

# 환경기초시설 운영을 위한 ISO14001 기반 u-LCA 시스템 개발

한광록<sup>1</sup>, 이기철<sup>1</sup>, 손석원<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>호서대학교 컴퓨터공학부, <sup>2</sup>호서대학교 뉴미디어학과

## ISO14001-based u-LCA System Development for Operation of Environmental Facilities

Kwang-Rok Han<sup>1</sup>, Kicheol Lee<sup>1</sup> and Surgwon Sohn<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Division of Computer Engineering, Hoseo University

<sup>2</sup>Dept. of New Media, Hoseo University

**요약** 본 논문은 환경오염방지 및 처리에 관한 설비 등 환경기초시설에서 운영 적정성에 대한 정보화 시스템 즉, 환경기초시설 통합관리 시스템 개발에 관한 것이다. 이것을 개발하여 오염 원인물질의 생성부터 오염방지처리, 소멸에 이르기까지 전 과정(Life Cycle)에 대한 환경성 개선과 효과의 극대화를 이룬다. 이를 위해서 환경에너지시설의 환경경영 국제표준인 ISO14001 기반의 소각시설 정보화 시스템인 환경기초시설의 운영을 위한 유비쿼터스 전과정 평가 시스템(u-LCA: Ubiquitous Life Cycle Assessment)을 개발하였다. 개발된 시스템은 현재 고양시 소각장에 적용하여 시범 운영 중이다. 이로 인하여 관리자들도 실시간으로 소각로의 운영 실태를 확인하고 문제점들을 즉시 개선할 수 있다.

**Abstract** This paper describes an information system of operation adequacy in environmental facilities such as environmental contamination prevention and processing equipments, which is namely, an integrated management system for environmental facilities. By developing this system, we can improve environmental characteristics and maximize the efficiency throughout the life cycle from generation of contaminant source to contamination prevention processing, and to contaminant disappearance. In order to meet these objects, we have developed ubiquitous life cycle assessment(u-LCA) for environmental facilities, which is an ISO14001-based incineration facility information system. The developed system is currently operating for test at an incinerator in Koyang city. Due to this system, the managers can confirm the operating condition of the incinerator with real-time and they will be able to improve the problems immediately.

**Key Words** : ISO14001, Ubiquitous Life Cycle Assessment, Environmental Facilities

### 1. 서론

환경기초시설을 운영함에 있어 시설운영의 적정성을 나타내는 각종 데이터가 수백 가지의 항목으로 매일 발생하고 있다[1]. 예를 들어, 하수슬러지 및 폐기물 소각시설을 비롯한 하수종말처리장, 오·폐수종말처리장, 음식물 자원화 시설 등 환경기초시설에 투입되는 약품 및 유틸리티 사용량, 반입물질의 성분분석, 처리효율의 지표가 되는 각종 분석 및 계측결과 등이다.

현재 데이터 관리용으로 사용되는 각종 관리대장은 수

기로 작성되어 오랫동안 문서철로 보관된다. 자료의 양이 많아지면 연속적인 자료검색 및 분석이 곤란하여 반복적인 자료관리 업무의 비효율성과 함께 운영상의 문제 발생 시 데이터를 바탕으로 한 신속한 의사 결정을 하는데 어려움이 발생한다.

또한 환경기초시설 운영 민영화 이후 오랜 기간 동안 운전된 시설의 운영 적정성에 대한 정보화시스템이 부재하였다. 해당 지자체 등 유관기관의 운영정보 접근이 곤란하여 민간 위탁업체의 운영 투명성에 대한 오해와 전문적인 검증능력이 있어서 한계를 갖게 된다. 객관적인

\*교신저자 : 손석원(sohn@hoseo.edu)

접수일 09년 05월 04일

수정일 09년 07월 24일

게재확정일 09년 08월 19일

운영자료 제시에 대한 대화소통이 원활하지 못하기 때문에 효율적인 운영방안 모색과 적극적인 시설개선 및 설비 재투자 노력이 힘들다.

