라 집합접속회선방식과 개별접속회선방식으로 구성된다. 집선접속회선방식은 [그림 2]와 같이 교육청 백본망을 통해 인터넷이 연결되는 방식이며 개별접속회선방식은 [그림 3]과 같이 학교망이 직접 KT나 데이콤 전용선을 사용하여 인터넷에 접속하는 방식이다. 현재 많은 학교가 집선접속회선방식을 사용하고 있고 늘어나는 추세이다.

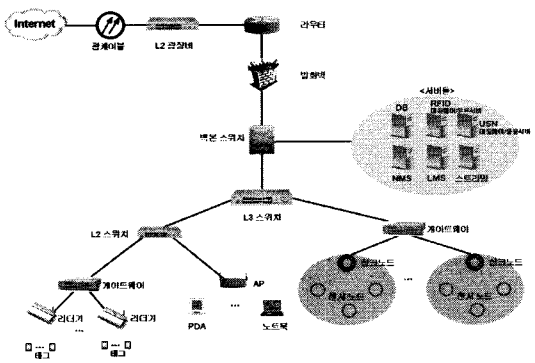
교실 1개당 1개의 AP를 설치하여 학생들의 무선 노트북이나 PDA를 네트워크에 연결한다. 1개의 AP가 30개의 노트북이나 PDA에 연결한다.



[그림 1] 학교망 구성도



[그림 2] 집합접속회선방식의 유선 네트워크 기반 학내망 구축 모형



[그림 3] 개별접속회선방식의 유선 네트워크 기반 학내망 구축모형

각 층별로 L2스위치를 두어 각 포트에 각 교실이나 특별실에 있는 AP 및 RFID 게이트웨이가 연결된다. 13.56/900MHz, 2.45GHz RFID 리더를 둔다. RFID 리더로부터 읽은 데이터는 RFID/USN 미들웨어에 전달된 후에 응용서버에 전달된다. 입력된 데이터에 따라 응용에 의해 해당되는 기기가 동작하도록 신호가 전달된다. RFID 게이트웨이와 USN게이트웨이는 트래픽에 따라 L2 스위치나 L3 스위치에 연결될 수 있다.

3.1.2 RFID 구축모델

초·중등학교에서 RFID를 사용하여 교수학습관리, 교사/학생관리, 교구 및 시설관리를 할 수 있다. 리더는 안테나를 통해 지그비 프로토콜로 태그로부터 데이터를 읽는다. 읽은 정보를 미들웨어에 전달하기 위해서는 학내 유선망을 사용하여야 한다. 무선의 지그비 프로토콜과 이더넷과 같은 유선 LAN의 프로토콜이 다르므로 게이트웨이를 사용하여 프로토콜 변환을 하게 된다.

미들웨어는 태그에서 읽은 정보를 응용서버에서 필요

한 데이터로 변환하는 과정을 수행한다. 미들웨어는 응용서버에 위치할 수 있거나 따로 둘 수 있다. 응용서버는 리더로부터 읽은 데이터에 따라 응용서버에 의해 해당되는 기기가 동작하도록 신호가 전달된다. 고정형 RFID 리더는 교실 및 특별실 내에 부착되어 태그의 정보를 인식한다. PDA형 portable RFID 리더는 각 교실 및 특별실에 돌아다니면서 수동형 태그의 정보를 인식한다.

본 연구에서는 교사와 학생의 신분증은 13.56/900MHz 콤보 태그, 책상, 의자, 교탁, 칠판과 같이 이동성이 낮거나 가격이 낮은 교구나 시설은 900MHz태그, 카메라, 복사기, 프린터와 같이 이동성이 높거나 가격이 높으면 2.45GHz태그를 사용한다.

3.1.3 USN 구축모델

교실 및 특별실의 환경을 제어하기 위하여 USN을 사용할 수 있다. USN은 온도/습도/조도 센서노드, 화재감지 센서노드, 방범탐지 센서노드, 잠금장치센서노드, 싱크노드, 게이트웨이, 미들웨어 서버, 응용서버, DB서버로 구성된다.

