

# 무선메쉬네트워크를 활용한 경제적인 u-City 서비스 제공방안

엄기복\* · 임재철\* · 유광욱\* · 윤용진\*

\*포스데이타

E-mail : kbeom@posdata.co.kr

## 요 약

u-City는 첨단 정보통신 인프라를 바탕으로 유비쿼터스 정보서비스를 제공함으로써 도시의 문화와 역사를 반영한 환경 친화적이고, 경제적이면서 도시의 가치를 높이는 스마트한 미래형 첨단 도시이다. 따라서, u-City를 구축하기 위해서는 경제성을 반드시 고려해야한다. 본 연구에서는 정부와 지자체, 토지개발사업자, 통신사업자, 대형 SI, 솔루션 제공사업자에 의하여 진행되고 있는 신도시 또는 기존도시, 개발사업등에 효율적으로 적용가능한 무선메쉬네트워크 기술을 제안한다. 본 연구에서 제안한 무선메쉬네트워크를 u-City 인프라로 활용할 경우 50%이상의 경비절감을 구현할 수 있다.

### 1. 서론

미래의 유비쿼터스 사회는 현실세계가 사이버 공간으로 전환됨과 동시에 물리적 공간이 사이버 공간과 연계됨으로써 두 공간이 긴밀하게 상호 작용하는 유비쿼터스 사회로 진화될 것으로 예상되며 인간의 주위를 둘러싸고 있는 다양한 환경정보를 이용한 지능적인 서비스가 가능할 것이다.

즉, 온도, 습도, 조도, 진동, 움직임, 위치와 같은 낮은 단계의 상황정보를 바탕으로 높은 단계의 정보를 도출, 유통, 관리함으로써 유비쿼터스 서비스 이용자가 요구하는 지능적이고 복합적인 서비스를 제공할 수 있다. u-City는 첨단 정보통신 인프라를 바탕으로 유비쿼터스 정보서비스를 제공함으로써 도시의 문화와 역사를 반영한 환경 친화적이고, 경제적이면서 도시의 가치를 높이는 스마트한 미래형 첨단 도시이다.

이러한 서비스를 제공하는 핵심기술중 하나가 무선메쉬네트워크이다. 무선메쉬네트워크는 특정 도시나 산업현장, 캠퍼스, 교통기관 등 옥외 환경에서 무선메쉬간 연결해 넓은 커버리지를 제공하며 초고속 무선랜 서비스가 가능한 기술이다.

무선메쉬기술은 메쉬와 메쉬간을 유무선망

으로 연결해 광범위한 지역에 대하여 맞춤형 정보서비스가 제공 가능하므로 특정지역을 커버리지로 하는 u-City에 적합한 인프라 기술로서 국내에서는 2004년에 소개되어 2005년 부터 호텔 및 레저시설, 캠퍼스를 중심으로 적용되기 시작하여 기존 유선망을 대체하거나 보완하는 개념으로 확대되고 있다. 따라서 본 논문에서는 IT Infra를 구현하기 위한 방안 중하나인 무선메쉬네트워크 기술을 제안한다. 이 기술을 u-City에 사용할 경우 대역폭문제, 커버리지, 원가절감등을 해결할 수 있다.

### 2. u-City 통신 인프라 구축

u-City는 유비쿼터스 환경을 도시에 그대로 접목시키기 때문에 도시전체가 유,무선 정보통신망이 갖춰져 있어 도시내에서 언제 어디서나 첨단 정보통신 서비스를 제공 받을 수 있다. 따라서 u-City를 효율적으로 구축하기 위해서는 도시계획단계에서부터 도시 기반시설 구축과 병행하여 설계 및 시공이 필요하다. u-City를 건설하기 위한 통신 인프라 구축방법은 다음과 같다.

## 2.1. 구성망 형태(Topology) 및 용량

일반적으로 도시내 통신인프라를 구축하기 위한 기본작업으로 환형구조의 광통신망 구조 배선방식을 채택한다. 이 방식은 광케이블 경로가 물리적으로 이원화되어, 트래픽 변화에 의한 유연성을 확보할 수 있으며, 통신망의 안정성을 보장한다. 따라서 관제센타를 중심으로 주요통신시설 및 주요 행정기관을 루프망 형태로 광케이블을 구성할 경우 다양한 통신자원을 수용할 수 있다.

즉, 도시계획에 의한 아파트 및 단독주택, 유비쿼터스 환경구성을 위해 ITS등의 수요를 반영할 수 있다.

