

위치정보 제공 서비스를 위한 유비쿼터스 기준점 설계 연구

박재민* · 오윤석** · 강진아*** · 김병국****

Design of Ubiquitous Reference Point for Location Service

Jae-Min Park* · Yoon-Seuk Oh** · Jin-A Kang*** · Byung-Guk Kim****

요 약

현재 우리나라에는 전국에 약 21,000점의 측량용 국가기준점이 표석 형태로 매설되어 있으며, 대부분이 시통을 위해 산 정상에 매설되어 있어 일반인들의 사용과 접근이 어렵다. 최근 유비쿼터스 환경이 구축되어 감에 따라 위치정보 및 위치정보 기반의 정보를 일반인들에게 손쉽게 제공할 수 있는 서비스가 요구되고 있다. 본 연구에서는 RFID 태그와 2차원 바코드를 이용하여 위치정보를 손쉽게 제공할 수 있는 새로운 개념의 기준점 프로토타입을 제작하였다. 본 논문에서는 개발된 인텔리전트 기준점을 실용화하여 실제로 서비스하기 위해 필요한 사항에 대해 고려하여 보았으며, 실제 테스트를 통해 사용 가능성을 검증해보았다.

주요어 : 유비쿼터스 기준점, 전자 태그, 위치정보서비스

ABSTRACT : There are 21,000 National Surveying Control Points (NSCP) made of stone for precise surveying nationwide. NSCPs that provide location information are usually buried at the top of a mountain for view points that cannot be used by the public. Recently, according to the growing ubiquitous computing generation, location-based information has become very important and a service that can be easily accessed by the public is needed. In this research, a new type of reference point for a location information service is proposed. It is an Intelligent Reference Point (IRP) equipped with RFID tags and a two-dimensional bar-code system. The IRP system is composed of an electronic tag component, a tag identification component, and an IRP service component. We designed the IRP receiver

* 인하대학교 지리정보공학과 박사과정(jaemini.park@gmail.com)

** 한국건설기술연구원 유비쿼터스국토연구실 선임연구원(ysoh@kict.re.kr)

*** 인하대학교 지리정보공학과 석사과정(j6328928@hotmail.com)

**** 인하대학교 환경토목공학부 교수(byungkim@inha.ac.kr)

identifying RFID tag and two-dimensional barcode was designed using a PDA, digital camera, and an RFID receiver. Also designed was IRP input data and input information. Furthermore, the operation software was developed in a PDA for identifying IRP and using IRP the service, and the IRP positioning method was developed using a GIS spatial analysis.

Keywords : Ubiquitous Reference Point, Electronic tag, Location Based Service

1. 서론

최근 정보통신 기술의 발전과 IT389 정책의 일환으로 지능형교통체계(ITS), 텔레매틱스(Telematics), 유비쿼터스 컴퓨팅 관련 기술 개발이 활발하게 이루어지고 있으며, 일부 서비스는 이미 활용되고 있다. 유비쿼터스란 사용자가 장소와 시간에 구애받지 않고, 자유롭게 네트워크에 접속하여 원하는 정보를 얻을 수 있는 환경을 의미한다(장병준, 2005). 이러한 환경에서 가장 기본이 되는 정보는 위치정보가 될 것이다. 자신의 위치를 모르고서는 구체적인 서비스를 제공받을 수 없기 때문이다. 특히, 위치참조 기본인 국가기준점은 유비쿼터스 사회가 도래하면 측량용도 이외에 위치정보제공 인프라로서 역할을 하게 될 것이다(오윤석, 2006).

국외 사례를 살펴보면, 일본 국토교통성에서는 지난 2004년부터 ‘자율이동지원 프로젝트’를 통해 IC태그에 위치정보를 삽입하고 이를 도시시설물이나 보도블록에 설치하여 위치정보 제공 서비스에 이용하고 있다. 우리나라의 경우, 건설교통부에서 RFID와 2차원 바코드를 이용하여 기준점 정보를 서비스하는 인텔리전트 기

준점 관련 연구를 진행하였으며(오윤석, 김병국, 2006), 지적공사에서도 지적측량 기준점에 RFID 태그를 내장한 지적전자 기준점을 개발한 사례가 있다. 또한, 부산광역시에서 RFID 태그를 도시기준점 부착하여 효율적으로 관리하는 사업을 추진한 바 있다.

2. 유비쿼터스 기준점

2.1 유비쿼터스 기준점 개념

국가기준점은 위치 참조의 기준이 되는 측점으로서 삼각점, 수준점, GPS 기준점(상시관측소), 도근점, 지자기점, 중력점 등이 있으며, 약 21,000여개의 기준점이 전국적으로 분포되어 있다. 현재 국가기준점은 주로 측량 용도로 사용하고 있으며, 법으로 그 활용방법과 제약조건 등을 명시하고 있다. 국가기준점은 위치정보라는 유용한 정보를 제공할 수 있는 국가 인프라 자원임에도 불구하고 사용 용도가 제한되어 있으며, 주로 산 정상에 설치되어 있어 일반인들이 사용하기 어렵다. 또한 기준점 정보는 국토지리정보원 등에서 문서로 관리하고 있기 때문에 현장에서는 기

