

무선인식과 지형공간정보체계를 이용한 효율적인 가로수관리

김의명¹* · 이 윤¹ · 김성수¹ · 김인현¹ · 최영희²

Efficient Roadside Trees Management using RFID and GIS Technology

Eui-Myoung KIM¹*, Yun LEE¹, Sung-Soo KIM¹
In-Hyun KIM¹, Young-Hee CHOI²

요 약

지방자치단체에서 관리하고 있는 도시의 가로수는 도시공간의 생활환경을 개선하는 데 중요한 역할을 한다. 가로수는 현장관리 방법과 행정업무 측면에서 관리를 담당하고 있는 인력의 부족으로 가로수의 보호 및 효율적인 관리가 되지 못하였다. 또한 가로수 관리의 비용적인 측면에서도 관리예산의 부족으로 적절한 시기에 병충해 방제, 치료 등이 이루어지지 못하였다. 기존의 가로수 관리의 문제점을 개선하기 위하여 첨단 정보통신기술을 가로수 관리에 접목하여 효율적으로 관리할 수 있는 구체적인 방법을 제시하고 가로수의 현장관리시스템과 웹정보시스템을 개발하였다. 본 연구의 성과는 무선인식방법을 통해 가로수의 인식방법을 개선하였고 현장작업과 실내작업의 이원화된 가로수 관리방법을 무선통신과 웹을 이용하여 가로수정보를 통합관리할 수 있도록 하였다.

주요어 : 무선인식, 지형공간정보체계, 가로수, 웹, 무선통신, 블루투스, 유비쿼터스

ABSTRACT

Roadside trees that are managed by the local government play important roles to enhance the city lifestyle in many ways. However, because of insufficient human resources that monitor fields and regulations, most roadside trees were left unprotected and lacked the professional management. Also, due to the lack of financial support, pesticides or treatments have rarely been done in a proper time.

To solve this existing matter, we have proposed concrete methods that include a latest communication technology, and developed an on-site management system and a web-monitoring system for roadside trees. Our successful research includes efficient approaches to identify an individual tree and integration of both field works and internal work processes with wireless communications and web displays to monitor the roadside trees.

KEYWORDS: RFID, GIS, Street Trees, Web, Wireless Communication, Bluetooth, Ubiquitous

2006년 1월 16일 접수 Received on January 16, 2006 / 2006년 3월 27일 심사완료 Accepted on March 27, 2006

1 (주)한국공간정보통신 Korea geoSpatial Information & Communication Co. Ltd.

2 서울특별시 강서구청 공원녹지과 Parks & Landscape Division, Gangseo District, Seoul metropolitan Government

* 연락처 E-mail : kemyoung@ksic.net

서론

도심의 녹지축을 이루는 가로수는 경관향상, 대기오염과 소음감소, 열섬현상 완화 등 생활환경 개선에 필수적 요소이며, 도시와 산림을 연결하는 그린네트워크의 선적요소로서 새, 곤충, 등 동식물이 공존할 수 있는 생태계 보루로서 많은 기능을 가지고 있다. 가로수는 산림청예규 제 499호에 의한 '가로수 조성 및 관리 규정'에 의해 관리되고 있으며 보행자와 운전자에게 쾌적하고 안전한 이동공간을 제공하고 도시내의 녹지와 하천간의 생태통로의 역할을 수행하고 있다. 또한 각 지방자치단체와 지방국토관리청 등은 10년마다 가로수 관리 기본계획을 수립하여 체계적이고 일관성 있게 가로수의 조성 및 관리가 되도록 하고 있다(산림청, 2002; 이경재, 1996; 성현찬 등, 2003).

가로수에 대한 관리실태는 도시집중화에 따라 생육환경이 날로 악화되는 반면 그 보전의 중요성과 시민들의 요구도는 증대되고 있다. 가로수 업무는 지자체의 경우 공원녹지, 산림, 가로수, 경관, 조경 등의 부서에서 담당하고 있다. 이와 같이 가로수 업무는 독립적인 부서에 소속되어 있는 것이 아니며 녹지, 산림, 경관 등의 업무와 유사한 성격으로 인하여 가로수 업무가 주 업무가 아닌 경우가 많다. 따라서 가로수 업무를 담당하는 관리인력은 있으나 가로수 관련 유사업무와 병행하여 업무를 수행하기 때문에 효율적인 관리가 되지 못하고 있는 실정이다.

이와 같이 행정적으로는 가로수의 관리인력이 부족하고 전문성이 부족하기 때문에 적절한 시기에 가로수의 현장관리를 위한 인력을 투입하지 못하는 실정이다. 이러한 가로수 관리의 공백현상으로 인하여 가로수의 훼손, 고사현상 등이 발생하여 소중한 자산인 녹지자원이 제대로 보존되지 못하고 있다.

GIS는 도로, 상하수도, 송배전 등의 시설물

관리에 많이 활용되고 있으며 조명희 등(2004)은 GIS를 기반으로 한 도로노면 관리시스템을 구현하였으며 수치지형도를 기반으로 현장조사를 실시하여 도로노면의 DB를 구축하고 이를 기반으로 사용자가 조사, 입력, 분석을 수행할 수 있도록 하였다. 지하시설물 중 한국전력공사에서 관리하고 있는 송배전 시설물에 대한 지리정보와 속성정보를 관리시스템으로 구축한 사례도 있다(장용구 등 2004).