이와 같은 시점에서 주변 환경시장의 규모는 기후변화 협약과 같이 국제 환경협약 및 각 국의 환경관련법규 강화에 따라 빠른 속도로 확대되고 있다[2-6]. 소비자의 환경에 대한 인식의 변화와 환경단체의 사회적인 압력 또한 환경시장의 품질이 향상되기를 요구하고 있다. 환경시장은 환경오염방지 및 처리에 관한 설비 등 환경기초시설 시장과 대기·수질·폐기물 등 오염물질의 처리과정을 보다 효율적으로 관리하기 위한 환경서비스 시장으로 나눌 수 있다. 이 중에서 시설에 대한 규제는 오염 원물질의 생성부터 오염방지처리, 소멸에 이르기까지 전 과정(Life Cycle)에 대한 환경성 개선에 대한 평가로 확대되고 있다[7-8]. 환경관리공단에서 실시하는 굴뚝원격감시체계(CleanSYS)[9-11]의 운영은 시설규제와 환경서비스가 결합된 대표적인 것이라고 할 수 있다. 그러나 결과만을 중시하는 시스템에서 탈피하여 실질적인 환경성 개선과 효과의 극대화를 위해서 시스템의 중간처리 과정을 관리하는 환경서비스와 결합된 별개의 시스템이 필요하다. 이렇게 확대되고 있는 환경시장에서 기업의 가치를 창출해 성공적인 발전을 이루어내기 위해서는 환경경영을 전략적으로 수행할 필요가 있다. 따라서 환경에너지시설의 환경경영 국제표준인 ISO14001[12] 운영시스템의 현장적용을 통해서 급속도로 변화하고 있는 국제 환경시장의 내·외부적 위협요소로부터 자유로울 수 있다. 친 환경성을 극대화한 시설운영만이 기업의 경제적인 가치추구와 환경보전의 조화를 이룰 수 있다.

환경관리공단은 환경기초시설의 다년간 운영 노하우와 핵심 업무에 대한 풍부한 경험을 보유하고 있다[9]. 이에 본 연구는 ISO14001을 이용한 운영 표준화 및 정보화에 선도적인 위치에 있는 환경관리공단과 코리아데이터 코퍼레이션(주)와 산학협력으로 인터넷을 기반으로 한 소각폐기물의 반입부터 운전현황, 각종기기의 정보, 보수관리, 오염물질의 대기확산에 대한 모델링 등 중간처리의 전 과정을 실시간 관리 검색할 수 있는 국제표준의 선진화된 소각시설 정보화시스템인 환경기초시설의 운영을 위한 전과정 평가시스템(u-LCA: Ubiquitous - Life Cycle Assessment)을 공동 개발하였다. 이 시스템은 소각뿐만 아니라 대기, 수질 등 모든 환경기초시설 경영에 적용될 수 있도록 계속하여 확장 개발될 예정이다.

## 2. 국내외 기술동향

환경기초시설에 대한 일반적인 운영관리 방식은 교대 운전자의 수기방식에 의한 법적관리대장 및 운전현황자료의 작성을 기반으로 하고 있다. 소각시설을 예로 들어 보면 크게 폐기물 처리실적, 에너지 회수실적, 유틸리티 사용, 약품사용, 재반출 실적, 기타 점검사항이 운전자의 데이터 수집범위라 할 수 있으며 각 항목마다 수십 개의 리스트를 관리하고 있다. 또한 폐기물처리 중간에 방지시설의 운전 적정성을 검증하기 위한 분석 작업이 시행되는데 이때 실험자는 반입 폐기물의 물리·화학적 조성 및 약품의 적정농도, 대기 및 바닥재, 수질 등 배출오염물질에 대한 자가 측정 등 수백 가지의 데이터를 동시에 처리하여야만 한다[1,7,8]. 환경기초시설은 최초가동과 동시에 노후화가 진행되는 시설로서 수시보수와 더불어 연중 정기보수를 실시하게 되는데 이때 고장발생 및 보수 결과의 이미지파일과 관련자료 등 시설정비의 노하우가 되는 자료가 다양 발생한다. 이러한 이미지파일과 자료는 매년 수천 건에 달하는데 현재의 관리방식으로는 저장한계에 달하게 된다. 이와 같은 데이터는 동시 다발적으로 발생하는 특징이 있기 때문에 데이터의 연계가 원활하지 않다면 분석 데이터로서 효용성이 부족하다고 볼 수 있다.

또한 해당시설이 국제 운영표준인 ISO14001을 적용하고 있다면 환경경영체제의 주요 핵심요건의 세부사항도 관리되어야만 한다. 그러나 기존의 ISO14001의 유지관리는 현장여건과 분리되어 있는 문서화 업무로 손쉽게 적용되지 못하고 인증기업이라는 형식적인 홍보수단에 치중하여 있는 실정이다.

국내의 환경기초시설에서 사용하고 있는 데이터 관리용 범용 소프트웨어(마이크로소프트 엑셀 등)는 위에서 언급한 수많은 데이터에 대한 상부기관 보고자료 및 통계 작성 시 사용자의 반복적인 입력을 요구하게 된다. 이러한 데이터의 유지를 위해서는 타 업종에서 일반적으로 사용되어지는 모바일 PC를 장착한 전사적 자원관리프로그램(ERP: Enterprise Resources Planning)을 사용하여야 하는데 가격이 수억에서 수십억원에 이르는 것으로 환경기초시설에서 개별 구축하여 사용하기에는 비용이 높다. 또한 국제표준이나 환경성을 평가할 수 있는 환경시장에서의 특성화된 서비스는 현재 존재하지 않는 것으로 파악되었다.