센서는 한 종류의 물리적인 값만 센싱할 수 있는 것뿐만 아니라 여러 종류의 물리적인 값을 센싱할 수 있는 것이 있다. 시중에 가장 많이 사용되고 있는 센서는 온도/습도/조도 센서이다. 한 개의 센서가 온도, 습도, 조도를 측정할 수 있다.

USN을 사용하여 쾌적한 학습환경을 제공할 수 있다. 교실의 경우를 예를 들어 보자. 교실에는 잠금장치센서, 먼지센서, 온도/습도/조도 센서, 화재감지센서, 방법센서를 설치한다. NMS(Network Management System)가 있는 관제센터에서는 센서노드가 동작하고 있는지 확인할 수 있으며 설정값을 변경할 수 있다.

- 잠금장치 센서 : 출입문에는 잠금장치 센서를 설치하여 출입문의 잠금상태를 관리할 수 있다. 관제센터에서 각 교실의 잠금장치의 상태를 확인할 수 있으며 일정시간이 되면 자동으로 전체 교실의 잠금장치를 작동/해제할 수 있다.
- 먼지센서 : 천정에 먼지센서를 설치하여 공기청정도를 측정한다. 공기가 오염되어 있으면 응용에 의해 환풍기를 동작하는 신호를 보낸다.
- 온도/습도/조도 센서 : 교실의 온도/습도/조도를 측정한다. 측정된 온도/습도 값이 미리 설정된 값의 범위를 벗어나면 응용에서 온냉방기/항습기를 가동하도록 신호를 생성하고, 측정된 조도값이 미리 설정된 값의 범위를 벗어나면 응용에서 조명등을 조절할 수 있는 신호를 조명등에게 내보낸다.
- 화재감지센서 : 교실에 화재발생을 감시한다. 화재가 발생하면 센서에 의해 즉시 응용서버에 신호가 전달되고 서버는 소방서에 통보하거나 관리자에게 이동전화 SMS를 보낸다.
- 방범센서 : 교실에 방범 센서를 가동한 후 침입자가 있으면 데이터를 응용서버에 전달되고 서버는 방법 책임자에게 통보한다.

학내망에는 1개의 게이트웨이를 두고 이곳에 여러 개의 싱크노드를 연결한다. USN의 성능을 고려하여 1개의 싱크노드에는 30-40개 정도의 센서노드를 커버하는 것이 좋다. 이것은 실험적인 수치이다. 그러므로 건물의 각 층에 1개의 싱크노드를 두는 것이 바람직하다. 싱크노드는 센서노드로부터 데이터를 받거나 반대로 관제센터로부터 오는 명령을 센서노드에게 전달하는 기능을 갖는다.

3.2 무선 네트워크 기반

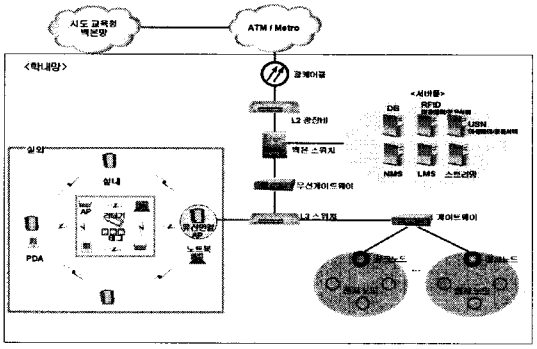
기존의 학교의 유선 네트워크 UTP 케이블의 내구년이 10년 안팎이므로 케이블을 완전히 철거하고 새로운 형태의 네트워크를 구성하는 경우가 많다. 무선 LAN은 유선 LAN보다는 속도가 낮기 때문에 많은 학생들이 동시에 통신을 하지 않는 소규모 학교이거나 미관 및 관리상 모든 건물에 네트워크 케이블 설치를 피하고 싶거나 설치가 어려운 환경에서는 차세대 무선랜 기술인 메시 네트워크 기술이 적합하다. 메시 네트워크는 구내는 물론 대규모의 옥외지역 등에서 초고속 모바일 서비스가 가능하며 기존 무선 랜을 개선할 수 있다. 메시 네트워크 기술은 무선 랜 AP간에 별도로 통신망을 구축할 필요 없이 무선으로 연결, 광범위한 옥외 환경에서 무선 랜 환경을 구현할 수 있다는 점이 특징이다.