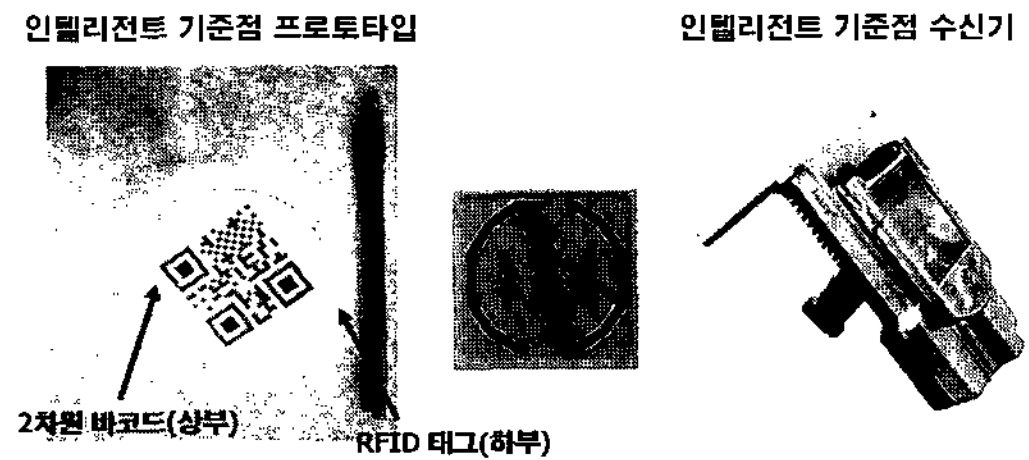
기준점과 관련된 정보를 획득할 수 없다. 기존의 국가기준점 또는 위치참조를 위한 기준점 정보를 RFID(Radio Frequency Identifier) 태그 또는 2차원 바코드에 기록하여 소형화 한다면, 유비쿼터스 환경에서 일반인들도 쉽게 기준점으로부터 위치정보와 다양한 부가정보를 이용할 수 있다. 이를 통하여 위치정보의 취득이 용이한 환경을 조성할 수 있으며, 이에 따라 위치정보 제공 서비스 수준을 향상시킬 수 있다. 따라서 본 연구의 목적은 유비쿼터스 환경을 대비하여 위치정보서비스를 위한 유비쿼터스 기준점의 개념을 설계하고, 서비스를 위한 시스템을 구현하는 것이다.

드를 이용하여 위치정보를 손쉽게 제공할 수 있는 새로운 개념의 기준점 및 수신장비를 설계하여 제작하였으며, 이를 인텔리전트 기준점이라 명명하였다.

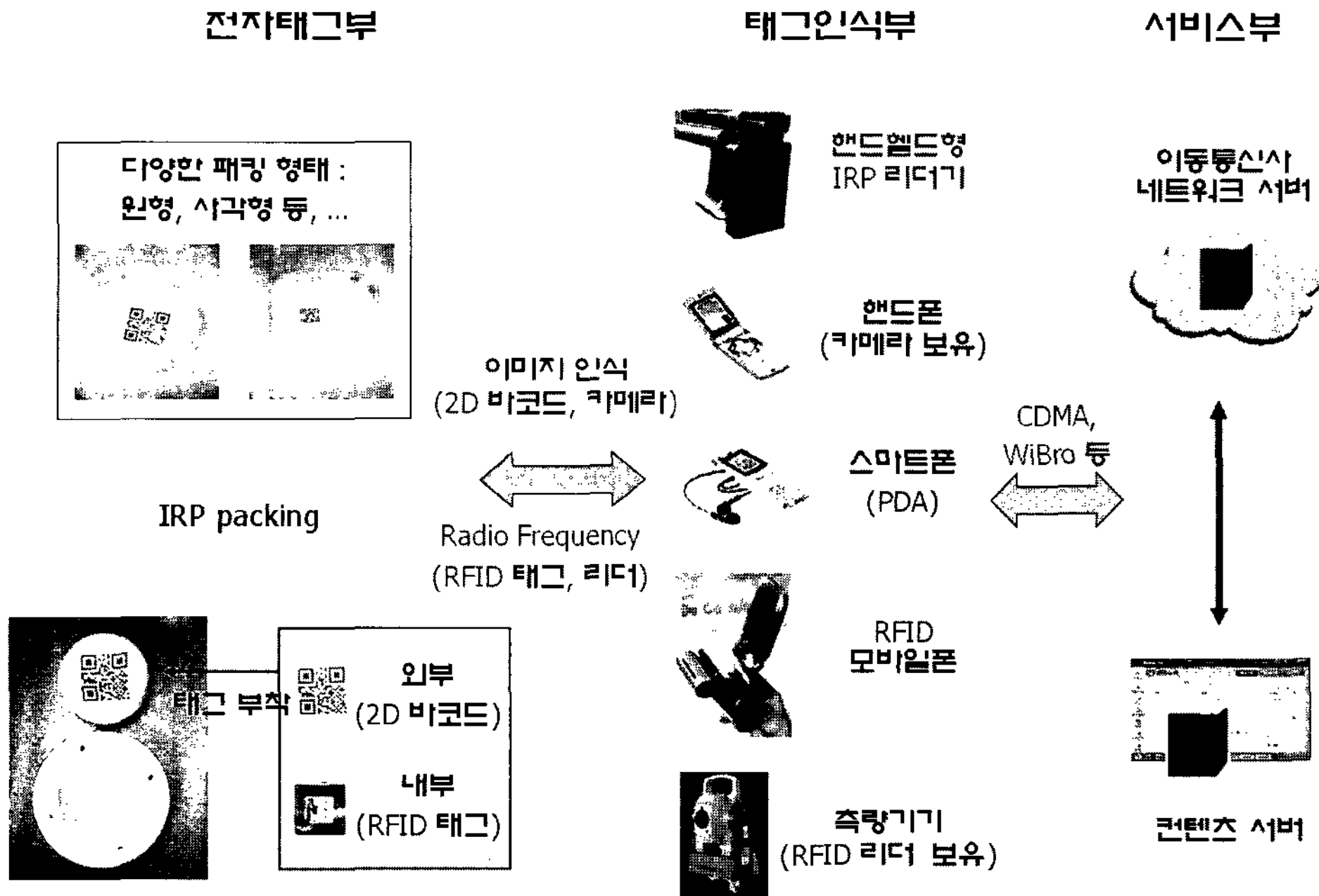
[그림 1]은 본 연구를 통해 개발된 인텔리전트 기준점의 프로토타입이며 기준점 정보의 인식을 위하여 내부에는 RFID 태그, 상부에는 2차원 바코드를 사용한다. RFID 태그는 별도의 수신 장비(리더기)가 있어야 정보를 수집할 수 있으므로 2차원

2.2 인텔리전트 기준점 시스템

본 연구에서는 RFID 태그와 2차원 코



[그림 1] 인텔리전트 기준점과 수신기



[그림 2] 인텔리전트 기준점 시스템 구성

바코드를 같이 사용하여 모바일 기기의 카메라로도 쉽게 인식될 수 있도록 제작하였다.