하지만 금번에 개발하는 u-LCA의 경우는 환경기초시설의 운영특성을 파악하여 회계부분에 치중하여 있는 기존의 ERP에서 탈피하였다. 국제표준 운영체계인 ISO 14001의 핵심요건을 기반으로 하여 어느 현장에서도 별도의 프로그램 구축 없이 손쉽게 적용될 수 있도록 비용을 최소화하였으며 주요설비 및 예비품 관련 정보검색장

치 및 중앙제어시스템의 운전데이터 자동전송과 유비쿼터스 기반의 PDA에 연동프로그램을 탑재하여 현장의 운전상황을 즉시 입력한다. 소각시설인 경우 반입차량정보 시스템, 굴뚝 자동 측정 장치, 기상관측시스템등과 동시에 데이터를 연산 처리하여 대기확산 모델링을 최종 적용함으로써 시설 전 과정에 걸쳐 운영 적정성 및 환경성에 대하여 평가할 수 있도록 구성하였다.

뿐만 아니라 ISO14001을 기반으로 개발되므로 국제 표준규격의 운영 사업장으로 인증을 받기 쉽고 이중적인 문서화 작업이 불필요하기 때문에 지속적 유지관리 및 사후심사가 편리하다. 또한 시설운영의 투명성, 경제성, 편리성과 더불어 친환경을 극대화한 시설로서 대외이미지가 향상되어 기업의 가치를 높일 수 있는 장점이 있다.

개발 초기단계부터 단위별 BLOCK의 형태로 구분하여 프로그램을 구축하므로 최소화 비용으로 각 사업장 실정에 맞게 적용할 수 있도록 하였다.


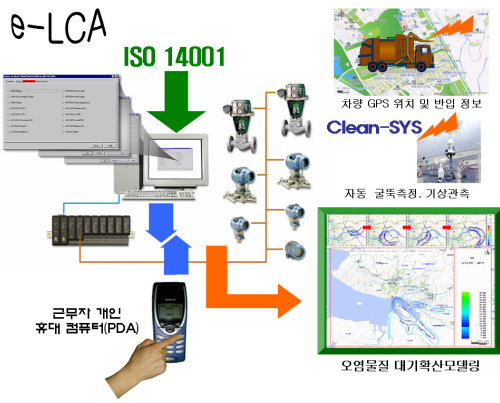
### 3. 본론

#### 3.1 u-LCA 개요

기존의 일반적인 운영관리방식이 가지는 단점과 본 연구에서 개발한 u-LCA 평가시스템의 비교를 표 1에 제시하였다. 기존 시스템이 관리대장의 수기작성 후 범용소프트웨어를 활용한 2차적인 관리로 자료의 반복적인 재 기입에 의한 비효율성과 과거자료와 연계한 분석 및 미래 예측이 곤란하고 의사결정에 장시간 소요되는 반면, u-LCA는 운영자 개인휴대용 단말기인 PDA를 도구로 하는 유비쿼터스 기반의 환경경영 정보화시스템으로 시간과 공간의 제약을 받지 않고 운영 적정성을 파악할 수 있다는 장점이 있다.

u-LCA와 일반적인 운영관리 방식의 특징 비교에서 알 수 있듯이 실시간 데이터의 저장에 의한 즉각적인 보고 및 통계자료 자동생성으로 프로그램 분석에 의한 예측