AP간을 무선으로 연결하는 편리성, 넓은 커버리지 등으로 인해 대규모 관광단지나 대중교통 시설, 레저 공간, 교육기관 등에서 간편하게 모바일 데이터 네트워크 환경을 구현할 수 있다.

차세대 무선랜 기술인 메시네트워크 기반의 무선네트워크는 [그림 4]와 같이 구축될 수 있다. 옥외용 AP는 일정한 방향으로만 전파를 전달하는 경향이 있으므로 건물 옥외에 건물 당 1개의 AP를 둔다. 건물내에는 메시용 AP나 이더넷과 같은 유선 네트워크와 연결을 하는 유선 AP를 설치한다. 건물내의 AP는 PDA, 타블릿 PC와 같은 무선 장치들과 통신하게 된다. 또한 RFID 리더는 태그를 읽을 수 있다. 건물 옥외에 설치되는 AP들 중에서 1개 이상은 유선 네트워크에 연결된 AP되며 나머지는 무선 AP를 사용한다.

아직까지는 메시용 AP가 이더넷과 같은 유선네트워크

에 연결되는 AP보다 고가이므로 구축시 경제성을 고려하여야 한다.



[그림 4] 무선네트워크 기반의 학내망 구축모형

4. 네트워크 용량

4.1 네트워크 용량 산정 기준

사용자 트래픽은 [표 3]과 같이 네트워크의 활용 형태에 따라 업무용과 교육용으로 분류하고 교육용에는 세부적으로 기존의 유선 LAN환경인 유선통신 트래픽과 무선단말기를 사용할 수 있는 환경을 제공하는 무선통신트래픽으로 분류한다. 네트워크용량을 산정하기 위하여 [표 4]와 같이 학교의 규모를 대규모, 중규모, 소규모로 분류하였다. [표 5]는 단말기 단위의 통신 트래픽 크기를 나타내고 있다. 통신 트래픽 크기는 지속성과 신뢰성 보장 및 동시 사용자에 대한 트래픽으로 가장 대용량인 동영상 스트리밍을 기준으로 선정한다.

[표 3] 사용 트래픽 분류

트래픽 분류		설 명
업 무 용		교원 업무 트래픽으로 NEIS 트래픽, 전자결재 등 상위 교육기관과의 행정업무 및 각종 교육활용을 위한 웹검색 포함
교육용	유선통신 트래픽	기존에 학교에서 사용하는 통신 트래픽으로 600Kbps 동영상 스트리밍 기준
	무선통신 트래픽	유비쿼터스 네트워크 환경에서 무선단말이 사용하는 통신 트래픽으로 300Kbps 동영상 스트리밍 기준 교실에서 이동단말기를 사용하는 트래픽으로 300Kbps 동영상 스트리밍 기준
RFID/USN		RFID 태그와 센서가 각각 리더와 싱크노드간의 정보 크기 기준

[표 4] 학교 규모에 따른 분류

분류	기준 설명
대규모	- 학급수 36학급 이상 - 교원수 100명 이하 - 컴퓨터실 2실(1실당 30대 PC) 이상 - 한 학년당 2학급(6학급)이 동시에 이동단말기를 사용하여 수업
중규모	- 학급수 13학급 ~ 35학급 - 교원수 50명 이하 - 컴퓨터실 1실(30대 PC) - 한 학년당 1학급(3학급)이 동시에 이동단말기를 사용하여 수업
소규모	- 학급수 12학급 이하 - 교원수 20명 이하 - 컴퓨터실 1실(1실당 30대 PC) - 전 학교에서 1학급이 이동단말기를 사용하여 수업

[표 5] 대역폭 산정 근거

종류	크기	설명
업무통신	64Kbps	- NEIS 트래픽 : 20Kbps · 평균 10~20Kbps, 최고치 512Kbps - 기타 행정업무 트래픽 : 20Kbps (NEIS 수준으로 선정) - 교사 업무용 웹검색 : 64Kbps · 5초이내 웹 초기 화면 표시를 기준으로 64Kbps는 40KB 수신 가능하며 보통 웹 페이지 화면은 50KB 이하임 · 웹 검색과 상위 행정업무 트래픽은 중복 없음
교육용 유선통신	600Kbps	- 동영상 트래픽 : 600Kbps ·기존 300Kbps에서 600Kbps로 확대되는 추세임
교육용 무선통신	300Kbps	- PDA 또는 타블릿 PC 등 동영상 트래픽 : 300Kbps · 위성 또는 지상파 DMB 트래픽 : 학교 통신망 경유 안함
RFID/USN	140bps	RFID 태그와 센서가 각각 리더와 싱크노드간의 송수신 트래픽 · RFID/USN 통신 트래픽 : RFID/센서노드 수 × 140bps