국내에서는 가로수의 관리시스템의 구현에 앞서 가로수의 현황을 GIS로 구축하여 관리하기 위한 가로수 코드체계에 대한 연구가 수행된 바가 있다(정성관 등, 2000). 또한 가로수의 관리대장 뿐만 아니라 가로수와 관련된 도면을 캐드(CAD)를 기반으로 관리할 수 있는 연구가 수행되기도 하였다(허상현과 심경구, 2001).

경기개발연구원(2002)에서는 경기도내의 시군구의 가로수 현황자료를 분석한 후 가로수를 효율적으로 관리할 수 있는 지침을 연구하였다. 이윤정은 GIS를 이용하여 수종별, 구청별, 노선별 일련번호의 부여를 통한 체계적인 관리방안을 제시하였다(이윤정, 2002). 그러나 기존의 가로수 관리시스템에 대한 연구사례나 영국, 호주 등의 해외사례를 살펴보면 가로수의 고유번호 인식방식을 명찰, 표찰 등 물리적 방법에서 전자식 방식으로 개선하거나, 단지 가로수에 대한 체계적인 데이터베이스를 구축하는 내용에 그치고 있다. 따라서, 현행 행정여건상의 한계를 보완하여 가로수의 효율적인 관리대책이 필요하다.

가로수 관리의 대부분을 차지하고 있는 현장업무를 개선하기 위해서 기존에 이용되고 있는 스테인레스 표찰방식을 탈피하여 무선인식기술을 이용함으로써 가로수의 인식방법을 개선하고 현장업무와 실내업무로 이원화 되어 있던 가로수 관리업무를 개선하고자 첨단 정보통신기술과 지형공간정보체계(GIS : geo-

spatial information system)를 이용하여 체계적이고 효율적으로 가로수를 관리할 수 있는 가로수 종합관리시스템을 제안하였다.

도시 가로수의 관리 현황

1. 가로수 관리의 문제점

도시의 가로수는 주민의 생활환경과 밀접한 관련이 있는 소중한 자산이다. 서울시에서는 일정 크기수준의 나무를 체계적으로 등록·관리할 수 있는 '큰나무 등록제'를 2002년부터 시행하고 있다. 큰나무 등록제는 시내 가로수 뿐만 아니라 관리대상에서 제외되어 있던 개인주택과 공공기관, 개인 기업체 부지 등에 식재된 직경 20cm 이상의 큰 나무를 조사해 고유번호를 부착하고 이를 전산으로 등록해서 관리하는 제도이다. 개별 가로수의 인식을 위해 스테인레스 표찰을 부착하였으며 이들 표찰에 새겨진 관리번호는 나무의 식별을 위한 주민등록번호 역할을 하며 서울시에서는 관리번호에 따라 각 나무별 가지치기나 병충해 방제, 황화현상 발생 및 치료, 생육상황, 이식여부 등의 개별 정보를 전산으로 입력해 체계적으로 관리하도록 하고 있다. 각 자치구에서는 가로수별 정보를 전산으로 등록하고 관리시스템을 도입하여 가로수 관리를 체계화하는 성과를 거두었다.

그러나 가로수의 현장관리 방법과 행정업무 측면에서 관리를 담당하고 있는 관리인력의 부족으로 가로수의 보호 및 효율적인 관리가 되지 못하였다. 또한 가로수 관리의 비용적인 측면에서도 관리예산의 부족으로 적절한 시기에 병충해 방제, 치료 등이 이루어지지 못하였다. 큰나무 등록제의 운영상의 문제점은 가로수의 관리가 크게 현장과 사무실로 이원화되어 있고 이들이 서로 유기적이지 못하다는 것이며 세부적인 내용은 표 1과 같다.

TABLE 1. 큰나무 등록제 운영상의 문제점

형 태	문 제 점
현 장	<ul style="list-style-type: none"> - 개별가로수의 인식방법이 스테인레스 표찰형태로 되어 있어 통행인에 의한 표찰의 인위적인 훼손이 발생함 - 지장가로수 이식, 교통사고목 처리, 고사목제거, 가로수 신식 등 변동사항 발생 시 부착된 표찰의 일련번호가 결번 또는 추가삽입 등 연속성 상실로 연속성을 지속시키려면 변동부분이 후 표찰을 재정비해야 하므로 그때마다 추가관리 인원 투입 등이 요구됨 - 문서에 의한 현장관리로 인하여 가로수의 현장작업후 관리이력에 대한 이기작업 및 전산화의 부가작업이 필요함
	<ul style="list-style-type: none"> - 수목현황이 변동될 경우 그때마다 현장 확인을 거쳐 작성된 자료를 사무실에서 재조정 입력해야 하므로 업무여건에 따라 입력지연, 누락 등으로 가로수 상황과 전산등록정보가 불일치하는 경우 발생하여 신속, 정확한 가로수 정보 확보가 어려움 - 사무실의 가로수전산시스템에서 개별 가로수의 위치 및 도시시설과의 관계를 파악하기 어려움
사무실	<ul style="list-style-type: none"> - 수목현황이 변동될 경우 그때마다 현장 확인을 거쳐 작성된 자료를 사무실에서 재조정 입력해야 하므로 업무여건에 따라 입력지연, 누락 등으로 가로수 상황과 전산등록정보가 불일치하는 경우 발생하여 신속, 정확한 가로수 정보 확보가 어려움 - 사무실의 가로수전산시스템에서 개별 가로수의 위치 및 도시시설과의 관계를 파악하기 어려움

도시 가로경관의 골격을 형성하는 유·무형의 고부가가치를 가진 가로수를 보다 효율적으로 관리하는 방안의 일환으로 첨단 정보기술을 가로수 관리에 접목시켜 과학적이고 체계적인 가로수 종합 관리시스템의 구축이 절실하다.

