

# 식물을 이용한 실내공기정화용 정보시스템 설계에 대한 연구

노 용 덕<sup>†</sup> · 이 정 훈<sup>††</sup>

## 요 약

새집증후군과 같이 실내공기의 오염은 최근에 많은 관심을 갖는 영역중 하나이다. 이 오염을 제거하는 효과적인 방법중의 하나가 친환경적인 식물의 공기정화 기능을 활용하는 것이다. 이러한 식물들은 잎사귀를 통하여 오염물질을 흡수하며 동시에 음이온을 발생시켜 실내환경을 개선시킨다. 여기서는 건물의 공기오염원에 따른 적절한 식물의 선택, 배치, 및 관리정보를 제공하는 실내공기정화용 정보시스템에 대하여 기술하고자 한다.

키워드 : 실내공기정화, 도면분석, 휘발성유기화합물, 웹서비스

## A Study on IT System Design for Eco-Amenity

Noh, Yong Deok<sup>†</sup> · Lee, Jung Hoon<sup>††</sup>

## ABSTRACT

Recently, people is interested in the indoor air pollution because of the well-being life. One of the effective way to remove the air pollutants is to use the eco-friendly houseplants. Eco-friendly houseplants absorb substances out of the stomata in their leaves and improve the indoor environment by plant emission such as phytochemical, anion, etc. In this paper, Eco-Amenity IT system is discussed which provide the data about the eco-friendly plants and related management information depending on the indoor air pollutants.

Key Words : Eco-Amenity, Layout Analysis, VOCs, Web Service

### 1. 서 론

‘건강한 삶’, 즉 웰빙에 대한 관심이 점점 고조되고 있는 지금의 상황에서도 오늘날의 현대인들은 하루 중 80~95% (평균 22시간 52분)에 이르는 시간을 한정된 실내에서 보내고 있다. 대체로 이러한 실내공간은 제한된 에너지 쓰임에 대한 절약의 일환으로 환기량을 극히 제한하고 외부공기의 침입을 극소화시킨 밀폐형 구조로 설계되어 있다[1]. 이러한 에너지보존 효과를 높이기 위한 노력의 일환으로 건물의 단열을 위한 밀폐화와 에너지 절감장치를 설치로 인하여 실내의 공기질이 매우 악화되고 있다. 실제로 이러한 에너지 절약형 건물은 외부로부터 침기(infiltration)를 막는 것에 초점을 맞추어 건축되었고, 건물의 유지 관리비를 줄이기 위해 의도적으로 환기량을 적게하여, 외부 공기의 유입과 환기가 감소되어 자연히 실내공기가 오염될 수밖에 없는 상황에 있다. 또한 에너지 보존을 위한 다양한 산업기술이 만들어낸 새로운 건축자재에서 의외의 오염물질(포름알데히드, 석면, 휘발성 유기화합물등)이 방출되고 있어 실내공기질의 심각

성이 지적되고 있다. 실내에서 발생하는 오염물질량은 실외 공기오염에 비해 아주 적지만 작고 밀폐된 실내공간에서의 피해정도는 실외에 비해 10배 이상이라고 볼 수 있다.

이러한 문제의 근본적인 해결책중 하나가 바로 자연, 즉 식물을 실내로 끌어들이는 것이다. 지금까지는 사무실이나 주거환경 안으로 식물을 들여 놓는 것은 단지 미적, 디자인적 측면에서만 고려되었다. 즉, 처음부터 식물을 실내에 들여놓기로 계획하기보다는 모든 시설과 설비가 끝난 후 조정수단의 하나로, 또는 개인의 취향이란 기호 차원에서 이루어졌다[2]. 그러나 1980년부터 시작된 NASA의 연구에 의하면, 단순히 실내식물을 거주지에 배치하고 적절히 관리하는 것만으로도 경제적, 효율적으로 실내오염을 제거할 수 있다고 한다. 그럼에도 불구하고 식물의 공기정화 효과 기능에 관한 정보가 부족하고 식물의 관리에 대한 어려움으로, 실생활에서 적극적으로 식물을 이용하지 못하고 있다. 따라서 실내 공간에서 대부분의 시간을 보내는 현대인들에게 실내 공기정화를 위한 식물에 대한 정확한 정보를 제공하고 또 이러한 식물을 쉽게 관리할 수 있도록 도움을 주는 것은 개인적으로나 사회적으로 의미가 있고 반드시 필요한 일이라고 할 수 있다.