[그림 2]와 같이 인텔리전트 기준점 시스템은 크게 전자태그부, 태그인식부, 서비스부로 구성된다. 본 연구에서는 다양한 형태와 크기의 인텔리전트 기준점을 제작하였으며, 기준점의 인식을 위해 PDA와 RFID 리더기를 조합한 특수 목적의 핸드헬드형 리더기를 제작하였다.

3. 인텔리전트 기준점 정보

인텔리전트 기준점에 사용된 RFID와 2D 바코드 전자태그에는 위치정보 이외에 가능한 많은 정보를 입력한다면 다양한 서비스를 제공할 수 있다. 하지만 전자태그에 기록할 수 있는 용량은 제한되어 있고, 서비스의 처리 속도에 대한 고려도 필요하므로 인텔리전트 기준점 시스템에서 제공하는 정보와 전자태그에 기록될 입력정보의 선별이 필요하였다. 또한 사용자에 따라 정보접근 한계를 만들고, 각 입력정보를 보호하기 위하여 다양한 등급화가 필요하였다.

3.1 인텔리전트 기준점 정보

인텔리전트 기준점의 입력정보는 기준점의 기본적인 사항을 나타내는 「일반 정보」, 인텔리전트 기준점 관리를 위해 사용하는 「관리 정보」, 인텔리전트 기준점 위치와 측량용 사용자를 위해 추가적으로 필요한 「위치 및 측량정보」, 위치정보 기

반의 기타 서비스를 제공하는 「기타(서비스) 정보」로 구분하였으며, 국가기준점 입력정보를 기초하여 작성하였다.

3.1.1 일반 정보

「일반 정보」는 인텔리전트 기준점의 가장 기본적인 일반 사항을 나타내는 정보이며, 크게 기준점 식별 정보, 주소 정보, 연혁 정보로 나눈다.

여러 지역에 다양한 형태의 인텔리전트 기준점이 설치되어야 하므로, 기준점들 간의 구분이 필요하다. 따라서 기준점들 간에 식별을 위한 정보로는 기준점의 등급, 번호, 명칭, 지형지물유일식별자(UFID) 등이 포함된다.

<표 1> 일반 정보

기준점 등급 정보	등급, 번호, 명칭
식별 정보	지형지물유일식별자(UFID)
주소 정보	기준점 소재지 우편번호, 시, 행정구역명, 지명, 국가, 전화번호, 팩스번호
연혁 정보	작성 일자, 이력 정보, 기타사항

3.1.2 관리 정보

「관리 정보」는 인텔리전트 기준점을 관할하는 기관에서 기준점의 설치에서부터 유지 보수에 이르기까지 기준점의 관리를 위해 사용되기 위한 입력정보이다. 인텔리전트 기준점관리 정보는 크게 기준점 정보, 부착시설물 정보, 관리기관 정보, 설치 정보, 유지보수 정보, 입력정보 이력으로 분류된다.

<표 2> 관리 정보

기준점 정보	기준점 종류, 형상
관리기관 정보	관리 담당 기관, 담당 부서 관리 담당자, 직위, 전화번호
설치 정보	설치 일자, 설치자, 기타 설치 정보
부착 시설물 정보	부착 시설물 종류, 높이, 위치, 형상, 색깔, 고정 유무, 시설물 담당 기관 및 담당자
유지 보수 정보	기준점 수명, 고장 유무, 빈도수, 신고자 수리 일자, 빈도수, 수리자 교체 일자, 빈도수, 작업자
입력정보 이력	입력정보 버전, 수정 사항, 입력정보 갱신, 교체

<표 3> 위치 및 측량 정보

좌표계 정보	좌표참조계, 기준계, 본초자오 선, 지구타원체, 지오이드, 투영 법, 투영 파라미터, 좌표 원점
경위도 정보	경도(도분초) 및 방향 위도(도분초) 및 방향
직각 좌표	X 좌표(미터), Y 좌표(미터)
UTM 직각 좌표	N 좌표(미터), E 좌표(미터)
높이 정보	표고, 평균 해수면 높이, 지오이드고
방향 정보	진북 방향각(도분초)
측량 정보	기준점 명칭, 평균 방향각, 평면 거리

3.1.3 위치 및 측량 정보

「위치 및 측량 정보」는 기준점의 상세한 위치와 측량용 사용자를 위한 정보들로 구성되며, 인텔리전트 기준점의 모든 서비스에 기반이 되는 가장 중요한 입력 정보이다. 위치 및 측량 정보는 세부적으로 좌표계 정보, 경위도 정보, 직각 좌표계, UTM 직각 좌표계, 높이 정보, 방향

정보, 측량 정보 등으로 구분할 수 있다. 위치정보의 정확도는 활용 분야와 사용자에 따라 달라진다.

3.1.4 기타 서비스 정보

「기타(서비스) 정보」는 위치 정보를 기반으로 사용자가 목적에 맞게 필요한 서비스를 제공받을 수 있도록 정보를 제공하거나, 중앙 시스템과의 연결 정보를 제공한다. 기타(서비스) 정보는 크게 건물 정보, 주변 공간정보, 주변 기준점 정보, 서비스 연결 정보, 수치지도 색인 연결 정보, 지리정보 색인 정보로 구성된다.