## 2.2 관로

도시내 설치되는 통신용 관로는 지하에 매설할 통신용 케이블을 모아서 관에 수용하는 것을 말한다. 이것을 이용하여 향후 추가 작업시 굴착하는 일 없이 케이블을 관내에 인입하고 또 철거할 수 있도록 시설한 것이다. 일반적으로 관로의 재질은 용도에 따라 PVC, 강관, 다공관 등의 다양한 종류가 있으며 주로 PVC관을 기준으로 설계하다. 기본적으로 관로는 새로운 수요 지역에 케이블을 쉽게 접근시키기 위한 용이한 구조를 가져야 하고 서비스의 안정성 확보를 위한 이원 루트를 쉽게 확보할 수 있는 형상으로 설계해야한다. 따라서 관로는 모든 도로를 따라 매설해 그 형상이 격자형이 되도록 설계하고 단일 방향의 관로 시설을 지양하도록 한다.

## 2.3 통신전주

- 기본적으로 신도시는 통신전주가 없는 구조로 설계될 것으로 예상되기 때문에 일반 단독주택도 통신용 맨홀 설치를 의무화하고 박스까지의 관로포설이 선행되어야 한다. 또한, ITS,치안, 방범,방재등의 도시관제 서비스 망 구축에 필요한 통신전주는 도시미관을 고려해 가로등 전주를 개선해 활용하는 등의 방법을 생각할 수 있다.

## 2.4 공동구

공동구는 도로의 노면굴착을 수반하는 전기, 가스, 상수도의 공급시설 및 통신, 하수

관등 지하시설물을 공동 수용함으로써 도로 구조의 보전과 원활한 교통소통, 도시의 미관을 보호하기 위해 도시내 설치하는 토목구조물이다. 이 때문에 시설관리 주체인 지자체에서는 관리의 편의성을 들어 통신케이블의 공동구 수용을 강력 유도하고 있다. 그러나 통신사업자 입장에서는 통신케이블 수용을 꺼리고 있다.

재해시 피해의 대형화, 복합화, 관리상의 어려움은 물론 공동구를 구축하더라도 가입자인입을 위해서 별도의 관로를 구축해야 하기 때문이다. 시공 후 공동구 운용비용이 추가 소요되는 부담도 얹고 있다.

## 2.5 무선망 기지국

무선기지국은 친환경 형태로 도시미관을 고려해 설계하도록 한다. 주요 지역에 설치되는 기지국은 설치 장소 및 주변 환경과 조화를 이루는 인조나무, 가로등, 교통신호등을 활용하고 건물옥상의 기지국은 건물과 조화를 이루도록 설치한다.

또한 무선망 기지국은 공용화 하도록 한다. 즉, 무선망 설계 초기단계에서부터 구축해야 하며 그렇지 않으면 개별설치에 대한 추가 비용과 재배치를 위한 비용 증가 뿐 아니라 통신망 품질의 저하를 초래하게 된다.

## 2.6 관제센타

통신망을 경제적이고 효율적으로 구축할 수 있는 통신관제센타의 위치 선정이 매우 중요하다. 이는 센타로부터 모든 통신 수요처까지 케이블이 연결돼 그 위치에 따라 망의 구조와 투자비용이 달라지기 때문이다. 따라서 관제센타의 위치는 일반적으로 도시의 지리적 중앙지점에 위치하는 것이 바람직하다. 또한 도시민의 입주가 이루어지기전에 관제센타가 완공되어야 중단 없는 서비스를 제공할 수 있다.

따라서 유비쿼터스 도시의 IT 서비스는 관제센타를 중심으로 이뤄지게 될 것으로 예측되므로 관제센타 건축용 부지매입과 건설계획은 도시 기반시설 건설 관점으로 보고 선행되어야 한다.

## 3. 무선메쉬 네트워크를 활용한 경제적인 u-City 서비스 제공방안

### 3.1 무선 메쉬 네트워크 특징

메쉬 네트워크는 복수의 액세스 포인트에서 각각 다른 트래픽을 운반하게 함으로써 무선 LAN에서 무선 접속 필요성을 감소하게 한다. 기존의 무선 액세스 포인트는 백본 네트워크에 연결하기 위해서 각자 자신의 유선 연결이 필요한 반면, 무선 메쉬는 많은 액세스 포인트를 위해서 단지 한 개의 유선만 가지면 된다.