여기서는 이러한 작업을 손쉽게 하기 위하여 .NET 및

<sup>†</sup> 종신회원 : 세종대학교 컴퓨터공학과 교수

<sup>††</sup> 준 회 원 : 세종대학교 컴퓨터공학과

논문접수 : 2006년 6월 7일, 심사완료 : 2006년 9월 19일

RFID 기술을 활용하여 개발한 Eco-Amenity (식물을 이용한 실내공기정화) 정보시스템의 내용에 대하여 논하고자 한다.

### 2. 실내 공기 오염원

실내 공기 오염물질은 대부분이 건축자재에 의해서 생겨난다[3]. 산업화로 인한 개발된 다양한 건축자재에 의하여 인체에 유해한 여러가지 물질이 발생하는데, 오염물질들을 발생시키는 건축자재는 바닥재, 벽재, 천장, 단열재의 순으로 오염물질들을 발생시킨다. 실내오염의 실례로 빌딩증후군(Sick Building Syndrome : SBS) 문제는 건물 내 거주자들이 일시적 또는 만성적인 건강과 관련된 증상을 호소하면서 비롯되었다. 그 원인물질로는 사람들의 여러 가지 실내활동, 실내건축에 사용되는 마감재료, 생활용품 등에서 배출되는 것으로 주요 오염물질로는 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO2), 이산화질소(NO2), 아황산가스(SO2), 오존(O3), 미세먼지(PM10), 중금속(Heavy-metal), 석면(Asbestos), 휘발성

유기화합물(Volatile - Organic Compounds : VOCs), 포름알데히드(HCHO), 미생물성물질(microbial substance), 라돈(Rn) 등이 있다. 위의 물질들은 대부분 독성이 있어서 어떤 물질은 발암성이 있고 어떤 물질은 돌연변이를 유발하기도 한다. <표 1>은 실내에서 발생하는 주요 오염물질과 발생원, 그리고 각 오염물질이 인체에 미치는 영향을 보이고 있다[4, 5].

### 3. 식물의 공기 정화 효과

식물이 갖는 공기정화효과에 대한 연구는 NASA(미항공우주국)에 의하여 시작되었다. NASA에서는 우주기지를 건설하기 위해서는 생명유지 시스템을 개발해야 하는 문제점에 직면하였는데, 이때 우주선 안의 선체, 선원, 그리고 각종 자재에서 발생하는 300여가지의 휘발성유기화합물(VOCs)이 존재한다는 것이 분석되었다. NASA는 이러한 오염물질 제거를 위한 ‘공기와 폐수의 처리 및 재활용’에 관한 광범위한 연구를 착수하였고, ‘식물이라는 살아 있는 정화과정을 통하는 것이 효과적이라는 결론을 얻었는데, 이를 실내식물의 오염물질에 관한 처리가 효과적임을 실험을 통해 입증하였다. 또한 실내식물은 실내 미세먼진, 오존, 이산화탄소의 양을 조절하거나 유해전자파 중 전기파를 감소시키는데도 매우 효과가 있는 것으로 밝혀졌다.

<표 2>은 오염물질마다 다양한 식물들로 정화한 실험한 결과이다. Formaldehyde는 Dracaena massangeana가 제거율 70%를 기록하며 가장 잘 제거하고 Benzene은 Gerbera jamesonii가 Trichloroethylene는 Chrysanthemum morifolium가 가장 탁월한 효과를 발휘한 것을 알 수 있다.