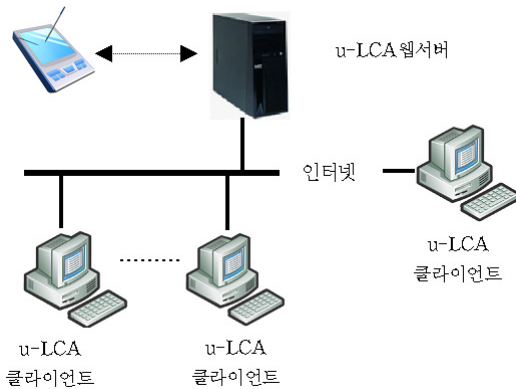
[표 1] 기존방법과 u-LCA의 비교

일반적인 운영 관리방식	u-LCA
	
<p>정보공개에 수동적</p>	<p>실시간 정보공개에 의한 반입물의 처리 현황 및 환경성에 대한 평가시스템</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 운영 및 보수분야의 연차적인 자료관리 곤란(반복적인 입력으로 업무효율 저하)</li> <li>• 정보의 연속적인 분석에 의한 예측 및 진단기능 약함</li> <li>• 운영관리 인원이 다수 필요</li> <li>• 환경경영체제(ISO14001)의 수행시 문서화 작업이 과중함</li> <li>• 방지시설 운전 등 약품 및 유틸리티 사용에 대한 투명성 결여</li> <li>• 반입물 처리에 대한 환경성 평가에 장시간 소요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 반입정보 및 운영자료 수집, 오염물질 대기확산 모델링 가능으로 환경기초시설운영에 대한 입력과 출력의 전 과정 평가</li> <li>• 실시간 데이터의 저장에 의한 즉각적인 보고 및 통계자료 자동생성</li> <li>• 프로그램 분석에 의한 예측 및 진단기능</li> <li>• 자재 및 보수관리에 있어 효율적이며 적은 인원으로 운영관리가 가능하여 경제적 임</li> <li>• 환경경영체제(ISO14001)의 탑재로 별도의 문서화 작업이 필요 없음</li> <li>• 유관기관과의 실시간 정보공유 가능</li> </ul>

및 진단이 용이하다. 또한 별도의 환경경영체제의 문서화 작업이 대폭 축소되고 국제표준에 맞는 환경기초시설 운영에 관한 전과정 평가가 가능할 것으로 기대된다. 이러한 특징을 바탕으로 u-LCA를 적용하여 기존 운영관리 방식이 가지던 비효율적인 데이터의 수집과 처리과정에 대한 경제적인 정보공유로 투명성을 확보할 수 있어 국가 환경서비스의 질을 한 단계 도약시킬 것으로 판단된다.

### 3.2 u-LCA 구성도

그림 1은 u-LCA의 웹서버 구성도를 나타낸다.



[그림 1] u-LCA의 웹서버 구성도

#### 1) u-LCA 웹서버

u-LCA 웹 클라이언트들에게 웹서비스를 제공하게 된다. 웹서비스를 위한 Apache 혹은 IIS 웹서버가 구동된다.

#### 2) 데이터베이스 서버

웹 클라이언트에서 입력한 데이터, PDA에서 입력한 데이터, 그 외 DCS, 기상관측시스템, 대기확산 모델링 등 외부 인터페이스 상에서 입력한 데이터에 대한 저장/검색 기능들을 제공한다.

#### 3) u-LCA 웹 클라이언트

인터넷을 통해 u-LCA 웹서버로 접속 한 후, 데이터의 입력, 조회 등의 기능을 수행한다.

#### 4) PDA 클라이언트

현장에서 작업하는 담당자가 휴대하면서 CDMA망을 통하여 실시간으로 데이터를 입력/조회 기능을 제공한다.

#### 5) Factory Link

DCS와의 외부 인터페이스를 위해 사용되며 HMI 소프트웨어이다.

#### 6) u-LCA Server Application

Java로 개발된 u-LCA 구동 웹 프로그램이다.

### 3.3 u-LCA 인터페이스

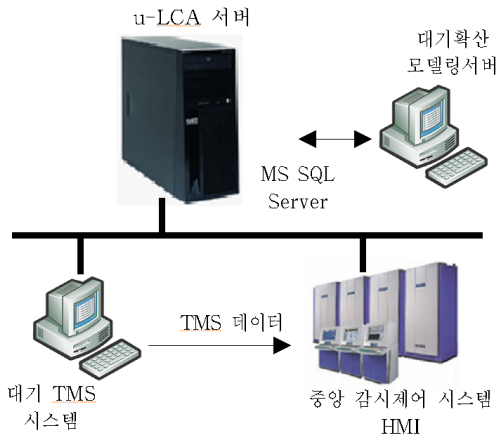
이 부분은 외부 시스템과 인터페이스 기능을 구현하는 것으로 Background로 실행되는 기능이다.

#### 1) 기상관측 시스템과 대기확산 모델링

별도의 기상관측 서버를 이용하여 소각장의 배출 가스 오염도 확산 현황을 시뮬레이션 하는 기능으로서 u-LCA 서버의 데이터를 공유하게 된다.

#### 2) 대기 TMS

대기 TMS(Tele-Monitoring System) 시스템의 배출 가스 측정 데이터는 중앙 감시 제어 시스템을 통해서 수집하게 된다. 따라서 u-LCA 시스템에서 실시간으로 중앙 감시 시스템으로부터 TMS 데이터를 수집하여 제공한다. 그림 2는 u-LCA와 외부 시스템과의 인터페이스 구성도를 나타낸다.



[그림 2] u-LCA와 외부시스템과의 인터페이스 구성도

### 3.4 u-LCA 통신

u-LCA의 Background 프로세스로서 중앙 감시 제어 시스템과 같은 외부 시스템과 인터페이스 또는 현재 접속자의 정보를 관리하여 실시간으로 이상 정보의 통지를 담당한다.