즉, 인터넷을 통하는 트래픽은 한 개의 유선 접속을 하면 하나의 액세스 포인트에서 다른 액세스 포인트로 연결할 수 있다. 비록 각각의 액세스 포인트가 전력을 필요로 하지만 메쉬는 전용선 필요성을 감소하고 비용을 절감한다. 새로운 액세스 포인트가 메쉬에 추가되면 자동적으로 보안과 서비스 품질 같은 특성이 구성 된다

특히 저비용으로 건설되는 도시형 와이파이는 최근 IEEE 802.11s 규격 개정예 힘입어 각 액세스포인트 마다 접속되었던 유선구간을 제거하여 각 포인트간에 무선으로 그물망처럼(Mesh) 링크를 구성하게하여 전용선비용을 현저히 절감하고, 사용자는 망내 전체를 자유롭게 이동하면서 끊임없이 서비스를 이용할 수 있다.

또한 보안기능이 향상된 802.11i를 지원하고, 나아가 802.11e와 다중 SSID, VLAN 을 지원하여 VoWiFi서비스의 기반을 마련하였다. 도시전체에 저비용의 도시형 와이파이를 건설하면, 길거리 어느곳에서나 이동 중에도 끊기지 않는 무선랜 접속이 가능하여 기본적인 인터넷서비스 이외에 공공안전, 원격감시, 도로상의 시설물관리, 교통량 감시 및 관제, 버스/택시 배차정보관리, VoWiFi서비스등 무한한 활용가치를 내재하고 있다.

### 3.2 Wireless Mesh Solution

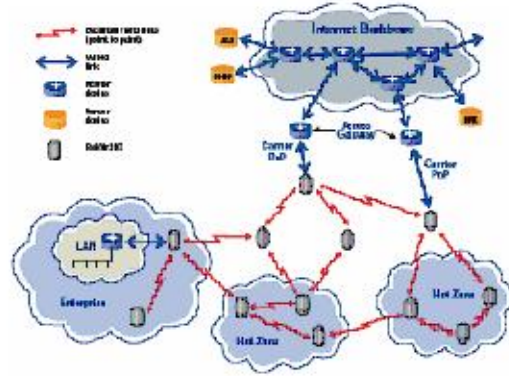


그림 1. 무선 메쉬 네트워크 구성

#### - Wireless Mesh Solution

무선 메쉬 네트워크 솔루션은 대용량의 무선 메쉬 네트워크를 제공하는 혁신적인 듀얼 또는 멀티 라디오의 무선 백홀로 무선 액세스를 통합하는 독특한 구조를 기반으로 설계되어 있다.

일반적으로 무선 메쉬는 실외 설치만으로 실내와 실외를 둘 다 지원할 수 있는 외부 무선 인터넷 플랫폼을 사용한다. 각 노드의 백홀 라디오는 지향성 안테나로 point-to-point 방식 또는 point-to-multipoint 방식으로 구성될 수 있습니다. 각 노드는 다른 여러 개의 노드에 연결될 수 있고 결합된 연결은 무선 백홀 메쉬를 형성할 수 있다. 여러 개의 플랫폼을 연결하는데 추가의 스위치나 라우터, 케이블 등은 필요하지 않는다.

일반적으로 무선메쉬는 다음과 같은 기능을 제공한다.

- 무선 메쉬 노드들을 서로 연결하는데 추가의 스위치나 라우터, 케이블 등이 필요하지 않습니다.
- 실내용 솔루션에 비하여 5~10배 적은 액세스 포인트만을 사용한다.
- 빌딩 내의 네트워크 배치에 분열이 생기지 않는다
- 무선 랜 설치 비용을 70%까지 절감한다.
- 무선 랜 운용 비용을 90%까지 절감한다.
- T1, DSL 그리고 다른 백홀 비용을 없앤다.
- 전통적인 무선 메쉬 구조에 비하여 5~10배 이상의 용량과 5배 이상의 커버리지를 제공한다.

#### - Dual Radio Mesh

사용자의 요구를 충족시키고 용량에 맞추고 높은 가치의 어플리케이션 전체를 가능하게 하려면, 대형 설치용으로 고안된 무선 메쉬 네트워크가 멀티 라디오형 메쉬 노드들과 결합해야 하며, 가장 기본적인 복합 라디오 방식이 바로 듀얼 라디오 방식이다.

듀얼 라디오 메쉬에서, 노드들은 다른 주파수에서 작동하는 두 개의 라디오를 가지고 있는데, 하나는 클라이언트 액세스용이고 다른 라디오는 무선 백홀을 제공하게 된다. 이 라디오들은 다른 주파수 영역에서 작동하여 어떠한 간섭 없이도 나란히 진행될 수 있다. 듀얼 라디오 무선 메쉬로, 싱글 라디오 메쉬 디자인에서 발견된 규모 변경 문제가 해결된다.

