

논문 2008-6-21

IPTV 기반 온실가스 인벤토리 모니터링 시스템 구현

Implementation of IPTV Embedded Monitoring System for Emission Inventory

남궁광*, 신승중**, 곽계달*

Gwang Nam-Gung*, Seung-Jung Shin**, Kae-Dal Kwack*

요약 기후변화협약은 인류의 활동에 의해 발생하는 위험하고 인위적인 영향이 기후 시스템에 미치지 않도록 대기 중 온실가스의 농도를 안정시키는 것을 목적으로 한다. 이러한 기후변화협약에 대응하기 하기 위하여 산업시설의 온실가스 배출원, 배출량 산정지침, 배출량 산정 가이드 라인 등의 모니터링 대상을 설정하고 IPTV 기술을 접목하여 장소에 구애받지 않고 실시간으로 감시, 제어할 수 있는 시스템을 구축하는 데 필요한 모형을 제시하고자 한다. 본 논문은 온실가스 인벤토리 모니터링 시스템을 구현하는데 하나의 기준으로 활용할 수 있을 것으로 생각한다.

Abstract The Climate Change Convention has a purpose for stabilizing the concentration of greenhouse gases of the atmosphere so that the dangerous and artificial effects may not influence atmosphere systems. We intend to present the model needed to establish the systems able to monitor and control in real time not sticking to places by grafting IPTV technique and setting the monitoring objects of the greenhouse emitting sources of industrial facilities, the estimation instruction of emissions, the guidelines of emission estimation, etc. in order to corresponding to this Climate Change Convention.

Key Words : IPTV, Emission Inventory

I. 서 론

현재 세계는 산업혁명의 결과로 사회·경제적인 분야 등 모든 면에서 산업화 이전의 생활과는 비교할 수 없을 정도로 윤택한 생활을 영위하고 있다.

그러나 석탄·석유등과 같은 화석연료의 사용이 기하급수적으로 증가하였고 산업시설에서 배출되는 각종 온실가스는 지구 대기의 온도를 상승시키는 온실효과와 함께 지표온도를 상승시켜 지구온난화라는 현상을 가져왔다. 이로인해 온난화의 지표인 지구표면온도는 20세기 동안 $0.6 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 상승하였고, 빙하감소, 홍수, 가뭄 및 사막

화, 해수면 상승, 생태계 변화 등의 현상으로 지구 곳곳이 몸살을 앓고 있다.

국제사회는 기후변화에 대응하기 위하여 1992년 6월 유엔 환경 개발 회의(UNCED)에서 기후변화 협약(UFCCC)을 채택하였고, 1997년 교토의정서에 의해 선진국(38개국)을 대상으로 제1차 공약기간(2008 ~ 2012)동안 1990년도 배출량 대비 평균 5.2% 감축을 규정, 2005년 2월 16일 공식 발효시켰다. 우리나라는 발리 로드맵(2007, 인도 발리)에 따라 제1차 공약기간에는 의무감축량 부과가 없으나, 주요 온실가스인 이산화탄소의 배출량이 세계 9위, OECD 국가 중 이산화탄소 배출량 증가율 1위 국가로서 2013년 이후 포스트 교토 체제에는 강제적 가입이 예상된다. 이러한 외부환경속에서 산업계는 온실가스 배출 및 감축 기술 개발을 위한 투자의 주체이며 배출가스 감축 기술이 곧 산업경쟁력을 인식하고

*정희원, 한양대학교

Dept of Computer Engineering, Han-Yang University

**정희원, 한세대학교

Dept of Computer Engineering, Han-Sei University

접수일자 2008.10.2, 수정완료 2008.12.3

각각의 기업특성에 적합한 온실가스 모니터링 시스템 구축이 이루어져야 한다는 것이다.

본 논문에서는 이러한 상황에서 기업 경쟁력을 확보하기 위해서는 기업특성에 적합한 온실가스 배출계수 개발과 인벤토리 모니터링 시스템 구축이 시급하다는 것을 인지시키고자 에너지 다소비 업종인 발전설비를 보유한 기업을 표본으로 하여 국제기준의 산정 지침에 의한 배출계수 및 배출량의 산정 방법과 IPTV 기술을 기반으로 한 감시 시스템 구현에 있어 하나의 방안을 제시함으로써 온실가스 배출 모니터링 시스템 도입 시 신뢰성 및 적용가능성에 대해 나름대로의 이론적 근거를 제공하고자 한다.