<표 4> 기타(서비스) 정보

건물 정보	건물 소유주, 높이, 평수 층별 정보, 상가별 정보
주변 공간 정보	주변 건물 정보, 주변 공공기관 정보
주변 기준점 정보	최근접 기준점 번호, 등급
서비스 연결 정보	서비스 연결 색인키, 부가 서비스 종류 및 명칭
수치지도 연결 정보	1/5000 수치지도 도엽번호, 명칭
지리정보 색인 정보	GIS 자료, 그림 정보, 영상 정보 등 제공이 가능한 관련 지리정보 데이터의 색인 정보

3.2 식별용 전자태그 입력정보

RFID 태그는 주파수 효율이 좋고, 인식 거리가 넓어 현재 가장 많이 사용되고 있는 900MHz 주파수 대역의 태그를 사용하였으며, 약 30 바이트 가량의 외부 데이터를 기록할 수 있었다.

지형지물 유일식별자(UFID)는 기본지리 정보의 모든 지형지물을 구분하는 번호이며, 기본지리정보에 포함되는 국가기준점과 같은 지형지물들에 유일한 식별번호를 부여하는 체계이다(김병국, 2005). 30자리 입력정보에 UFID를 입력하면, 이를 기준점의 식별자로 사용하는 것이 가능하다. 하지만 UFID가 초(“)단위 격자 위치로 표현이 가능하므로 기준점의 위치를 더욱 정확히 표현하고 부착된 시설물 정보까지 표현할 수 있도록 <표 5>와 같이 숫자와 문자를 이용하여 30자리 입력정보를 구성하였다.

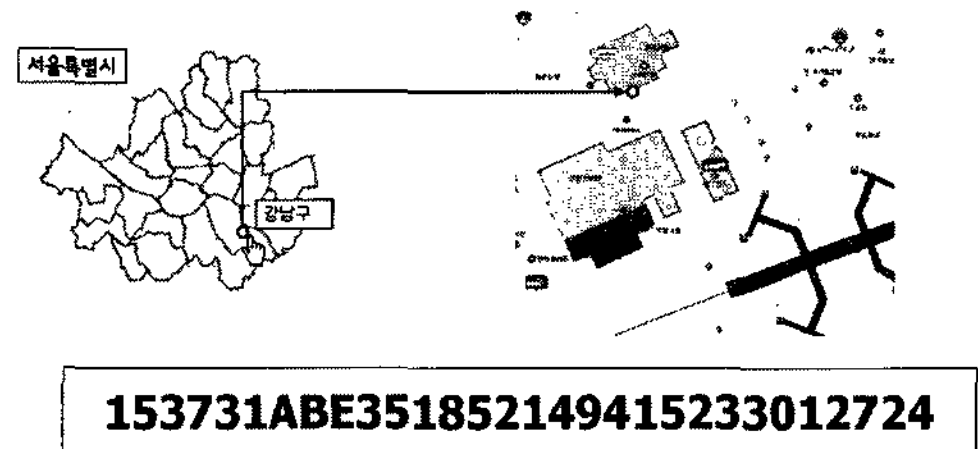
<표 5> 인텔리전트 기준점 30자리 입력정보

구분	구성	자리
우편번호	- 기준점 설치된 최소 지역단위 - 기존 우편번호 체계	6
기준점번호	- 기준점 식별 번호 - 36진수(숫자+영자) = 362개 식별	2
부착시설물	- 부착 시설물 구분 - 36진수(숫자+영자) = 36개 식별	1
위치	위도 36°24'45.3523" ⇒ '36244535'	8
	경도 127°15'32.1879" ⇒ '7153219'	7
	높이 1840.86m ⇒ '184086'	6

[그림 3]은 한국무역전시관 건물 표지석에 인텔리전트 기준점을 설치한다고 가정하였을 경우 전자태그에 기록될 30자리 입력정보의 모습이다. 사용자의 기기가 인텔리전트 기준점을 인식하면 전자태그에 기록된 30자리 입력정보만으로 인텔리전트 기준점의 정보와 정확한 위치를 확인할 수 있다.

30자리 입력정보에는 우편번호, 색인번호, 위치정보 등의 비교적 간략한 정보만을 포함하고 있다. 본 연구에서는 30자

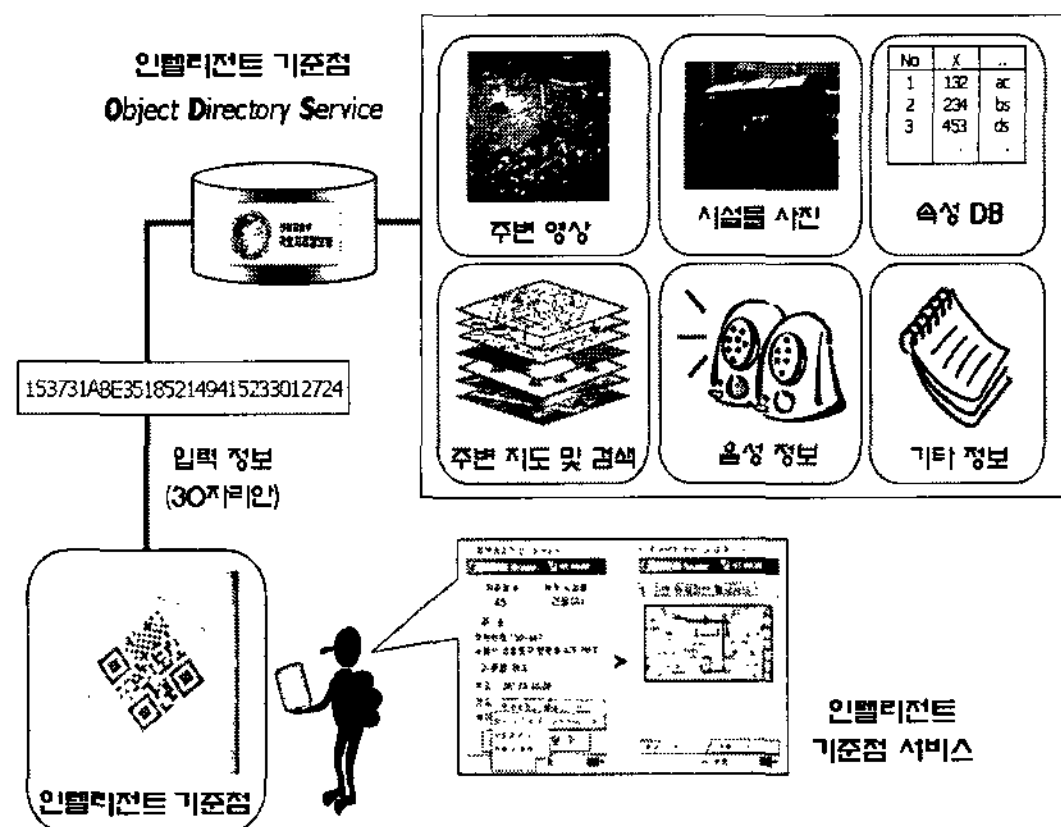
리수의 색인 정보를 통해 인텔리전트 기준점 중앙서버에 접속하여 각 기준점에 대한 대용량 정보에 접근할 수 있도록 설계하였다.