2. 가로수의 관리업무 체계

지방자치단체의 가로수 담당부서는 환경녹지사업소, 녹지공원사업소, 산림공원사업소와 같이 별도의 사업소로 관리되거나 도시계획관련국, 환경 관련국, 공원녹지 관련 부서 등에서 산림과, 공원녹지과, 녹지공원과, 산림공원과, 산업녹지과, 도시공원과 등의 형태로 담

당을 하고 있다. 가로수 관련 업무부서에서 담당하고 있는 가로수의 업무는 표 2와 같다. 가로수 업무를 담당하는 조직의 명칭은 서로 다를 수 있으나 지자체의 경우는 주로 1~2명이 가로수 업무를 담당하고 있는 실정이다. 가로수관리업무는 가지치기, 병해충 방제 등의 현장업무와 가로수의 각종 이력정보를 갱신하고 관리하는 실내업무로 구성되어 있다. 가로수의 업무는 그 특성상 현장업무가 대부분을 차지하고 있으며 이를 효율적으로 수행할 수 있는 업무지원 시스템의 구현이 필요하다(심경구와 허상현, 2000). 또한 현장업무 지원시스템은 사무실에서 수행하고 있는 실내업무와 직접적으로 연동되어 자료의 이기오류 등을 최소화하고 현장작업에서 수행한 결과를 다시 실내에서 작업하는 이중 작업을 없애도록 해야 한다.

국내에서 가로수로 많이 심고 있는 수종은 은행나무, 양버즘나무, 뽕나무, 메타세콰이아, 느티나무, 회화나무, 중국단풍 등 약 25개 수종에 이르고 있으며 이 중에서 은행나무, 양버즘나무, 느티나무, 뽕나무 등이 가로수로 많이 식재되어 있다(박용진과 김태경, 2000).

그림 1은 가로수 민원업무의 흐름도를 나타

TABLE 2. 가로수 업무

담당조직	주요업무
산림과	· 가로수 예산 배정 · 가로수 민원처리
녹지과	· 가로수 식재공사 · 가로수 보식공사
산림자원과	· 가로수 예산계획 수립 · 가로수 관리 · 가로수 식재계획
공원녹지과	· 가로수 조성 기본계획 수립 · 가로수 식재 및 유지관리 · 산림 및 가로수, 녹지대 병해충 방제 · 가로수 아래 초화류 식재 및 생활환경개선 · 가로수 관련 민원처리 · 가로수 및 녹지대 현장관리

내며 그 처리과정은 다음과 같다. 가로수의 파손 및 가로수의 이상을 발견한 민원인이 가로수관리 담당자에게 민원을 신고한다. 가로수관리담당자는 가로수이식 신청서를 접수받고 가로수 주변현황도, 도로점용허가서 등을 구비한다. 가로수의 현장관리 담당자는 이식신청서의 내용을 바탕으로 현장확인을 한다. 가로수의 이식여부는 현장확인과 이식신청서, 가로수관리 대장을 바탕으로 이루어지며 이식여부가 결정되면 가로수의 이식을 실시하고 가로수관리대장, 이식가로수 현황, 하자점검일지 등에 이식이력을 기재하여 가로수의 관리정보를 갱신한다.



FIGURE 1. 가로수 민원업무의 흐름도

가로수 민원업무 흐름에서 가장 문제가 되는 부분은 가로수관리 담당자가 관리해야할 가로수가 상대적으로 방대하고 관리대상이 되는 가로수의 위치와 이력정보의 확인이 곤란하다는 것이다. 또한 민원인이 직접 가로수 현황을 볼 수 있는 시스템이 거의 존재하지 않는다는 것이다.

가로수관리시스템 구현을 위한 관련 기술

도시 가로경관의 골격을 형성하는 유·무형의 고부가가치를 가진 가로수를 효율적이고 체계적으로 관리하기 위하여 첨단정보기술과 지형공간정보체계의 활용이 필수적이다. 유비쿼터스 도시(ubiquitous city)는 도시기능과 관

리의 효율화를 위해 기존 정보인프라를 혁신하여 유비쿼터스 기술을 기간시설에 접목시켜 도시내에 발생하는 모든 업무를 실시간으로 대처하고 정보통신 서비스를 제공하여 주민에게 편리하고 안전한 생활을 할 수 있도록 하는 신개념의 도시이다(한국전산원, 2005). 본 연구에서 제시하고자 하는 가로수 종합관리시스템은 이러한 유비쿼터스 도시를 구축하는 기초연구의 성격을 지닌 것으로 가로수 인식 시스템, 차량관제 및 휴대단말기 시스템, 웹정보시스템의 형태로 구성되었다.

가로수의 종합적인 관리를 위해서 현장에서 가로수의 정보를 인식할 수 있는 무선인식기술, 차량의 위치를 파악하기 위한 범세계위치결정체계(GPS : Global Positioning System) 현장에서 수집된 가로수의 정보를 관제센터에 제공하는 무선통신기술, 2차원 또는 3차원 지도상에서 가로수를 관리하기 위한 지형공간정보체계(GIS) 등의 기술이 유기적으로 연동되어야 한다.