(그림 1)을 보면 실내 분진을 제거하는데 여러가지 식물로 실험한 결과 아펠란드라+배지가 가장 큰 효과를 나타내고 있다. 이처럼 각 오염물질을 제거하는데 가장 효과적인 기능성 식물들이 존재한다[6]. 이러한 식물들을 오염물질에 맞게 알맞게 사용한다면 아주 큰 효과를 기대할 수 있다.

이와 같은 식물의 탁월한 공기 정화 효과는 계속적으로 실험을 통해 입증되고 있으며 [7][8], 실제로 공기 정화를 위하여 식물을 실내에서 키우고자 하는 사회적 경향이 있다.

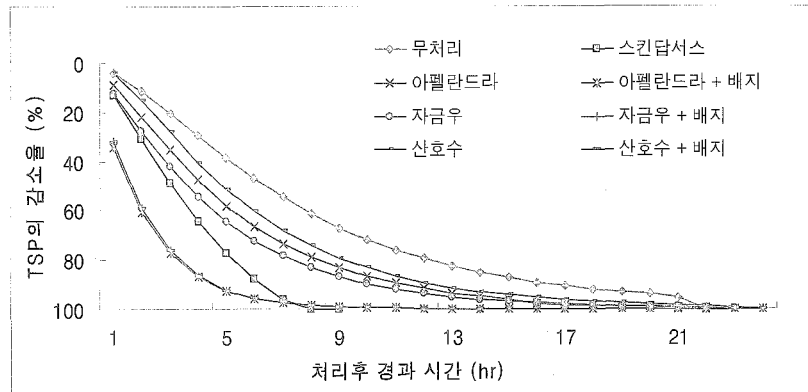
<표 1> 실내 오염물질의 발생 원인 및 인체 영향

오염물질	주요 발생원	인체영향
먼지, 중금속	실내 바닥의 먼지	규폐증, 진폐증, 탄폐증 등
석면	단열재, 절연재, 석면타일	폐부질환, 호흡기 질환 등
담배연기 (각종 먼지, HC, PAHs, 먼지 등)	담배, 켈런, 파이프 담배	두통, 피로감, 기관지염, 폐렴 등
연소 가스 (CO, NO2, SO2 등)	난로, 연소가스, 가스렌지 등	만성 폐질환, 기도저항 증가
라돈	화강암, 콘크리트	폐암
포름알데히드	각종 합판, 보드, 소취제 등	비염, 기억력상실, 눈목 코 자극상, 구토 등
미생물성물질 (곰팡이, 박테리아)	가습기, 냉방장치, 냉장고	알레르기질환, 호흡기 질환 등
휘발성 유기화합물 (벤젠, 톨루엔, 스티렌, 알데히드 등)	페인트, 접착제, 건축자재	피로, 정신착란, 두통, 구토 등
악취	외부 악취 유입, 음식물 부패	식욕감퇴, 불면, 알레르기
오존	복사기 팩스 등	두통, 천식, 기침 등

<표 2> 밀폐된 공간내에서 24시간 동안 오염물질 처리시 실내식물의 오염물질 제거율

식물명	Formaldehyde			Benzene			Trichloroethylene		
	초기농도 ppm	처리후농도 ppm	제거율 %	초기농도 ppm	처리후농도 ppm	제거율 %	초기농도 ppm	처리후농도 ppm	제거율 %
Dracaena massangeana	20	6	70	14	11	21.4	16	14	12.5
Chrysanthemum morifolium	18	7	61	58	27	53	17	10	41.2
Gerbera jamesonii	16	8	50	65	21	67.7	20	13	35
Dracaena deremensis "Warneckeii"	8	4	50	27	13	52	20	18	10
Ficus benjamina	19	10	47.4	20	14	30	19	17	10.5
대조구	18	17.5	2.8	20	19	5	20	18	10

주의: 식물은 실험전까지 온실에서 순화되었고, 각각의 실험은 24시간동안 30 ± 1°C, 125 ± 5 footcandle 에서 밀폐된 공간내에서 수행되었다.