- 우편번호('153731'): 서울시 강남구 삼성동 한국무역전시관
- 기준점 번호('AB'): No.2
- 부착 시설물('E'): 건물 표지석
- 위도('35185214'): 35° 18' 52.14"
- 경도('9415233'): 129° 41' 52.33"
- 높이('012724'): 127.24m

[그림 3] 30자리 전자태그 입력정보 의미

인텔리전트 기준점은 위치 참조를 위한 기준점으로 사용될 뿐만 아니라 기준점이 설치된 주변 지역의 공간정보를 검색할 수 있는 검색키 역할도 할 수 있다. 따라서 [그림 4]와 같이 위치정보와 함께 다양한 부가정보를 제공하는 것이 가능하다.



[그림 4] 대용량 정보의 연동

4. 인텔리전트 기준점의 선점 및 설치

4.1 인텔리전트 기준점의 선점

일반사용자가 인텔리전트 기준점으로부터 위치정보 및 부가적인 공간정보 서비스를 편리하게 받기 위해서는 기준점의 선점 위치와 설치 수량도 고려되어야 한다.

<표 6>은 인텔리전트 기준점의 선점시 기본적으로 고려되어야 할 고려해야 하는 사항들이다. 우선 인텔리전트 기준점의 대상 사용자 측면에서 고려해 본 사항들이고, 두 번째는 설치·관리자 및 공급자 측면에서 고려한 사항들이다.

<표 6> 인텔리전트 기준점 선점시 고려사항

구분	선점시 고려사항
사용자 측면	① 유동인구가 많은 지역 ② 기준점의 수요가 많은 지역 ③ 기준점의 위치를 쉽게 예상할 수 있는 지역 ④ 무릎 높이 이상, 눈높이 정도에 설치 ⑤ 식별이 용이한 시설물
관리자 측면	① 영구 또는 고정 시설물에 설치 ② 일정간격 유지하며 설치

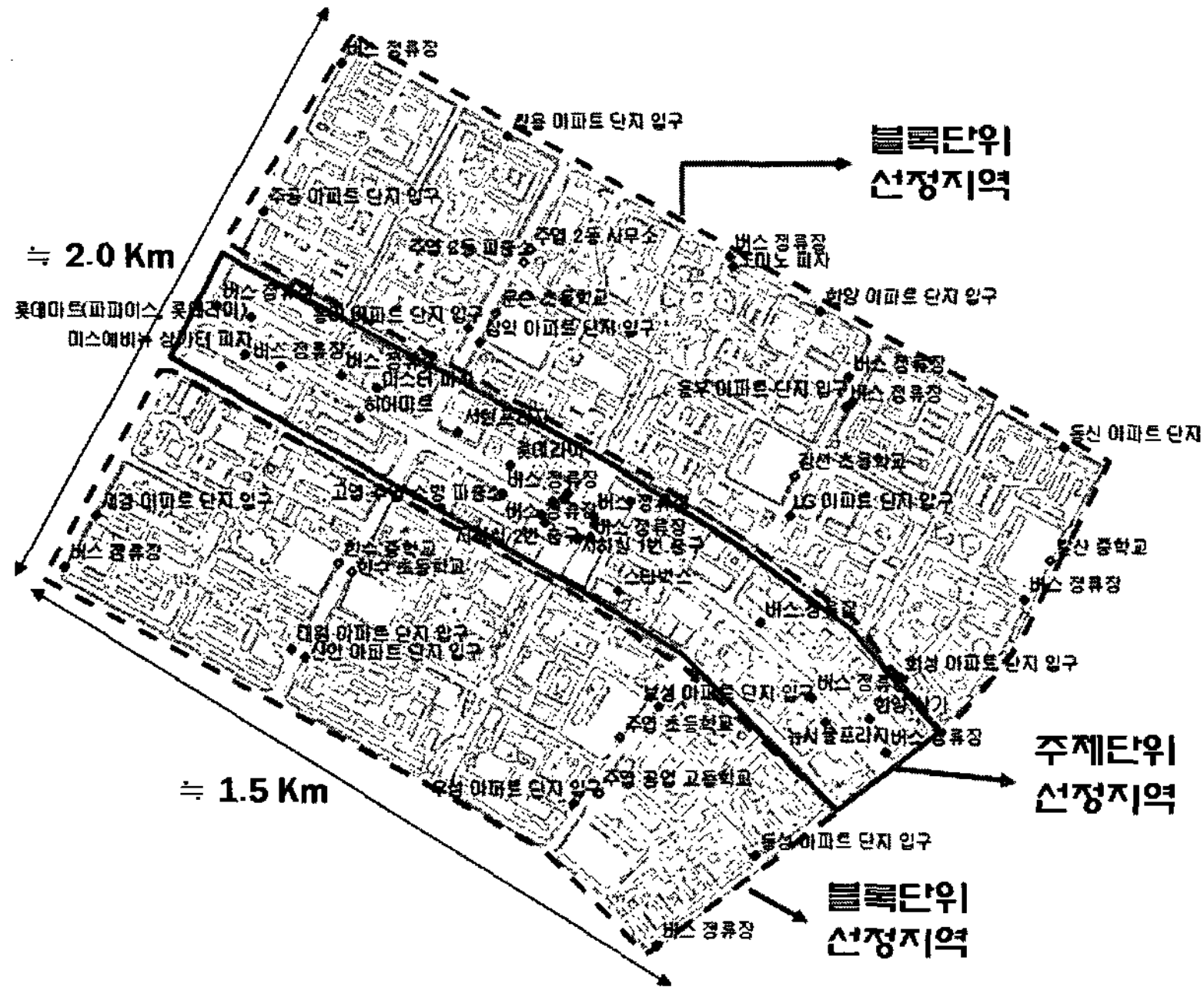
효율적인 인텔리전트 기준점 설치를 위해 유동인구가 많고, 수요가 많은 지역과 그렇지 않은 지역으로 구분할 필요가 있었다. 수요자의 요구에 따라 인텔리전트 기준점의 성격이 달라지고, 또한 기준점 설치 개수가 달라질 수 있기 때문이다. 위의 사용자 측면과 관리자 측면의 사항들을 조건으로 고려하여 ESRI사 ArcGIS 소프트웨어를 이용하여 고양시 주엽역 일대에 인텔리전트 기준점의 선점을 위한