1. 무선인식

RFID(Radio Frequency IDentification)는 무선인식이라는 용어로 사용되며 무선(라디오) 주파수를 이용한 무선 인터페이스를 통해 사물의 정보를 원격으로 주고 받을 수 있는 기술이다. RFID는 초기에 국방분야에 주로 사용되었으며 의료 및 물류 유통 등 생활전반에 급속히 응용되고 있다(김현지, 2004; 이재열 등, 2005). RFID는 정보의 기록, 사물 및 제품의 자동식별, 위치확인 등이 가능하기 때문에 기존의 바코드를 대체할 뿐만 아니라 유비쿼터스 정보사회의 기반기술로 자리잡고 있다.

RFID 시스템은 정보를 저장하는 전자태그(RFID tag), 정보의 판독 기능을 수행하는 무선인식 리더기(RFID reader), 미들웨어(middle ware), 응용서비스로 구성된다. 전자태그의 자료는 무선인식 리더기를 통해 수집되며 필요한 경우 무선인식 리더기를 통해 전자태그의

자료를 직접 수정한다. 미들웨어는 무선인식 리더기로부터 인식된 자료를 수집하여 의미있는 정보로 요약하여 응용프로그램에 전달하는 기능을 수행한다.

전자태그는 자료를 저장할 수 있는 메모리와 정보의 전송을 담당하는 안테나를 포함하고 있으며 전원공급여부에 따라 수동형과 능동형이 있다. 수동형 전자태그는 인식거리가 짧고 자료저장 용량이 작은 반면에 능동형 전자태그는 인식거리가 길고 자료저장 용량이 많은 장점이 있다. 그러나 능동형의 경우는 전자태그의 비용이 높으며 그 크기 또한 상대적으로 큰 단점이 있다.

RFID에서 무선통신의 방식은 무선주파수에 따라 2가지 종류가 있다. 무선주파수는 125KHz~135KHz와 13.56MHz, 2.45GHz가 사용되고 있으며 125KHz~135KHz와 13.56MHz는 전자유도방식을 사용하고 2.45GHz는 마이크로파 방식을 이용한다. 전자유도방식은 자계의 발생에 의해 전류가 발생하는 전자유도를 이용하는 반면 마이크로파 방식은 전파를 사용해 신호를 주고 받는다(박기환, 2005).

2. 범세계위치결정체계

GPS는 전 세계를 포함하는 궤도상에 있는 다수의 인공위성에서 방사되는 신호를 수신하여 지구상의 위치를 결정하는 체계이다. GPS는 인공위성을 이용한 위치결정체계로 정확한 위치를 알고 있는 위성에서 발사한 전파를 수신하여 관측점까지의 소요시간을 관측함으로써 관측점의 위치를 결정한다. 기존의 위치결정방법과는 달리 짧은 시간에 위치결정이 가능하며, 24시간 측량이 가능하며 일반측량업무, 차량항법체계, 모바일 GIS 등의 분야에서 활용되고 있다. 본 연구에서 GPS는 가로수의 현장작업을 수행하는 작업차량의 관제를 목적으로 이용되었으며 정밀 측량을 목적으로 하는 것이 아니기 때문에 차량용으로 사용되는 일반적인 GPS 수신기를 이용하였다.

3. 블루투스

개인 근거리 무선통신 규격인 블루투스 (bluetooth)는 양방향, 일대다, 음성과 자료전송을 위한 무선통신 기술로서 각종 전자기기 간의 통신에 무선 주파수를 이용하여 고속으로 자료를 주고 받을 수 있는 기술이다. 블루투스의 주파수 대역은 ISM(industrial scientific medical) 대역은 2,400~2,483.5MHz으로 구성되어 있다. 따라서, 개인휴대단말기 (PDA : personal digital assistants), 휴대전화, 노트북, 개인용 컴퓨터, 프린터, 디지털 카메라 등등의 기기 간에 값싸고 안전하게 정보를 교

환할 수 있다.

사례 연구

1. 연구 대상지역

연구 대상지역의 공간적 범위는 서울시 강서구 개화동길이며 이 지역은 메타세콰이아 수종이 주로 식재되어 있다. 연구대상지역은 그림 2와 같다. 연구대상지역이 강서구청의 개화동길로 정해진 이유는 가로수가 비교적 잘 정비되어 있어 하부지대, 보호덮개 등의 다양한 정보를 관리할 수 있어서 선정하였다.