1) 네트워크 세션 에이전트

로그인 사용자의 정보를 관리한다. 운영 데이터의 이상 발생 시 현재 접속자에게 실시간 통지를 하여 사용자 정보를 보호한다.

2) 이벤트 처리 에이전트

미리 설정된 각종 기준치 초과 시 알람을 발생시키거나 또는 시스템 에러 발생여부를 감시한다.

3) 중앙 감시 제어 시스템 인터페이스

소각로 중앙 감시 시스템의 POS 또는 데이터베이스와의 연결을 통하여 주요 운전 데이터를 실시간으로 수집한다. 또한 OPC 또는 TCP/IP를 이용한 통신 기능과 주요 수집 데이터의 설정 기능을 제공하고, 실시간 데이터의 수집 로그 정보를 제공한다.

3.5 u-LCA 평가 및 관리 내용

본 연구의 u-LCA에서 관리하고 평가하는 항목을 표 2에 나타내었다. 환경성 평가와 설비관리, 운영관리, ISO14001, 반입차량과의 크게 5개 관리 항목으로 분류하고 업무에 따라 각각을 세부 항목으로 분류하였다.

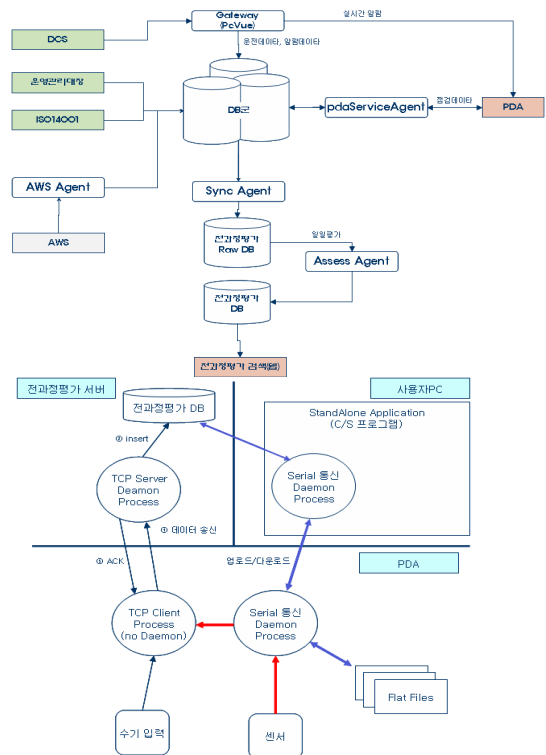
[표 2] u-LCA에서의 평가 및 관리 항목

평가 및 관리	세부 내용
환경성평가	환경측면조사
	환경목표설정
	환경성평가
설비관리	작업관리
	점검관리
	설비정보관리
	Spare Part
	정보관리
	작업공구관리
	사원정보관리
	통계분석관리
	기준정보관리
	통계분석관리
	기준정보관리
PDA점검관리	
운영관리	운영 일지 관리
	실험 관리
	점검 관리
	이상발생 조치가이드
ISO14001	환경법규자료관리
	환경목표관리
	직무 및 조직관리
	교육훈련관리

	대기, 수질, 폐기물 관리
	유해물질관리
	비상사태관리
	운전관리
	보수관리
	환경평가관리
반입차량관리	차량위치검색
	차량이동궤적 조회

3.6 u-LCA 프로세스

그림 3은 u-LCA의 프로세스 구성도를 나타내는 것으로 자세한 기능은 다음과 같다.



[그림 3] u-LCA 프로세스 구성도

- 1) 외부 인터페이스 모듈인 DCS 에서는 TMS 실시간 운전 데이터를 PcVue를 통해서 u-LCA 메인 데이터베이스로 저장을 하고, 이상 상황이 발생되면 PDA로 SMS 전송을 한다.
- 2) ISO14001 기준에 대응되도록 작성된 u-LCA Application에 사용자가 접속해서 각종 업무일지, 실험 일지 등을 u-LCA 메인 데이터베이스에 저장 및 조회한다.
- 3) PDA에 사용자가 입력한 측정 결과치 혹은 설비 점검

내용 등을 u-LCA 메인 데이터베이스에 저장 및 조회 한다

- 4) 외부 인터페이스인 AWS(기상관측 시스템) 데이터들은 실시간으로 u-LCA 메인 데이터베이스로 측정 값들을 전송한다. 측정치에는 온도, 습도, 강수량, 일사량, 풍향 등 현재의 기상 상태에 관한 모든 정보가 포함되며, 데이터 전송 주기는 AWS에서 전송은 1초에 한 번씩 되며, 실제 데이터베이스에 데이터 입력은 1분에 한 번씩 적용한다.
- 5) 1) ~ 4)에서 얻은 데이터들은 u-LCA 평가 엔진을 통해서 주기적으로(매일/매월/분기) 평가 작업이 이루어지며, 해당 항목에 대한 운영 평가 점수가 u-LCA 데이터베이스에 저장되며, 이 데이터를 바탕으로 각 환경 기초시설의 실제 운전 현황을 평가 할 수 있다.