(그림 1) 분진의 공간내 처리시 따른 식물 종류 및 무처리시의 TPS감소율 비교

하지만 일반적으로 사람들이 공기 정화를 위해 식물을 키우는데 있어 두 가지 문제점이 있다. 첫번째로 자신의 거주 환경에 대한 지식과 식물에 대한 지식이 부족하다. 거주하는 곳에서 어떤 오염원이 발생하든지 또 이러한 오염원을 제거하는데 있어 어떤 식물을 얼마나 도입을 해야 하는지 일반인들은 쉽게 알 수가 없다. 두 번째로 식물을 키우는데 있어 다양한 식물들을 관리하기가 힘들다는 것이다. 집안 곳곳에 다양한 식물들을 키우는데 모든 식물들을 관리하기가 쉽지 않고 시각적인 판단만으로 식물의 상태를 파악하기란 쉬운 일이 아니다.

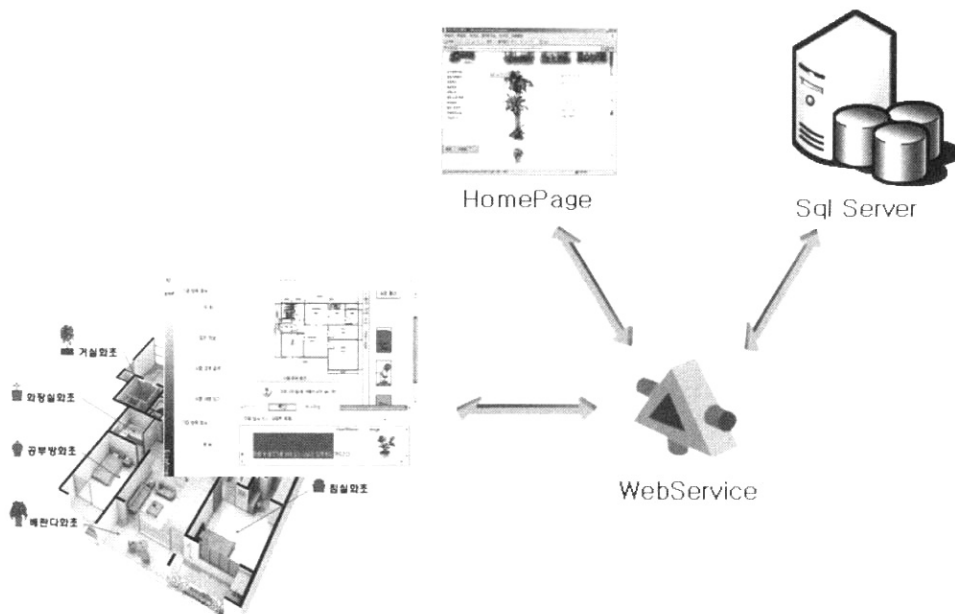
다시 말해서, 기능성 식물의 효과에 있어서 제거할 수 있는 오염원들은 식물의 종류에 따라 각기 다르고 공간의 면적, 용도, 사용 건축자재 등도 고려되어야 한다. 하지만 건축자재, 기능성 식물, 공간에 대한 지식을 일반 사람들은 쉽게 접하기 힘들며 식물 자체가 정적인 생물이므로 관리의 소홀함이 빈번히 발생한다. 이러한 이유 때문에 식물의 실내 도입이 어려워지고 있다. Eco-Amenity 정보시스템은 이러한

문제점들을 해결하여 식물에 의한 실내공기정화를 통하여 쾌적한 환경을 만드는데 도움을 주고자 개발된 정보시스템이다.