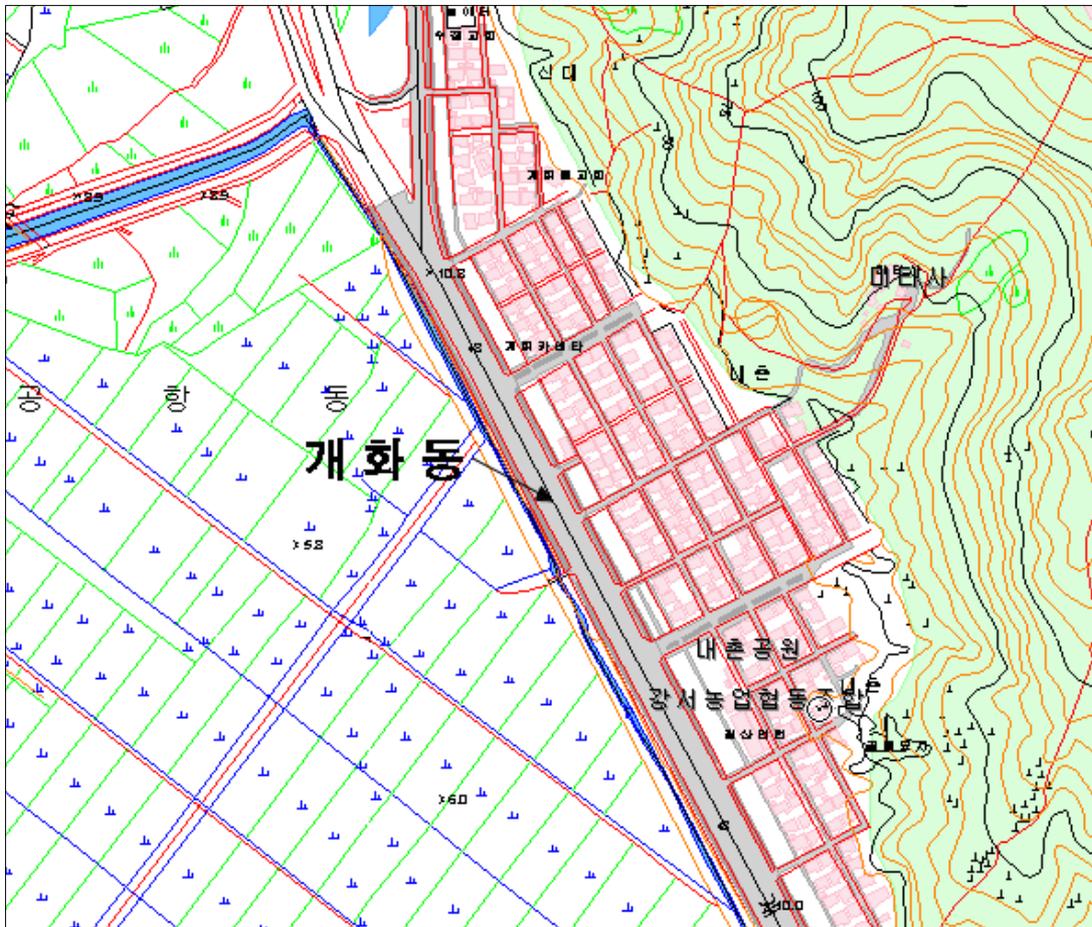


FIGURE 2. 연구대상지역

2. 시스템 구축 절차

가로수 관리시스템의 구축절차는 크게 사용자 요구분석, 시스템 설계, 시스템 개발, 데이터베이스 구축, 전자태그의 삽입과 자료 입력, 시범운영으로 나뉜다.

1) 사용자 요구분석

사용자 요구분석은 가로수 관리시스템에 포함될 수 있는 다양한 기능 중에서 사용자의 요구사항에 가장 적합한 시스템을 구현하기 위하여 사용자의 요구사항을 파악하는 단계이다. 가로수 관리시스템을 구현하기 위해 사용자 요구분석단계의 주요쟁점 사항은 표 3과 같다.

TABLE 3. 사용자 요구분석단계의 주요쟁점

주요쟁점	세부내용
실시간 업데이트 기능 적용 여부	· 무선통신기술의 접목이 필요
차량관제 기능 포함 여부	· GPS 수신장치 필요
3D 모델링 기능 포함 여부	· 가로수의 3차원 모형화 필요 · 3차원 GIS 기능을 수행한 소프트웨어 필요
하드웨어 스펙 정의	· 요구되는 전자태그 인식거리 등에 따라 주파수 결정 · 개인휴대단말기(PDA : personal digital assistant) 등 하드웨어 사양을 결정
전자태그의 장착방법	· 현장 작업시 일관성을 유지

2) 시스템 설계

시스템 설계 단계에서는 사용자의 요구에 따라 시스템을 구성하고 상세한 시스템의 기능을 설계할 뿐만 아니라 전자태그의 자료를 인식하고 자료를 저장할 수 있는 프로토콜의 설계가 포함되어야 한다.

3) 시스템 개발

가로수 관리시스템은 크게 가로수의 현장관리를 위한 PDA 시스템, 가로수의 관리를 담당하는 작업자를 위한 2차원(또는 3차원) 웹서버 시스템 개발로 나뉜다.

가로수의 현장관리를 위한 PDA 시스템에서는 현장에서 해당 가로수의 위치, 형태가 전자 지도상에 표시되며 단말기상에서 모바일 컴퓨팅 기술을 이용하여 해당 가로수의 정보를 조회하고 수정, 입력이 가능하다. 수정된 내용은 관리서버를 통해 실시간으로 정보가 입력된다. 웹정보시스템은 현장작업차량의 관제와 기 구축된 정보의 수정 및 추가가 가능하며 차량관제부분에서는 GPS와 연동되는 PDA 장비를 이용하여 작업차량의 위치와 상태 예를 들면, 전정작업, 약제살포중, 단순이동중 등을 실시간으로 확인할 수 있으며 모든 내용은 데이터베이스에 기록된다. 웹정보시스템에서는 가로수 정보의 조회·검색 서비스 기능을 보유한 쌍방향 시스템으로 원격으로 정보를 관리할 수 있다.

4) DB 구축

DB 구축은 기존의 크나무등록제와 연동이 가능하도록 크나무등록제에서 관리하고 있는 자료를 기반으로 한다. 현장조사를 통하여 주요 자료와 현장상황의 일치여부를 확인하며 시스템 구현을 위하여 필요한 필드를 추가하고 데이터를 입력한다.

가로수 관리시스템에서 관리할 데이터베이스의 주요내용은 다음과 같다.