## 4. 적용 사례

### 4.1 개발 시스템 적용 사례

이 시스템은 신규로 건설 될 고양시 소각장에 적용이 되어 시범 운용중이다. 기존 모든 업무를 엑셀로 처리해 오던 방식에서 벗어나, 모든 업무일지 및 측정데이터 들이 전산으로 관리가 되고 있으며, 이에 따른 운영 평가 역시 자동으로 진행되고 있다. 이는 관리자들이 실시간으로 소각로의 운영 실태를 확인 가능하고, 문제점들을 즉시 개선 가능하게 해 주며 이로 인해, 친환경적인 소각로 운영에 도움을 주고 있다.

#### 4.1.1 반입차량 모니터링

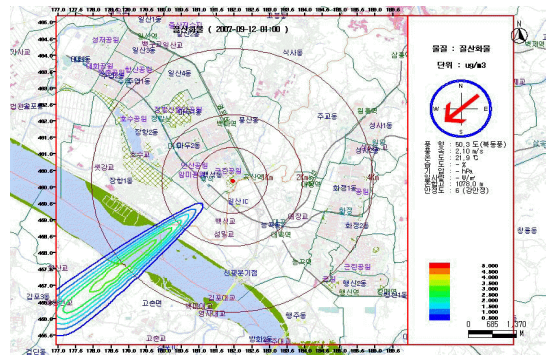
차량의 이동 궤적을 확인할 수 있다. 실시간으로 현재의 차량 이동 상황을 확인 하거나, 혹은 지금까지로부터 48시간 이전부터 차량이 이동 한 궤적을 확인 할 수 있어, 실제로 쓰레기 수거 차량이 타 지역에서 쓰레기를 수거해 오는 상황을 확인 할 수 있다. 그림 4는 차량의 궤적을 지도상에 나타낸 것이다.



[그림 4] 차량의 궤적

### 4.1.2 대기확산 모델 모니터링

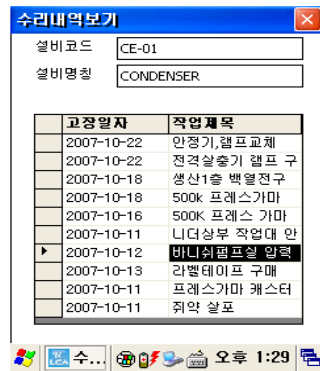
그림 5는 각각 질산화물에 대한 실제 대기확산 모델링 적용 화면이다. 5Km x 5Km 범위 내에서 질산화물의 확산 현황을 1시간 간격으로 모델링 한 화면이다. 화면에 풍향 및 모델링 당시의 기상 정보(일사량, 풍속, 습도 등)가 표현 되며, 지도상에 질산화물의 등농도 곡선이 표현 된다.



[그림 5] 대기확산 모델링 화면

### 4.1.3 PDA에 의한 u-LCA 접근

그림 6은 PDA를 이용해서 u-LCA 시스템의 설비 수리 이력 확인 기능 및 일상 점검의 약품 사용량 입력 화면이다. 일상 점검 시 입력을 받게 되는 항목은 u-LCA 설정에 따라서 유동적으로 변경 가능하다.

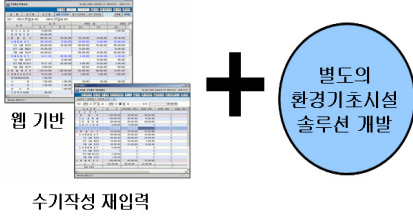
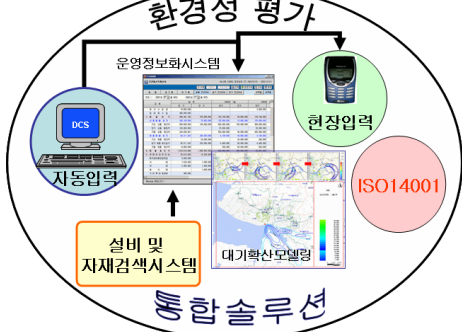


[그림 6] PDA의 설비수리 이력화면

## 4.2 시스템 비교 평가

표 3은 일반적인 자원관리시스템(ERP)과 본 논문에서 개발한 환경시설 전과정 평가시스템(u-LCA)과의 시스템 구성 등 특성을 비교한 것이다.