공간분석 과정을 수행하였다. 이를 통해 인텔리전트 기준점의 최적 선점 위치와 개수를 계산할 수 있었다.

[그림 5]와 같이 다양한 환경이 포함된 주엽역 근처를 수요가 많은 지역과 적은 지역으로 구분하였다. 수요가 많은 지역에는 교통, 관공서 등 주제별로 수요가 예상되는 지점에 설치를 가정하고, 수요가 적게 예상되는 지역에는 주거 블록의 모서리마다 하나씩 설치하는 것을 가정하여 버퍼링을 통해 중복되는 점은 삭제하는 방식으로 공간분석을 수행하였다. 3km² 면적의 실험지역에는 약 88개를 선점해야 하는 것으로 나타났으며, 이를 면적이 267.25km²인 고양시 전체에 적용할 경우 약 7800여개의 기준점이 필요할 것으로 나타났다. 이는 기준점 선점 방식을 실험적으로 수행한 것으로 많은 가정을 내포하고 있으므로, 실제 적용하기 위해서는 설치 지역의 조건에 따라 선점 방식과 개수가 달라져야 한다.

4.2 인텔리전트 기준점의 설치

인텔리전트 기준점의 선점 못지않게 중요한 것이 기준점의 설치이다. 인텔리전트 기준점이 위치정보 대국민서비스의 주요 인프라 역할을 하기 위해서는 적절한 지역을 선점하는 것과 더불어 적절한 설치 위치와 설치 시설물을 찾는 것도 중요하다. 일반 사용자들의 이용을 위해 기준점은 주로 실외에 설치되어야 하므로 파손 또는 망실의 가능성이 있으며, 잘못된 설치로 인해 사용자가 제대로 사용하지 못하는 경우가 발생할 수도 있을 것이다.



[그림 5] 공간분석에 의해 선정된 기준점 위치

<표 7> 인텔리전트 기준점 설치시 고려사항

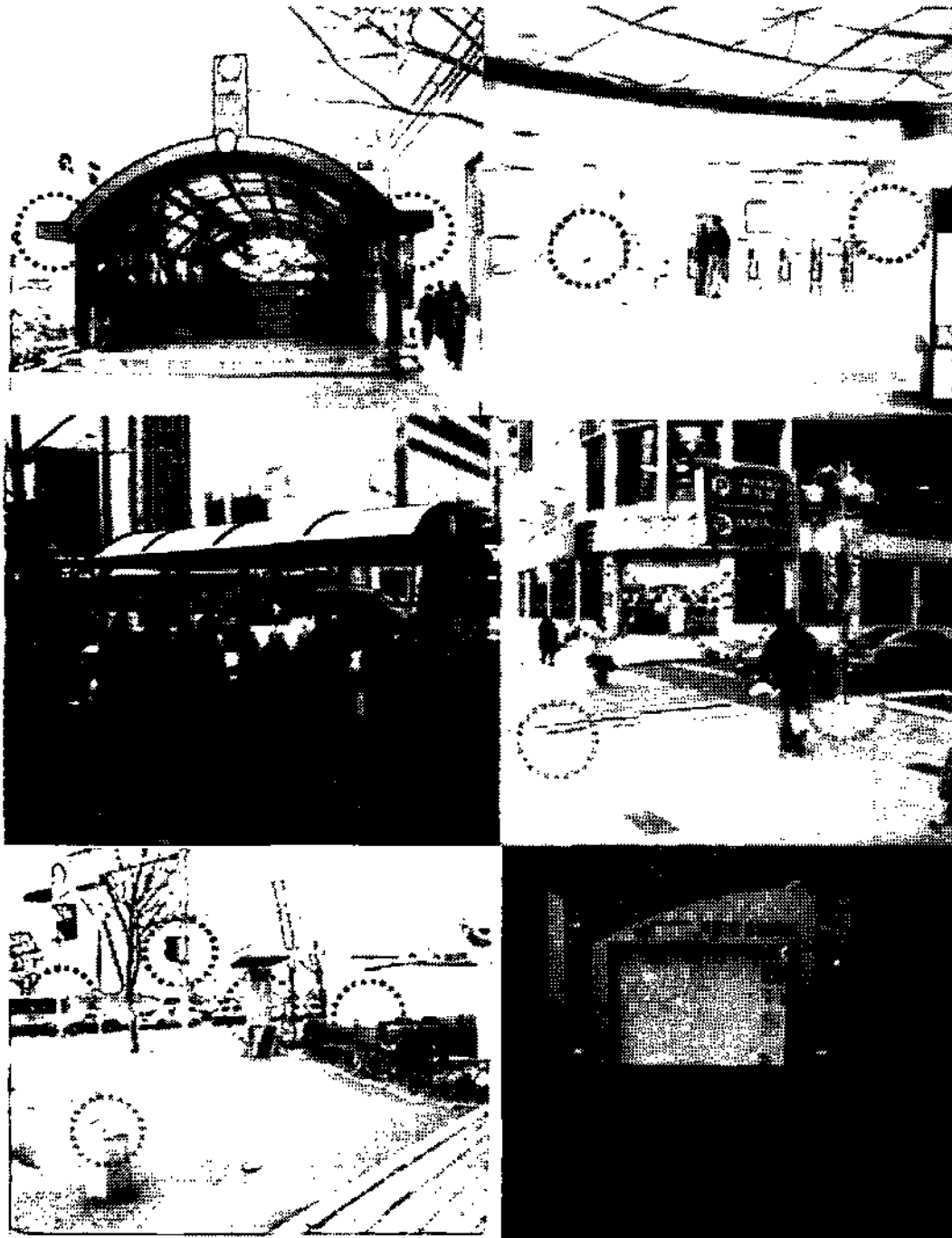
구분	설치시 고려사항
기준점 관리 측면	① 영구, 고정 시설물에 설치 ② 설치가 용이한 시설물 및 위치에 설치 ③ 파손, 망실의 가능성이 적은 시설물 및 위치에 설치
기준점 운영·작동 측면	① 전파방해를 일으키는 금속 물체를 최대한 배제 ② 전류가 흐르는 도체 시설물을 최대한 배제
기준점 사용자 편의성 측면	① 무릎 높이 이상, 눈높이 정도에 설치 ② 시야(시인성)가 뛰어난 시설물 및 위치에 설치 ③ 접근성이 용이한 시설물에 설치