#### 4. Eco-Amenity에 의한 식물의 배치 및 관리

Eco-Amenity는 .NET Framework2.0 [9] 기반에서 기능성 식물 선별과 관리를 위한 정보시스템으로서, 사용자의 환경과 오염원에 알맞은 기능성 식물을 선별하여 주고 표면에적으로는 알 수 없는 식물들의 상태를 사용자가 알 수 있게 설계되었다. 즉, 식물의 정확한 상태를 통해 관리의 편리성을 제공하고 실내공기의 질을 높일 수 있게 해준다. 더 나아가 식물에 대한 관심을 갖게 함으로써 정서적인 안정감을 주고 인간에게 유익한 환경을 제공해준다.

이러한 작업을 수행하기 위하여 Eco-Amenity는 정보제공측면과 관리측면에서 문제를 해결한다. 즉, Visio를 사용



(그림 2) Eco-Amenity 정보시스템 전체 구성도

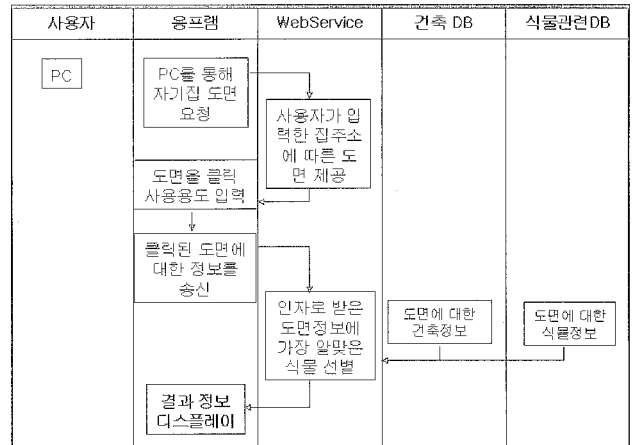
하여 사용자의 도면을 자동으로 분석한 후 건축 자재 및 공간 용도의 정보를 추출하여 각 환경에서 발생하는 오염원을 제거하는 최적의 식물을 선별해주고, 해당 식물을 구입할 수 있는 다양한 사이트를 연결해준다. 또한 윈도우폼을 통해 실내에 위치한 각 식물들의 상태를 한눈에 확인할 수 있게 하고, 웹 서비스와 연동시켜 각 식물마다의 생장, 특성, 효과 등의 데이터에 쉽게 접근하여 필요한 정보를 제공한다. (그림 2 참조)

4.1 정보제공측면 - 도면분석을 통한 식물의 기능적 배치

사용자가 자신이 거주하는 곳의 건축설계도면을 입력하게 되면 Eco-Amenity는 자동으로 도면을 분석하고 사용자에게 도면 분석 결과를 알려준다. 식물을 배치하고자 하는 공간을 클릭하면 해당공간의 건축자재 및 면적 정보가 웹서비스로 전송되어 건축자재 정보를 분석하게 된다. 건축자재정보를 분석함과 동시에 해당 건축자재에서 발생하는 오염물질 정보를 추출한 후, 그 오염물질 정화에 탁월한 효과가 있는 식물을 뽑아내어 추천식물 목록으로 사용자에게 알려주게 된다. 단순한 식물정보뿐만 아니라 현재 웹상에서 선택된 식물을 판매하고 있는 사이트 정보와 구매정보만을 종합하여 보여주기 때문에 사용자는 편리하게 식물을 구매할 수가 있다. (그림 3)은 Eco-Amenity 사용시 각 작업의 프로세스를 보여주고 있으며, (그림 4)는 작업의 결과로 필요한 식물의 내용과 각 식물이 건축 도면내에서 가장 적합한 장소에 배치된 모습을 보여주고 있다.