- 환경정보: 관리번호, 가로명, 그룹명, 행정구역, 태그 장착일 등
- 수목정보: 수종, 규격, 상태 등
- 관리정보: 식재일, 보호덮개, 지주목, 하부식생, 토양관리, 병충해방제, 제·예초, 급수, 시비작업 등 관리내용
- 코드정보: 가로수, 차량, 수종 등

5) 전자태그의 삽입과 자료입력

개개의 가로수에 전자태그를 삽입하고 전자태그에 자료를 입력하는 단계로서 그 순서는 작업자의 필요에 의해 전자태그에 미리 자료를 입력한 상태로 전자태그를 가로수에 삽입하거나 가로수에 전자태그를 삽입한 후에 자료를 입력하는 방법을 선택하면 된다.

전자태그의 경우 인식거리에 따라 125KHz, 13.56MHz와 900MHz 등을 사용할 수 있으며 본 사례지역에서는 인식거리가 짧은 125KHz를 선택하였다. 125KHz의 경우는 전자태그의 인식거리가 짧은 대신 전자태그의 크기가 작기 때문에 가로수에 아주 작은 구멍을 뚫어 직접 삽입할 수 있기 때문에 외관상 가로수 주변을 통행하는 보행자가 인식을 할 수 없기 때문이다. 전자태그는 수목생장 등을 고려하여 인식이 용이하게 기존에 스테인레스 표찰 위에 삽입하였다.

6) 시범운영

시범운영은 가로수 관리시스템을 전체 지역

으로 확대하기 전에 시스템의 정상적인 동작 여부, 발주처의 추가요사항, 시스템의 기능 개선 여부 등을 파악하기 위해 필요하다.

3. 시스템 구성도

본 연구를 통해 개발된 첨단 가로수 관리시스템의 구성도는 그림 3과 같다. 가로수 관리시스템은 전자태그를 이용하여 개개의 가로수를 인식하기 위한 인식체계와 현장에서 가로수의 각종 정보를 관리할 수 있는 전자태그인식기(RFID reader)를 장착한 PDA, 현장에서 수집된 정보를 전송해 주는 무선통신, 가로수의 각종 정보를 조회, 검색 등이 가능한 웹서버로 구성되어 있다.

가로수의 관리는 먼저 무선인식기술을 이용하여 현장에서 가로수의 고유 ID를 인식한다. 이때 가로수 작업차량의 관제는 GPS와 GIS를 이용하여 작업자의 현재 위치와 가로수의 위치를 개인휴대단말기의 전자지도상에 표시한다. 개개의 가로수의 종류, 위치, 병충해발생상황 등은 무선통신망을 이용하여 웹서버에 자

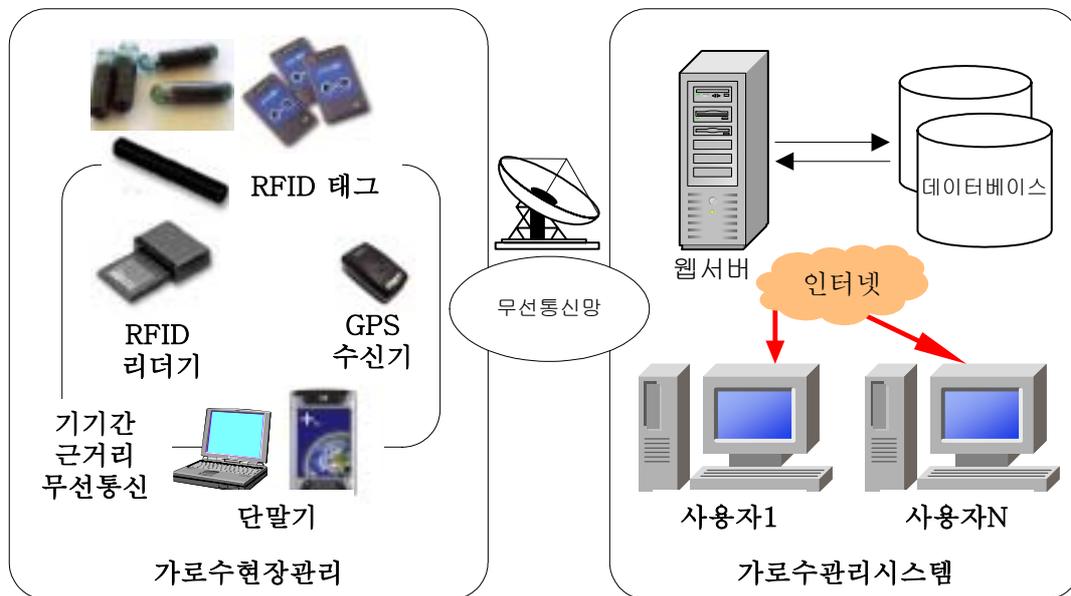


FIGURE 3. 무선인식을 통한 가로수 관리시스템의 구성도

로가 전송되고 가로수의 관리자는 사무실에서 온라인으로 정보를 조회 및 관리가 가능하다.

가로수 관리는 크게 현장관리시스템과 웹정보시스템을 통해서 가로수의 환경정보, 수목정보, 관리정보, 코드정보가 관리된다. 기존의 가로수 관리시스템은 초기단계의 가로수 개별 인식에 그치고 있으나 본 연구에서 제시한 가로수 관리시스템은 현장에서 작업한 가로수 정보의 실시간 관리, 작업차량 관제, 정보공유 기능, 3차원 실감 모형화가 가능하다.