[표 3] 일반적 자원관리시스템과 환경시설 전과정 평가시스템의 비교

비교 항목	자원관리시스템(ERP)	환경시설 전과정 평가 시스템
시스템 구성		
	<p>재무/회계 프로그램이 일반적으로 출시되어 있으며 환경기초시설 운영의 개별적인 특수성을 적용하여 구축 시 고가의 비용소요</p>	<p>운영정보, 중앙제어시스템, 현장 입력자료, 자산관리, 환경경영체제, 대기확산 모델링 등 전과정 환경성 평가의 통합솔루션</p>
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 일반적인 관리 프로그램으로 제조 및 판매업과는 다른 환경기초시설에 그대로 적용할 수 없으며 고가의 개발비가 소요됨</li> <li>• 처리결과에 대하여 환경성을 평가할 수 없으며 일반 재무관리에 치중</li> <li>• 환경플랜트의 특성을 적용하기 위해서는 별도의 컨설팅을 하여야 하므로 구축비가 비싸짐</li> <li>• 환경시설 운영자가 일반적인 ERP 패키지프로그램 사용 시 쉽게 적용하지 못함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 초기 개발단계부터 환경성 평가 통합솔루션 형태의 프로그램으로 개발되기 때문에 연계처리에 따른 개발비용이 최소화됨</li> <li>• ISO14001기반의 대기확산 모델링으로 결과물에 대한 환경성을 평가할 수 있음</li> <li>• 중앙제어시스템 자동연계 입력 및 PDA에 의한 입력 회수 최소화로 활용도가 높아지므로 지속적인 시스템 유지가 가능</li> <li>• 환경시설 전문가관과 공동개발되므로 현업에 익숙하여 업무 적용도가 빠름</li> </ul>

### 4.3 기대효과

#### 4.3.1 전자운영기록 (Electronic Managerial Record)

전자 운영기록의 업무 프로세스는 중앙의 데이터베이스를 매개로 기업 활동 전반에 걸쳐 통합되어 관리된다. 통합 데이터베이스를 통하여 하나의 정보는 한번만 입력되며 입력된 정보는 가공하지 않은 형태의 데이터로 존재하며 어느 업무에서나 참조될 수 있다. 환경관리공단과 같은 전문기관의 운영 노하우에 대한 “Best Practice”에 기반을 두어 구축하기 때문에 환경기초시설 운영 서비스에 대한 리엔지니어링(Re-engineering) 효과가 발생하여 국내 운영주체들이 자발적인 체질 및 구조, 경영방식을 근본적으로 변혁할 것으로 예상되어 환경오염방지에 대한 성과가 비약적으로 향상될 것이다.

#### 4.3.2. 유비쿼터스에 의한 전과정 평가

GPS를 탑재한 쓰레기 반입차량은 디지털 지도상에 실시간 차량위치 운행상태와 차량운행 궤적이 확인됨에 따

라 차량별 쓰레기 수거지역 이행상태를 명확히 구분할 수 있으며 운행차량의 모니터링, 차량 운행경로 및 일지를 컴퓨터에 자동저장, 차량의 작업 상황을 추적할 수 있어 완벽한 쓰레기의 수거운반정보, 반입정보를 확보할 수 있다. 이와 같은 반입쓰레기 계량 및 차량관계에서 공급받는 데이터는 기상관측시스템에서 보내지는 기후자료와 같이 곧바로 u-LCA 시스템에 저장하게 되는데 반입폐기물의 성분분석과 각종 폐기물처리 데이터등과 전자 운영자료(EMR)로 처리된다.

본 연구에서 개발되는 u-LCA의 사업장 확대 적용시 사용자(근무자, 관리자, ISO14001인증기관)가 네트워크나 컴퓨터를 의식하지 않고 장소에 상관없이 자유롭게 네트워크에 접속할 수 있는 유비쿼터스 환경을 제공받기 때문에 즉각적인 오류수정과 운영적정성에 대하여 평가받는다. 이러한 친환경의 시설에서 배출되는 최소 농도의 오염물질 또한 대기기상 조건과 지형조건에 따라 대기중에 확산과정을 거쳐서 수용체에 도달하여 영향을 미치는 것을 모델링 방정식을 통해 수치 혹은 그래픽 자료의 형태로 보여주게 된다. 폐기물의 반입에서부터 처리, 영

향까지 전과정에 걸쳐 시간과 장소에 구애받지 않고 실시간으로 평가할 수 있게 되는 것이다.

### 4.3.3 데이터웨어 하우스에 의한 의사결정시스템

개발되어지는 u-LCA는 데이터웨어 하우스 기능으로 중앙제어시스템에서 자동 전송된 자료와 개별적인 데이터베이스로부터 정보를 분석하고 데이터의 구축 및 체계적인 관리를 통하여 필요시 환경적정성에 대한 정보를 제공하게 되는데 여러 곳에 분산되어 있는 데이터베이스 내에 존재하는 데이터들에 대하여 하나의 논리적인 뷰(View)를 창출하게 될 것이다. 방대한 규모의 데이터들로부터 환경경영 효율화를 위한 다차원적인 고급의 정보를 제공함으로써 신속하고 정확한 의사결정을 할 수 있도록 도와 줄 것이다.