4.2 관리측면 - 식물의 통합적 관리

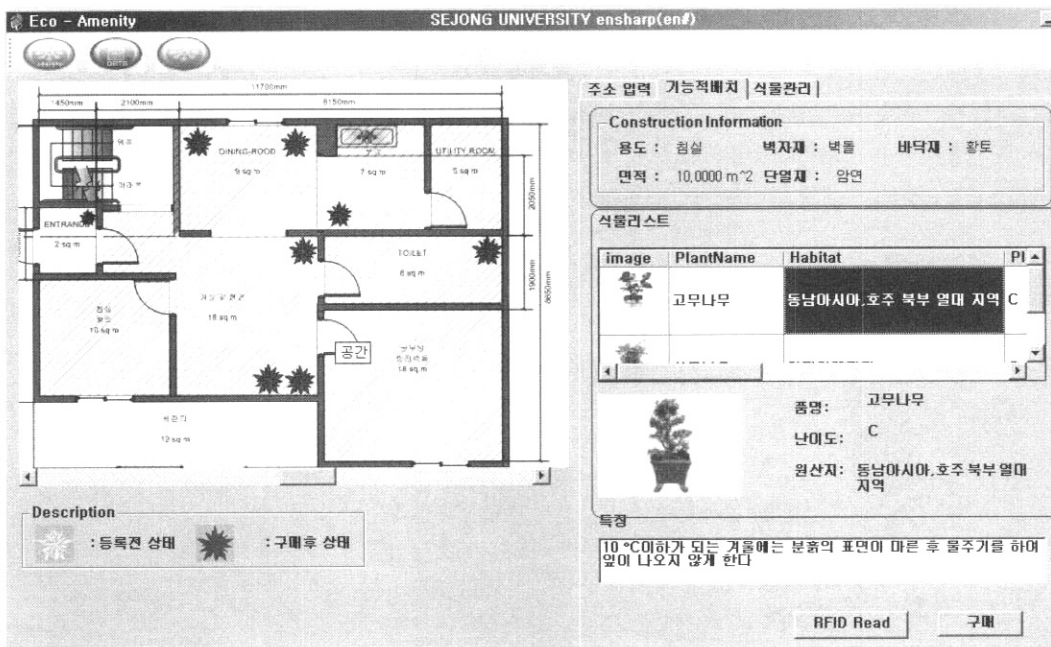
식물을 통합적으로 관리하기 위해서는 먼저 구입한 화분



(그림 3) 도면분석 프로세스

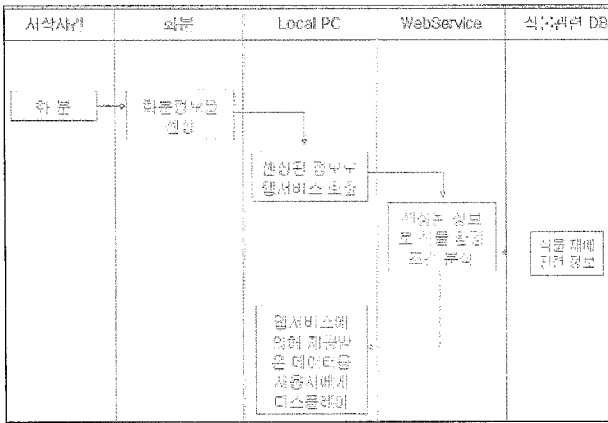
들을 Eco-Amenity에 등록해야 한다. 화분에 있는 전자태그(RFID TAG)에는 해당 식물의 간략한 정보가 담겨져 있고 이 태그가 등록되면 Eco-Amenity는 도면 UI에 화분 아이콘을 생성시킴과 동시에 웹서버에서 해당 식물이 생장하는데 필요한 표준 생장 데이터를 가져오게 된다. (그림 5)는 위의 프로세스를 간략히 정리한 것이며, (그림 6)은 이 작업에 필요한 센서를 부착한 화분의 모습을 촬영한 것이다.