무선 메쉬 상호 접속이 각 채널에서 구동되는 각 라디오 별로 이루어지기 때문에 로컬 무선 액세스 용량이 데이터 전송에 영향을 미치지 않는다. 그러나, 네트워크가 커질수록 제한된 용량에 대한 문제가 아직 남아 있어서 이러한 문제는 무선 백홀로 해결한다.

듀얼 라디오 디자인에서 무선 백홀 메쉬는 공유된 네트워크이다. 한 개의 라디오만이 각 노드의 백홀로 제공되어, 모든 메쉬 노드들은 백홀을 연결하기 위해 동일한 채널을 공평히 사용하여 메쉬에 이용해야 한다. 병렬 작업은 불가능하고 대부분의 무선 메쉬 노드들은 다중 노드들로 연결한다.

노드들은 채널을 차지하기 위해 다투게 되고 그러면 서로 간섭이 생기게 된다. 따라서 네트워크가 커질수록 시스템 성능이 저하되고 그에 대한 해답은 무선 메쉬에 증가된 traffic 을 관리할 멀티 라디오 노드를 결합한다.

- Multi-Radio Mesh

듀얼 라디오 무선 메쉬처럼, 멀티 라디오 무선 메쉬도 액세스와 백홀을 분리하지만 증가된 용량과 규모를 제공하기 위해 훨씬 앞서 있는 방식이다. 각 메쉬 노드에 추가된 라디오들은 무선 백홀에 이용되어 백홀 메쉬는 더 이상 공유된 네트워크가 아닌, multiple point-to-point 무선 링크형이며, 각각의 백홀 링크는 다른 독립적인 채널에서 작동한다. 이러한 방식으로 백홀이 사용되면, 멀티 라디오 메쉬의 성능은 메쉬 노드간에 유선으로 연결된 것과 유사하다. 메쉬 라디오들은

다른 채널들에서 독립적으로 구동하기 때문에 채널간 대기 시간은 매우 짧고, 각 링크당 두개의 노드만 있어서 충돌은 매우 적다. 사실 자유로운 환경에서 충돌없이 처리량을 최적화하는 백홀 링크 상에서 사용자의 특화된 프로토콜을 구동하는 것도 가능하다. 멀티 라디오 메쉬의 성능은 듀얼이나 싱글 라디오 메쉬 방식보다 훨씬 더 우수하다.

멀티 라디오 메쉬는 더 큰 용량을 제공하고 네트워크가 커지면 그에 다른 규모도 늘려주며 노드들이 시스템에 추가 되면 시스템 전체 성능 또한 증가된다.

3.3 무선메쉬네트워크를 이용한 u-인프라 구축 결감방안

- 상하수도관리서비스

상하수도에 설치된 각종 센서를 이용하여 관로의 파손 및 노후에 대한 지능적인 관리 체계를 구축하여 대형사고 예방 및 신속한 복구작업이 가능하도록 하는 서비스이다.

관련정보로는 관로파손, 손상정보, 이상누수/누출정보, 노후교체정보, 유입량 한계, 막힘정보등이다.

예: 무선메쉬네트워크를 사용할 경우, 센서를 설치해야하는 위치선정에 많은 도움이 되며 추가적인 유선케이블 포설이 필요없다.

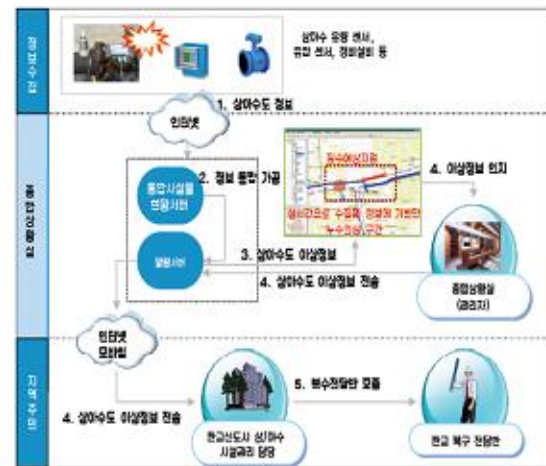


그림 2. 상하수도관리서비스

- 생활안전서비스

생활안전서비스로 영상감시 CCTV 서비스는 보다 안전하고 편리한 도시생활을 위하여

공공시설물, 학교, 공원, 범죄취약지구 등에 대하여 24시간 365일 CCTV 무인감시체계를 운영하고 실시간 방법/범죄를 처리할 수 있도록 종합상황실에서 통합운영하고 효율적인 모니터링으로 범죄예방과 사후 증거 수집을 위한 구축에 기여함을 목적으로 하는 서비스이다.