4. 가로수의 현장관리시스템

가로수의 현장관리시스템은 개인휴대단말기와 RFID 인식을 이용하여 개개의 가로수를 인식하고 가로수의 정보를 관리하며 수정 또는 갱신된 가로수의 정보는 무선통신을 통해 전송된다. 가로수 현장관리시스템은 가로수의 인식, 정보관리, 정보전송 등을 현장에서 수행할 수 있도록 여러 기능을 제공한다. 개인휴대단말기(PDA)시스템에서는 가로수의 인식, 정보관리, 정보전송 등을 현장에서 수행할 수 있도록 다양한 기능을 제공한다.

그림 4는 가로수 현장관리시스템의 예를 나타내는 것으로 (a)는 사용자 로그인 화면을 나타내고 (b)는 사용자가 2차원 지도에서 개별가로수를 선택한 것을 나타내며 (c)는 선택된 가로수의 수목정보를 나타낸 것이다.



(a) 사용자 로그인
(b) 개별가로수의 인식
(c) 가로수정보

FIGURE 4. 가로수 현장관리시스템

개개의 가로수는 사용자가 지도에서 직접 선택할 수도 있지만 전자태그가 장착된 가로수 부근에 전자태그 리더기를 통해 자동으로 인식할 수 있으며 수목정보와 조치이력을 확인 및 수정할 수 있다.

수목정보는 관리번호, 가로코드, 그룹코드, 수종코드, 동서위치, 남북위치, 식재일, 부착일, 수목상태, 행정명, 수고, 수관, 흉고직경, 측정일, 지주목, 지주형태, 지주재질, 보호덮개, 틀

형태, 틀개질, 판형태, 판색상, 스텐망, 수목표찰, 하부식생의 25개 항목이 나타난다. 수목정보에서 이동을 선택하면 해당하는 가로수의 지도가 확대된다. 조치이력은 가로수의 관리를 위해 필요한 조치를 취한 항목을 나타내고 있다. 현장에서 가로수의 정보가 수정되면 이를 무선통신을 이용하여 관제센터로 정보를 전송하게 된다.

5. 웹정보시스템

가로수 관리를 위한 웹정보시스템은 크게 2차원과 3차원으로 구성되어 있으며 그림 5와 그림 6과 같다. 가로수 웹정보시스템에서 개별 가로수는 지도상에서 사용자가 선택하거나 검색창을 통해 검색할 수 있으며 가로수정보의 검색 및 수정기능은 크게 가로명, 수종, 식재

일, 행정구역의 4가지 형태로 가능하다.

그림 5와 그림 6은 가로수 검색기능 중 '개화동길'이라는 가로명을 통해 가로수를 검색한 결과와 선택된 0007번 가로수의 상세정보를 나타낸 것이다. 3차원의 경우도 기본적인 기능은 2차원과 동일하며 가로수를 중심으로 도로 및 주변 건물은 3차원으로 모형화되었다. 또한 가로수의 수종별로 가로수가 모형화되어 있기 때문에 현장을 직접 방문하지 않고도 식재된 가로수의 수종을 사무실에서 확인할 수 있다. 또한 민원인의 경우에는 가로수 주변의 현장정보를 2차원 또는 3차원 화면으로 보면서 선택된 가로수 관리번호를 통해 쉽게 민원을 제기할 수 있고 가로수 관리자도 이에 대해 직접 이에 대응할 수 있다.