각 식물이 선택되고 배치가 된 후에는 사용자에게 친숙한 인터페이스인 도면을 사용하기 때문에 사용자는 한눈에 집안에 있는 모든 식물들의 상태를 파악할 수 있다. 즉, (그림 7)에서와 같이 각 식물의 상태를 색깔로 표현하였기 때문에 한눈에 모든 식물들의 상태를 알 수 있고 색깔의 변화가 있는 화분을 클릭하게 되면 화분의 표준생장 데이터와 현재 센서에 의해 측정되고 있는 데이터를 비교하여 알려줌으로

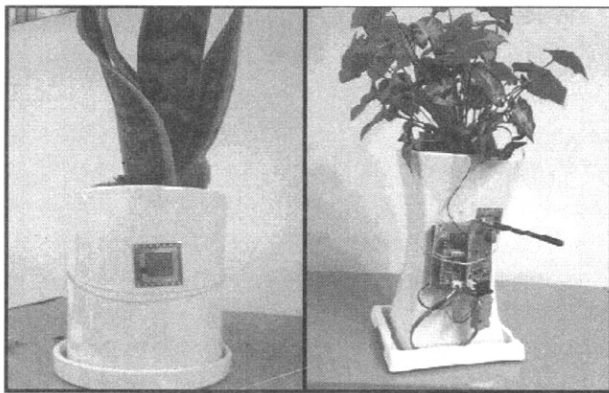


(그림 4) 식물의 선택 및 건물에서의 배치 모습

써 정확한 수치 데이터에 입각하여 좀 더 편하고 효율적으로 식물 관리를 할 수 있다.



(그림 5) 식물 센싱 프로세스



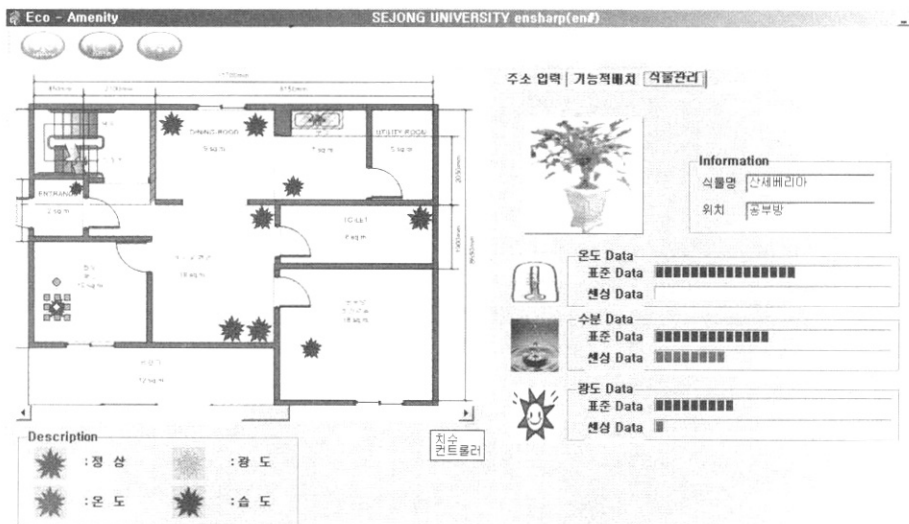
(그림 6) RFID 태그를 부착한 화분

### 5. 결론

많은 사람들이 대부분 밀폐된 아파트나 사무실에서 하루를 보내고 있고, 실내에 있는 가구나 실비, 자재들이 천연물이 아니고 화학 물질로 만들어져 오염 물질을 심각하게 내뿜고 있다. 오염된 실내 공기를 정화하는데 식물을 이용하는 것이 매우 효과적이라는 것이 알려졌다, 식물의 공기정화 효과 기능에 관한 정보가 부족하고 식물의 관리에 대한 어려움으로, 실생활에서 적극적으로 식물을 이용하지 못하고 있다.