예: 무선메쉬네트워크를 사용할 경우, 무선 기반 CCTV 설치로 유선케이블 포설이 힘든 취약지 등에 추가적인 유선케이블 포설이 필요없어 경제적인 모니터링 시스템을 구축할 수 있다.

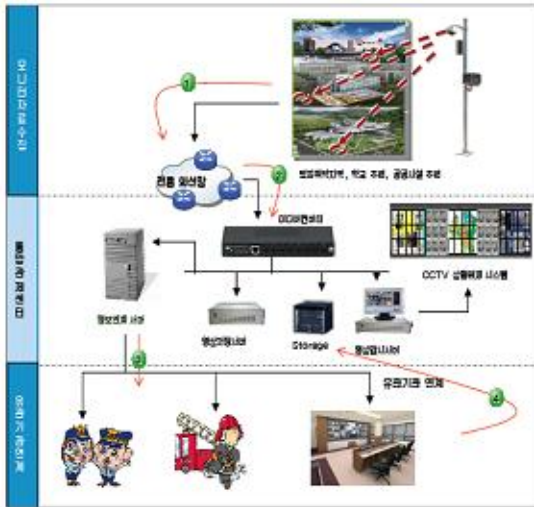


그림 2. 생활안전서비스

- 교통약자서비스

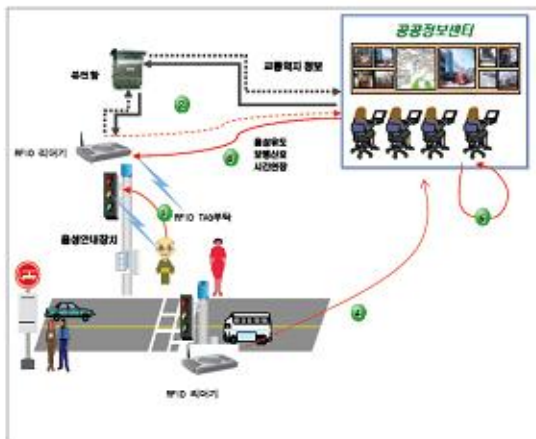


그림 3. 교통약자서비스

교통약자(장애인,노약자,어린이 등)가 도로상의 횡단보도를 동행할 때 행동 및 판단,

안전성 증진을 도모하기 위해서 횡단보도 근방 및 횡단보도 신호등에 교통약자의 위치를 인식할 수 있는 장치를 설치하여, 보행유도를 위한 음성안내 및 횡단보도 녹색시간 연장등의 서비스를 제공함으로써 교통약자의 안전한 보행을 도모하는 보행안전서비스이다.

예: 무선메쉬네트워크를 사용할 경우, 센서 및 CCTV를 함께 활용할 수 있기 때문에 기존방식대비 실질적이고 비용효율적인 서비스를 제공할 수 있다.

- 교통신호제어서비스

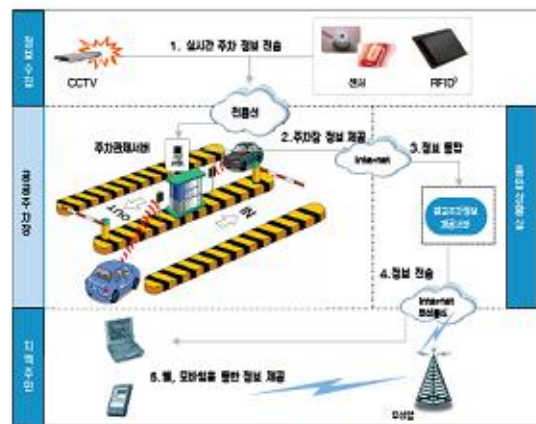


그림 4. 교통신호제어서비스

교차로 및 주요도로 소통상황을 모니터링하고 리얼타임 교통정보를 실시간으로 수집하여 혼잡지역의 교통신호를 원격으로 제어하는 서비스이며 실시간 수집된 정보는 종합상황실을 통하여 유관기관에서 정보를 연계하여 최종사용자에게 종합적인 정보를 제공하는 서비스

- 공용주차장관리서비스

주차장내에 RFID 및 CCTV를 설치하여 차량의 유출입관리, 주차차량의 위치확인, 실시간 주차가능위치 및 주차가능면수 등을 제공함으로써 주차장을 이용하는 이용자의 주차편의성을 도모하는 서비스이다.