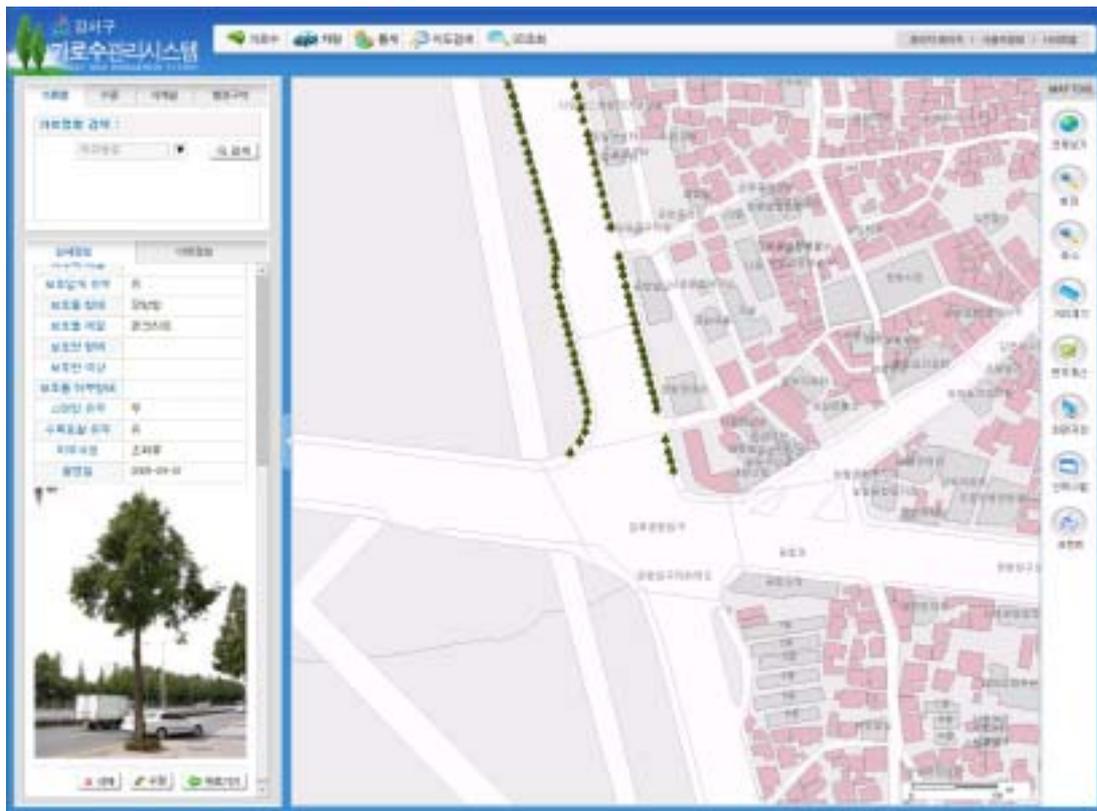


FIGURE 5. 2차원 가로수 웹정보시스템



FIGURE 6. 3차원 가로수 웹정보시스템

결론

본 연구에서는 가로수업무를 위하여 정보기술을 도입하여 효율적이고 체계적으로 관리할 수 있도록 현장관리시스템과 웹정보시스템을 개발하였다. 본 연구의 성과로는 크게 가로수의 인식방법개선, 가로수정보의 통합관리의 2가지이며 그 내용을 자세히 설명하면 다음과 같다.

1. 가로수 인식방법 개선

가로수의 인식방법은 기존에는 표찰방식이었으며 번호의 연속성과 인위적 훼손의 문제점이 발생하였으나 소형 전자태그를 가로수에 삽입하여 가로수의 생장에 지장을 주지 않고

번호의 연속성을 확보하지 않고도 가로수를 인식할 수 있다

2. 가로수 자료의 통합관리

가로수의 관리는 현장작업과 실내작업을 통한 이기 또는 전산입력의 과정을 거쳤다. 이와 같은 2단계의 작업과정은 정보의 최신성을 확보하기 위해 많은 관리인원을 요구하였으나 본 연구에서 제시한 통합관리시스템을 통해서 현장의 가로수 정보를 실시간으로 전송하여 사무실에서 관리할 수 있을 뿐만 아니라 수작업으로 산출되어온 노선의 연장, 면적, 작업차량 관제 등의 기능을 지형공간정보체계를 통해 산출할 수 있기 때문에 작업의 효율성을 극대화 할 수 있다.

- 차량관제시스템 및 현장관리시스템 : 가로수의 관리는 그 특성상 현장작업이 대부분을 차지하고 있다. 따라서 관리대상 규모에 비하여 인력, 장비, 예산 등을 절감하기 위해서는 효율적으로 가로수와 작업차량을 관리할 수 있어야 된다. 본 연구에서 개발된 차량관제 및 현장관리시스템은 가로수 관리를 위한 작업차량에 PDA와 GPS를 장착하여 작업차량의 상황을 실시간으로 파악할 수 있다.
- 웹정보시스템 : 지자체 업무적인 측면 뿐만 아니라 대시민 편의성 측면에서 웹정보시스템을 통한 가로수 정보의 제공은 일반인에게도 가로수의 검색 및 조회가 가능하기 때문에 각종 민원신고시 구체적인 가로수를 명시할 수 있기 때문에 민원처리 시간을 단축할 수 있다.

본 연구는 RFID와 GIS를 가로수에 접목하여 연구를 수행한 것으로 이러한 성과는 가로등, 맨홀, 교통시설물 등 도시시설물의 관리에 전반적으로 활용가능할 것으로 사료된다.



참고 문헌

- 경기개발연구원. 2002. 경기도 가로수의 식재 및 관리 개선 방안.
- 김현지. 2004. 물류유통부문의 RFID 활용방안에 관한 연구. 물류정보학회지 7(1):39-62.
- 박기환. 2005. 유비쿼터스 RFID. 성안당.
- 박용진, 김태경. 2000. 가로수 식재체계 수립. 한국조경학회지 28(5):93-103.
- 산림청. 2002. 가로수 조성 및 관리규정. 산림청 예규 제 499호.
- 성현찬, 민수현. 2003. 도시녹지의 기능 및 효과에 대한 실증적 연구-도시 가로수를 중심으로. 한국조경학회지 31(2):48-57.
- 심경구, 허상현. 2000. 가로수 관리업무 실태조사 연구-가로수관리 담당공무원을 대상으로. 한국정원학회 18(2):81-88.
- 이경재. 1996. 우리나라 도시의 가로수 실태와 가로수정비의 문제점. 도시문제 31(331): 74-87.
- 이윤정. 2002. 부산의 가로수에 대한 이해와 관리방안. 부산발전포럼 통권74호.
- 이재열, 김성원 최상영. 2005. RFID 군 적용방안연구. 한국국방경영분석학회 31(1):58-72.
- 장용구. 강인준, 김상석, 양승태. 2004. 지리정보체계를 이용한 송배전 지하시설물관리시스템 구축. 한국지리정보학회지 7(2):69-78.
- 정성관, 박경훈, 박진수, 김희년. 2000. 가로수 종합관리시스템을 위한 코드부여방법에 관한 연구. 한국지리정보학회지 3(1):57-68.
- 조명희, 조윤원, 신동호, 박현철. 2004. GIS를 이용한 도로 노면 관리시스템 구축. 한국지리정보학회 춘계학술대회 논문. 327-334쪽.
- 한국전산원. 2005. 한국형 u-City 모델 제안.
- 허상현, 심경구. 2001. CAD를 이용한 가로수 관리 전산화에 관한 연구. 한국조경학회지 29(2):68-76.
- <http://www.esdm.co.uk/TMS.asp> : 영국사례
- <http://www.ospreycomputing.com.au/> : 호주 사례 