모둠학습실 등 특별실은 규모에 따라 6개, 3개, 1개를 기준으로 산정하였으며 이동단말기는 특별실(모둠학습실 포함)별 30대씩 산정하였다. 소규모보다 작은 도서지역 학교는 일반적인 초고속국가망으로 연결하기 어려운 지역학교로 학급수 5학급 이하, 교원수 5명, PC 및 이동단말기를 5대 이하 수준으로 산정하였다. 학교 규모에 따른 사용 단말기 수는 [표 6]과 같다.

[표 6] 학교 규모에 따른 사용자 단말기 수

분류	규모별 단말기 수	학교수
대규모	교원(100명), 컴퓨터실PC(60대), 학급PC(40대), 이동단말기(180대)	2,031교
중규모	교원(50명), 컴퓨터실PC(30대), 학급PC(36대), 이동단말기(90대), 타블릿 PC(90대)	4,492교
소규모	교원(20명), 컴퓨터실PC(30대), 학급PC(12대), 이동단말기(30대)	4,585교

※ 학교수 출처 : 한국교육개발원 교육통계연보 (2005. 4. 1. 기준)
※ 도서지역 학교 : 교원(5명), 컴퓨터실PC(5대), 학급PC(5대), 이동단말(5대)

네트워크 용량은 [표 3]에 의해 업무용 통신 트래픽, 교육용 통신 트래픽, RFID/USN 통신 트래픽별로 구별하여 동시에 사용하는 단말기에 의해 산정된다. 즉, 최대 트래픽이 유발되었을 때의 환경을 의미한다.

업무용 통신 트래픽은 교원이 동시에 업무를 보기 위해 필요한 통신트래픽이다. 교원이 교무실에 있지 않고 수업에 참가하는 교원(컴퓨터실에서 수업하는 교원, 교실에서 수업하는 교원, 이동단말기를 사용하여 수업하는 교원)을 빼면 업무를 보는 교원의 수를 계산할 수 있다. 그러므로 업무용 통신 트래픽은 식 (1)과 같다.

업무용 통신 트래픽= (교원수 - 컴퓨터실수 - 학급수 - 이동단말 교육실 수) × 64Kbps (1)

교육용 통신 트래픽은 유선 LAN으로 구성된 컴퓨터실에서 사용하는 통신 트래픽과 교실에서 사용 이동 단말기의 통신 트래픽과 교실에서 사용하는 교사용 컴퓨터의 통신 트래픽을 합한 것이다.

컴퓨터실의 통신 트래픽=(컴퓨터실수 × 컴퓨터실 PC수) × 600Kbps (2)

이동 단말기의 통신 트래픽= (이동단말기 교육실수 × 이동단말기 수) × 300Kbps (3)

교실에서의 교사용 컴퓨터의 통신 트래픽=(학급 PC수 - 컴퓨터실수 - 이동단말 교육실수) × 600Kbps (4)

그러므로 교육용 통신 트래픽은 식 (2),(3),(4)를 합한 것이다.

교육용 통신 트래픽=(컴퓨터실수 × 컴퓨터실 PC수) × 600Kbps + (이동단말 교육실수 × 이동단말수) × 300Kbps + (학급 PC수 - 컴퓨터실수 - 이동단말 교육실수) × 600Kbps (5)

RFID/USN 통신 트래픽은 RFID 및 센서가 각각 리더와 싱크노드와의 통신 트래픽이다.

RFID/USN 통신 트래픽=(RFID/USN 수 × 140bps) (6)

4.2 네트워크 용량 산정

네트워크 용량은 규모에 따라 식(1)-(6)에 의해 계산되어 진다. [표 7]는 네트워크 용량을 산정한 결과를 나타낸 것이다.