예: 무선메쉬네트워크를 사용할 경우, 무선 기반 CCTV 및 센서를 활용하여 추가적인 유선케이블 포설 필요없이 경제적인 관리시스템을 구성할 수 있다.

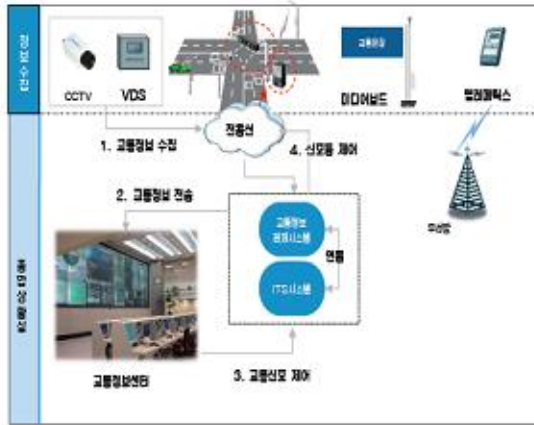


그림 5. 공용주차장관리서비스

일반적인 신도시의 경우 인프라 구축에 소요되는 비용이 110억 이상 예상 되는데 무선메쉬네트워크를 활용할 경우 60억정도 소요된다.

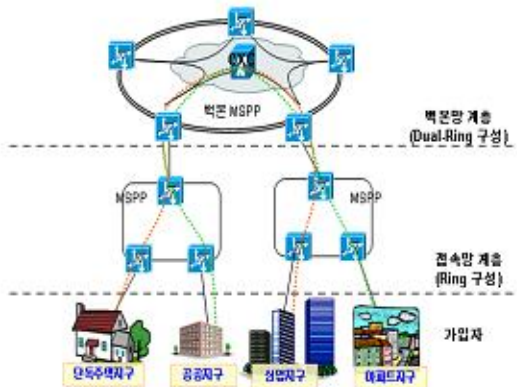


그림 6. 기간통신망 구성 장비 및 액세스 장비를 활용한 구성도(예)

일반적으로 자가망을 구축하는 목적은 통신망 임대비용을 지불하지 않으므로 상대적으로 유지비용이 낮으며, 서비스목적에 따라 자유로운 운영이 가능하기 때문이다. 하지만 단점으로 초기 통신망 구축을 위한 투자비용이 발생한다. 무선메쉬네트워크 기술은 이러한 단점을 해결해 주는 솔루션이다.

자가망 구축 비용 예상가

구분	총 구축 비용	비고
직접 재료비 (케이블 / 원료)	5,301,692	
간접 재료비 (원료)	67,304	
직접 부실률	435	
노무비	507,552	
운반비	1,730	
기계장비	57,359	
경비비	5,699	
가설비	44,947	
일일 관리비	603,224	
폐기물 처리비	556	
기본 장비 구매	백본네트워크 구성 비용	6,45,036
합계	11,180,511	

표 1 자가망구축비용예상가(기존방식)

#### 4. 결 론

u-City는 첨단 정보통신 인프라를 바탕으로 유비쿼터스 정보서비스를 제공함으로써 도시의 문화와 역사를 반영한 환경 친화적이고, 경제적이면서 도시의 가치를 높이는 스마트한 미래형 첨단 도시이다. 따라서, u-City를 구축하기 위해서는 경제성을 반드시 고려해야한다. 본 연구에서는 정부와 지자체, 토지개발사업자, 통신사업자, 대형 SI, 솔루션 제공사업자에 의하여 진행되고 있는 신도시 또는 기존도시, 개발사업등에 효율적으로 적용 가능한 무선메쉬네트워크 기술을 제안한다. 본 연구에서 제안한 무선메쉬네트워크를 u-City 인프라로 활용할 경우 50%이상의 경비절감을 구현할 수 있다.

#### [참고문헌]

- [1] C. K. To, Ad Hoc Mobile Wireless Networks, Prentice Hall,2002.
- [2] A. K. Parekh, "Selecting routers in ad-hoc wireless networks," Proc of ITS,1994.
- [3] W.B Heinzelman, "Application-Specific protocol Architectures for Wireless Networks", ph.D. dissertation, Mass. Inst. Tech., Cambridge,2000.
- [4] u-City 성남판교 ISP 연구용역 보고서, 2006