인텔리전트 기준점의 적절한 설치를 위해서는 <표 7>과 같이 기준점의 관리, 운영·작동, 사용의 편의성에 대한 세 가지 측면을 고려해야겠다. 인텔리전트 기준점은 단독으로 설치할 수도 있으나 효율적

인 관리를 위해서는 건물, 표석과 같은 영구적인 시설물이나 도로 표지와 같은 고정 시설물에 설치되어야 한다. 또한 금속의 시설물이나 전류가 흐르는 도체가 주위에 있는 경우, 라디오 주파수를 사용하는 RFID 전자태그의 인식 오류 및 전파방해를 일으킬 수 있기 때문에 가능한 설치를 배제하여야 한다.

일반 사용자들이 인텔리전트 기준점을 편리하게 사용하기 위해서는 무릎 이상, 눈높이 정도 높이로 설치되어야 하며, 접근성과 시인성이 뛰어난 시설물에 설치되어야 하겠다.

[그림 6]은 4.1절에서 수행한 GIS 공간분석의 결과로 계산된 기준점 최적 선점 위치를 답사하여 설치시 고려하여야 할 사항들의 조건에 맞는 설치가능 시설물들을 살펴보았다. 지하철 입·출구, 도로의



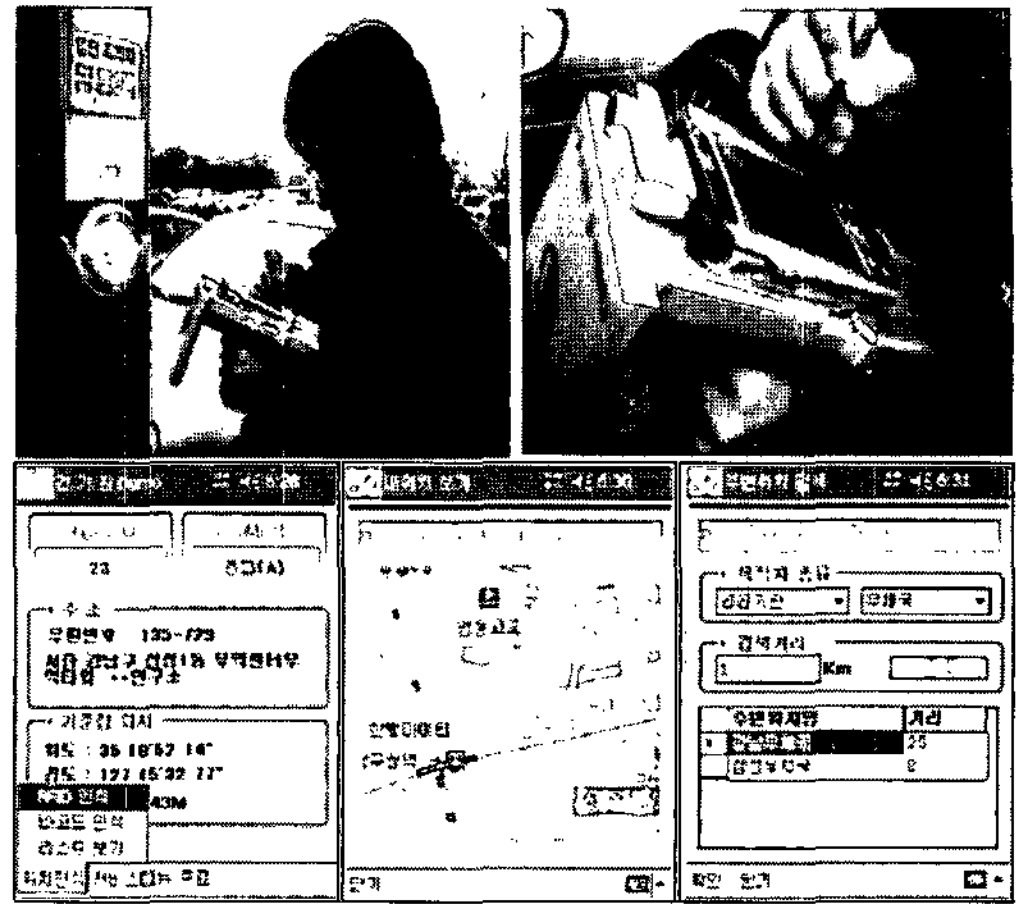
[그림 6] 설치 가능한 시설물

모서리, 버스 정류장 등 설치가 가능한 다양한 시설물들이 존재하였다. 실제 인텔리전트 기준점의 설치시에는 현행 국가 기준점 또는 기타 국가 시설물의 설치 및 관리에 관한 법률이나 규정을 의거하여 설치되어야 하겠다.

4.3 시범 테스트 및 성능 테스트

개발된 인텔리전트 기준점 및 리더기 장비의 시범테스트는 훼손, 상시 접근가능, 유지관리 등의 이유로 한국건설기술연구원 내, 여러 시설물에 부착하여 시범 테스트를 수행하였다.

우선 기준점 태그 안에 정보를 삽입한 후, 뚜껑을 닫고 테이프와 실리콘을 이용하여 시설물에 장착하였다. 부착시키는 면



[그림 7] 인텔리전트 기준점의 설치 실험

이 석재인 면과 금속으로 되어 있는 면 등 다양한 환경을 테스트하기 위해 여러 재질에 부착하였으며 눈이나, 비 등의 다양한 날씨와 영하의 추운온도에서도 이상이 없는지 지속적으로 테스트를 수행하였다. 매일 리더기 장비의 정상작동여부와 기준점 태그의 스캔 성공률 등 다양한 실험을 수행하여 시스템을 보완하였다.

5. 결론 및 제언

본 연구에서는 RFID 태그와 2차원 코드에 위치정보를 입력하여 이를 통해 다양한 부가 정보 및 서비스를 받을 수 있는 기준점을 설계하였고, 이를 인텔리전트 기준점이라 명명하였다. 또한 인텔리전트 기준점의 선점 및 설치시 고려사항을 제시하고, 이를 공간 분석 기법을 이용해 대상지역인 고양시 일산구에 적용하였다. 공간분석 결과를 바탕으로 현장 확인을 통해 기준점의 설치가 가능한 도시 기반 시설물들을 조사하였다.