[표 7]에 의하면 대규모 및 중규모 학교의 경우는 120Mbps와 65Mbps 이상의 트래픽이 요구되는바 향후 FTTH 및 ATM-Metro등을 이용한 광대역 접속 필요하다. 도서지역 학교의 경우는 요구되는 대역폭은 10Mbps 이하이나 지리적 상황에 따라 해당 대역폭 제공이 불가능하므로 2Mbps 다운로드가 가능한 위성 인터넷을 위주로 접속하고 향후 벽지는 대체 인터넷 통신 수단인 PLC(Power Line Communication)로 제공할 필요가 있다. PLC는 전력공급용으로 가정에 배선된 전력선을 이용한 유선통신 및 자동제어 기술로 고속 10Mbps를 목표로 개발 중에 있다.

[표 7] 네트워크용량 산정 내역

규모별 구분	트래픽 종류	동시 사용 단말수 (교원/학급수/PC실*PC/교육실*이동단말)	필요 회선용량	
			계산용량	적정용량
대규모	기준	100/40/2*30/6*30	-	111.9M
	업무용	{100 - (2+40+10)} × 64K	3M	
	교육용	2×30×600K + 6×30×300K + (40-2-10)×600K	106.8M	
	RFID/USN용	15,000(RFID/센서수)×140bps	2.1M	
중규모	기준	50/35/1*30/3*30	-	64.68M
	업무용	{50 - (1+35+5)}×64K	0.6M	
	교육용	1×30×600K + 3×30×300K + (35-1-5)×600K	62.4M	
	RFID/USN용	12,000(RFID/센서수)×140bps	1.68M	
소규모	기준	20/12/1*30/1*30	-	33.97M
	업무용	{20 - (1+12+2)}×64K	0.45M	
	교육용	1×30×600K + 1×30×300K + (12-1-2)×600K	32.4M	
	RFID/USN용	8,000(RFID/센서수)×140bps	1.12M	

5. 결론

본 연구에서는 초·중등학교에 RFID/USN을 구축할 수

있는 모형을 교수-학습 부문, 시설관리 부문, 교사 및 학생관리 부문으로 나누어 기능을 제시하였으며, 이를 지원하는 학내망 구현방안을 제안하였다.

본 연구가 제안하고 있는 모형은 구체적으로 다음과 같은 전략이 필요하다.

첫째, 교실은 학습자의 활동이 가장 많은 공간으로 그들에게 적합한 설계와 접근 방법이 필요하다. 또한 사생활 침해의 여지가 있는 부분은 제도적으로 보완책을 마련할 필요가 있다.

둘째, 도서관은 RFID/USN을 활용하여 관리 용이성 제고 및 인력 최소화가 되도록 할 필요가 있다.

셋째, 운동장은 그 지역범위가 학교내부의 시설보다 훨씬 넓기 때문에 사각지대가 발생하지 않도록 AP(Access Point)의 성능과 사용범위 등을 고려하여 배치할 필요가 있다.

넷째, RFID/USN을 활용한 효율적인 관리를 위해서는 미들웨어 및 서버가 필요하다.

본 연구에서 제안된 모형 구축시 고려사항은 다음과 같다.

첫째, 교사와 학생 신분증의 경우 13.56/900MHz 콤보 태그를, 책상, 의자, 교착, 칠판과 같이 이동성이 낮거나 가격이 낮은 교구나 시설은 900MHz 태그를, 카메라, 복사기, 프린터와 같이 이동성이 높거나 가격이 높으면 2.45GHz태그를 사용하는 것이 효율적이다.

둘째, 교실 및 특별실의 환경을 제어하기 위한 USN은 온도/습도/조도 센서노드, 화재감지 센서노드, 방범탐지 센서노드, 잠금장치센서노드, 싱크노드, 게이트웨이, 미들웨어 서버, 응용서버, DB서버로 구성된다. USN의 성능을 고려하여 1개의 싱크노드에는 30-40개 정도의 센서노드를 커버하는 것이 효율적이다. 또한 건물의 각 층에 1개의 싱크노드를 두는 것이 바람직하다.