Eco-Amenity는 정보처리기술을 이용해서 자연의 효과를 실내로 도입하기 위한 정보시스템으로서, 실내공기정화를 위해 식물을 실내에 도입하는데 있어 문제가 되는 여러 가지 정보의 획득과 식물 관리의 어려움을 해결해 준다. Eco-Amenity의 목적은 지금까지 미관상의 이유로만 재배되었던 식물을 각 식물의 특성에 따라 알맞게 배치, 관리하여 실내 공기의 질을 개선시키는데 있다. 이는 사람들에게 실내 공기 오염의 해결 방안으로써 식물의 중요성을 제시함과 동시에 건강한 삶을 제공하는 것이다.

Eco-Amenity는 .NET 환경하에서의 웹서비스를 통하여 사용자가 거주하는 곳의 도면과 그에 따르는 건축정보, 오염정보, 식물정보를 통합하고 가공하여 사용자에게 전달해주고 식물을 관리하는데 있어서 필요한 정보를 제공해 준다. 웹서비스, 센서, 도면을 이용한 이러한 어플리케이션은 식물에 대한 정보습득과 관리의 과정을 간편하게 해 준다. 사용자가 식물 관련 지식이 부족하더라도 관리에 어떠한 문제도 없으며 식물이라는 생명체에 보다 친근하게 다가갈 수 있다. 즉, 실내에 좀 더 친환경적인 공간을 조성 하고 식물의 공기정화 기능을 효율적으로 사용할 수 있게 함으로써 인간의 건강증진에 기여할 수 있다고 기대한다.



(그림 7) 식물의 상태를 보여주는 화면의 예

참 고 문 헌

- [1] 윤동원. "주거용 건물의 화학물질에 관한 고찰", 주택, 제66호, 2000.
- [2] 손기철. "실내식물이 사람을 살린다", 중앙생활사, 2005.
- [3] (사)한국환경정보연구센터. "건축자재로 인한 실내공기질 오염에 관한 제도적 개선방안", 연구보고서, 2003.
- [4] 이진희. "실내조경식물의 NO2 정화능력에 관한 연구", 상명대학교 식물산업학부환경조경전공, 2002.
- [5] 이진희. "실내조경식물의 NO2 제거시 발생하는 생리적 변화에 관한 연구", 상명대학교 식물산업학부환경조경전공, 2002.
- [6] 김광진. "식물의 실내도입이 실내 환경개선에 미치는 영향", 농촌진흥청 원예연구소 화훼과 보고서, 2003.
- [7] 유명화, 권윤정, 윤지원, 천세철, 손기철, "실내공기정화시스템 효과의 실증실험 및 방출된 토양미생물의 인체유해성 평가", 한국원예학회, 원예과학기술지 22권 별호 2호, 2004.
- [8] 유명화, 권윤정, 윤지원, 손기철, "식물/배지/미생물을 이용한 실내공기정화시스템의 배지와 식물 중에 따른 BTX 제거효과", 한국원예학회, 원예과학기술지 22권 별호 2호, 2004.
- [9] Microsoft. "Developing XML Web Services Using Microsoft ASP.NET", Material No:2524B, 2002.

노 응 덕



e-mail : novak@sejong.ac.kr

1976년 서울대학교 산업공학과(학사)

1984년 미국 Auburn Univ. 산업공학과 (공학석사)

1987년 미국 Auburn Univ. 산업공학과 (공학박사)

1976년~1981년 국방과학연구소 연구원

1987년 국방과학연구소 선임연구원

1988년~현재 세종대학교 컴퓨터공학과 교수

관심분야: 컴퓨터그래픽스, 시뮬레이션, 성능분석, 닷넷

이 정 훈



e-mail : hoon80815@naver.com

2006년 세종대학교 컴퓨터공학과 4학년

휴학생

관심분야: ASP.NET, ADO.NET, 컴퓨터 그래픽스