인텔리전트 기준점이 설치된다면, GPS를 사용하지 않고도 핸드폰 내장 카메라나 모바일 RFID 리더기를 통해 도시 내에서도 손쉽게 위치 기준점 정보를 얻을 수 있게 된다. 또한, 이를 참조점으로 이용하여 다른 위치의 정보를 검색하거나 서비스 받는 일이 가능해지므로, 위치를 기반으로 하는 모든 서비스에 이용할 수 있다. 인텔리전트 기준점을 위치의 참조점으로 사용할 경우 다음과 같은 활용 분야 및 서비스가 가능하다.

- 인텔리전트 기준점을 이용한 주변 약도 서비스
- 인텔리전트 기준점을 이용한 특정 위치 검색 서비스
- 인텔리전트 기준점을 이용한 개인항법서비스(Personal Navigation System)
- 인텔리전트 기준점을 이용한 중간 정밀도의 측량 서비스
- 기타 시설물의 유지관리 원조시스템
- 버스정보시스템과 연계한 서비스
- 영상 기하보정을 위한 지상기준점 서비스

본 연구는 향후 유비쿼터스 기준점의 본격적인 구축을 위한 시범사업으로 진행된 연구의 결과이며, 인텔리전트 기준점의 적지선정, 설치시설물 검토 등의 연구 결과들은 다양한 환경과 시설물에 적용하여 계속적으로 연구가 이루어져야 하겠다. 실제 적용하기에 앞서 시범 구축 사업을 통해 충분한 연구 결과들을 검토하고 그 결과에 따라 전국토에 적용하는 방향으로 진행하는 것이 바람직하겠다.

감사의 글

본 연구는 NGIS 지원연구 사업의 연구 결과로 수행되었음.

참고문헌

- 정보통신연구진흥원, 2005, 장병준, RFID/USN 기술 개요 및 발전 전망
- 오윤석, 구지희, 김병국, 김태훈, 남상관, 박재민, 2005, 유비쿼터스 시대의 위치정보제공을 위한 인텔리전트 기준점 설계, 2005년도 대한토목학회 정기학술대회.
- 건설교통부, 2005, 지형지물 전자식별자(UFID, Unique Feature Identifier) 활용기술 개발, 제3차년도 최종보고서.
- 건설교통부, 2006, 유비쿼터스 시대에 위치정보제공 인프라 구축을 위한 인텔리전트 기준점 개발, 최종보고서.
- 박재민, 강진아, 김병국, 위치정보 서비스를 위한 인텔리전트 기준점 입력정보 연구, 2006년 GIS 공동춘계학술대회
- 강진아, 박재민, 김병국, 위치정보 제공을 위한 인텔리전트 기준점의 최적위치 선정 방법 연구, 2006년 GIS 공동춘계학술대회
- 건설교통부 국토지리정보원, 2007, 무선 이동통신 기술을 이용한 국가기준점의 전자인식 표지 실용화 연구, 최종보고서.
- 오윤석, 유비쿼터스 시대를 대비한 기준점의 발전방향 및 응용분야, Survey & Mapping, 통권 93호, 72~79.
- 오윤석, 곽태석, 조한근, 김창우, 구지희, RFID와 PDA를 이용한 측량 기준점 체계 개발, 한국측량학회 2007년 춘계학술대회 논문집, 31~35.