셋째, 본 연구에서 제안된 모형을 지원하는 학내망 구축 방안은 유선 LAN을 기반으로 구축하는 것이 효율적으로 판단되나, 신설학교 또는 소규모 학교의 경우 무선 LAN 기반으로 구축하는 것을 적극 고려할 필요가 있다.

넷째, 학내망 구축시 기존의 일반통신망의 경우 인터넷, 전화, 방송 등의 여러 라인을 공사하여야 하지만, 통합배선을 이용한 단일 배선으로 구축할 경우 구축 공정 및 공간의 효율성, 구축비용 감소, 유지보수가 용이함으로 통합배선 방안을 적극 고려할 필요가 있다.

RFID/USN은 우리 사회의 기반이 되는 핵심 기술요소이다. 우리 교육 분야에서도 투자대비 효과를 고려하여 적정시점에 이의 체제를 도입하여 교육 생산성을 높여야 한다. 이를 위해서는 시범학교 운영을 통해 문제점 분석, 적용모델 구안 및 구체화, 효과 분석 등을 지속적으로 할 필요가 있으며, RFID/USN 기술의 성숙도와 적정한 가격, 학교 구성원의 인식도 등을 보아가며 전체 학교에 보급하는 전략 마련이 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

[1] Ken Sakamura and Noboru Koshizuka, "Ubiquitous Computing Technologies for Ubiquitous Learning". Proceedings of the 2005 IEEE international Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education, 2005.

[2] 김도현, 진희채, 정지선, "유비쿼터스 서비스의 단계적 진화 모델", 정보화정책, 제13권 제2호, 2006.

[3] 한국교육학술정보원, "U-러닝 이해", 2005.

[4] 류영달, "교육의 유비쿼터스화와 국가사회적 영향", CIO Report [05-7]. 한국사회문화진흥원, 2005.

[5] 이재호, 안철현, 김유정, 신상철, 이재용, "효율적인 유비쿼터스 정보 공동 활용을 위한 국가적 USN 정보자원 관리체계 구축 정책에 관한 연구", 정보화정책 제13권 제2호, 2006.

[6] 박승창, "RFID 관련 국내외 기술 및 산업의 최근 동향 분석", ITFIND, 2005

[7] 권수갑, "RFID/USN 동향", 전자정보센터 IT리포트, 2005.

[8] 박석지, "RFID/USN 기술 전망", ITFIND, 2006.

[9] 유승화, "RFID/USN 기술 현황 및 활성화 방안", 정보처리학회지, 제 12권 5호, 2005.

[10] 정민화, "RFID 국제·국가 표준화 동향", 정보처리학회지, 제 12권 5호, 2005.

[11] 권성호, 강경희, 고범석, 서정희, "u-러닝 연구학교 실천사례분석", 연구보고서 RM 2006-95, 한국교육학술정보원, 2006.

박 형 용(HyungYong Park) **[정회원]**

- 1992 : 중앙대학교 전자계산학과(공학사)
- 1995 : 중앙대학교 대학원 소프트웨어공학(공학석사)
- 2005.3~2007.2 중앙대학교 대학원 컴퓨터공학 박사과정 수료
- 2000.10~현재 한국교육학술정보원

<관심분야>
네트워크, IPTV, 네트워크 보안

정 종 인(JongIn Chung) **[정회원]**

- 1981 : 경북대학교 전자공학과 (전산전공)(공학사)
- 1985 : 경북대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
- 1995 : 서강대학교 전자계산학과 (공학박사)
- 1985.8 ~ 1997.2 우송공업대학 전산과 교수
- 1999.8 ~ 2000.8 미국 남가주대학교 post-doc
- 1997.3 ~ 현재 공주대학교 컴퓨터교육과 교수

<관심분야>
병렬처리구조, 컴퓨터시스템보안, 네트워크

강 신 천(Shinchun Kang) **[정회원]**

- 1993 : 부산교육대학교 (교육학사)
- 1997 : 부경대학교 (전산학사)
- 1999 : 한국교원대학교 대학원 (교육학석사)
- 2003 : 한국교원대학교 대학원 (교육공학박사)
- 2002 ~ 2005.3 한국교육과정평가원 부연구위원
- 2005.3 ~ 현재 공주대학교 컴퓨터교육과 조교수

<관심분야>
공학을 활용한 교사교육, 컴퓨터교과교육