## 5. 결론

환경에너지시설의 환경경영 국제표준인 ISO 14001 기반의 소각시설 정보화 시스템인 환경기초시설의 운영을 위한 유비쿼터스 전과정 평가 시스템(u-LCA)을 개발하였다. 개발된 시스템은 현재 고양시 소각장에 적용하여 시범 운영 중이며 관리자등은 실시간으로 소각로의 운영 실태를 확인하고 문제점들을 즉시 개선할 수 있게 되었다. 소각로에 들어오는 차량의 궤적을 48시간 이전부터 확인할 수 있기 때문에 실제 쓰레기 수거 차량이 타 지역에서 쓰레기를 수거해 오는 상황을 확인할 수 있다. 또한 대기에 확산되는 오염물질을 실시간 기상정보에 따라 모델링이 가능하다. 본 시스템을 개발하는데 있어서 ISO14001 기준과 현재 사용하는 문서 정보에 대한 규칙을 올바른 데이터베이스에 맞추는 것이 가장 큰 어려움이였다. 향후 연구과제로는 소각시설 정보화뿐만 아니라 대기 및 수질에 관한 정보화 시스템을 개발하는 것이다

## 참고문헌

- [1] 이태윤, 김도용, 김재진, 이준기, "부산지역 환경기초 시설에서 발생하는 폐기물의 물리, 화학적 특성 규명 및 황화수소 발생량 예측에 관한 연구" 한국지반환경 공학회 논문집 제10권 제2호, pp. 13-20, 2009. 2.
- [2] 환경부, 대기환경보전 법령집, 2003.
- [3] 환경부, 대기 오염공정시험방법, 2002.
- [4] U.S.EPA, An Operator's Guide To Eliminating Bias In CEM Systems, 1994.

- [5] U.S.EPA, Part 75 CEMS Field Audit Manual, 2003.
- [6] MCERTS, Performance Standards for CEM Systems, U.K. Environment Agency, 2003.
- [7] 석금수, "자원 순환형 사회를 위한 폐기물정책 관리," 나라경제, 4월호, pp.44-46, 2003.
- [8] 김정훈, "서울과 뉴욕의 도시폐기물 관리 정책 비교 연구," 서울도시연구, 제8권 제2호, pp.169-186, 2007.
- [9] 환경관리공단, 2003년 굴뚝 TMS 운영관리 사업결과 보고서, 2004.
- [10] 박기혁외 5인, "굴뚝 CleanSYS(굴뚝원격감시체계) 활용을 통한 2006년도 수도권 지역의 오염물질 발생 현황," 한국대기환경학회 2007년 환경공동학술대회 논문집, pp.444-446, 2007.
- [11] 이호균외 5인, "굴뚝원격감시체계(TMS)를 활용한 오염물질의 현황분석," 한국대기환경학회 2004 추계 학술대회 논문집, pp.89-90, 2004.
- [12] ISO14000/ISO14001 Environmental Management Guide, <http://www.iso14000-iso14001-environmental-management.com>

### 한 광 록(Kwang-Rok Han)

[정회원]



- 1989년 2월 : 인하대학교 대학원 정보공학전공 (공학박사)
- 1991년 3월 ~ 현재 : 호서대학교 컴퓨터공학부 교수
- 1989년 10월 ~ 1991년 2월: 한국체육과학연구원 선임 연구원
- 2001년 7월 ~ 2002년 8월 : ISI/USC 초빙 연구원

<관심분야>

시맨틱웹, 온톨로지, HMI, 원격모니터링

### 이 기 철(Kicheol Lee)

[정회원]



- 1987년 2월 : 인하대학교 전자공학과 (공학사)
- 1991년 2월 ~ 현재 : 코리아 데이터 코퍼레이션(주) 대표이사
- 2008년 3월 ~ 현재 : 호서대학교 대학원 컴퓨터공학과 석사과정

<관심분야>

자동화기기 HMI, 원격 모니터링



손 석 원(Surgwon Sohn)

[정회원]



- 1985년 2월 : 인하대학교 전자공학과 공학사
- 2007년 8월: 인하대학교 컴퓨터정보공학과 공학박사
- 1987년 3월 ~ 1992년 12월: 한국원자력연구원 선임연구원
- 1999년 9월 ~ 현재 : 호서대학교 뉴미디어학과 부교수

<관심분야>

인공지능, 무선통신망, 제약만족최적화