II. 온실가스 배출량 산정 기준

1. 온실가스 산정을 위한 경계 설정

온실가스는 배출량 통제 방식과 관련하여 지분접근 기준과 통제력 기준이라는 상이한 2가지 기준을 사용할 수 있다. 사업자는 지분접근법과 통제접근법에 의해 통합된 온실가스 데이터를 산정하여 관리해야 한다. 지분 접근법을 따를 시 사업자는 대상사업에서의 온실가스 배출량을 그 사업에 대한 지분비율에 따라 산정한다. 통제 접근법을 따를 시 사업자는 통제력을 지닌 사업에서의 온실가스 배출량만을 100% 산정한다. 통제력은 재무통제 또는 경영통제 어느 관점에서든 정의를 내릴 수 있다. 「온실가스 프로토콜 사업자 배출량 산정 및 보고기준」은 자발적인 온실가스 배출량 공개보고를 지분비율기준에 근거하여 실시해야 하는지 또는 통제력기준에 근거하여 실시할 것인가에 관해서는 어떠한 권고도 하지 않고,

다만 사업자가 지분비율기준 또는 통제력기준을 분리하여 적용하며, 본 논문에서도 통제접근법을 이용하여 배출량 산정 대상을 선정한다

2. 온실가스 인벤토리 산정범위 선정

인벤토리의 산정범위는 [그림-1]과 같이 크게 3개의 범위(scope)로 나누어 볼 수 있다. Scope 1은 직접적인 온실가스 배출로서 사업자의 소유설비에서 화석연료나 공정으로부터 나오는 배출을 의미한다. 세부적으로는 크게 고정배출, 이동배출, 공정배출, 탈루배출로 나누어 볼 수 있다. Scope 2는 간접적인 온실가스 배출로서 사업자가 구매하여 소비한 전력이나 스팀으로 인해 발생하는 온실가스 배출, 열 이동 중에 열손실에 의한 배출을 의미하며, Scope 3은 기타 간접적인 온실가스 배출로서 구입 자재의 추출 및 생산, 구입연료의 수송, 판매한 생상품 및 서비스의 사용에 의한 배출을 의미한다.

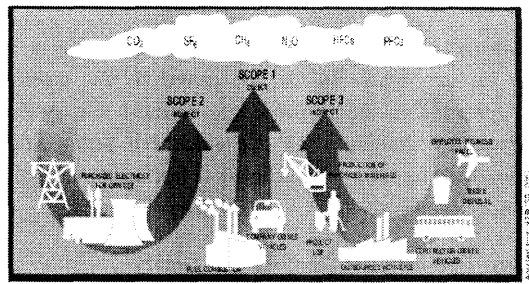


그림 1. 인벤토리 산정범위
Fig. 1. estimation scopes of inventory

세부적인 예를 그림으로 나타내면 [그림-2]와 같다. 여기서는 전력에 대하여 나타냈지만 열에 대해서도

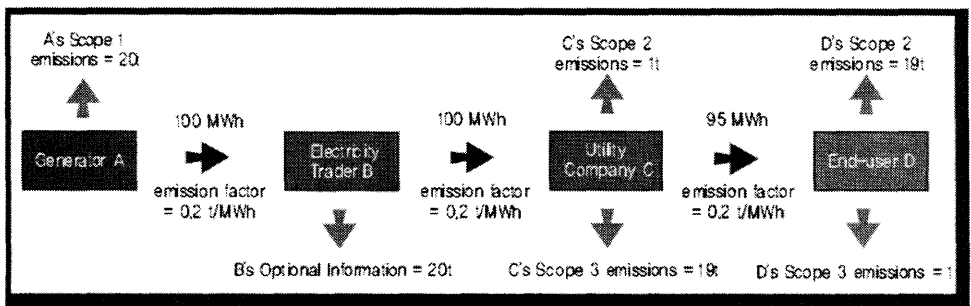


그림 2. 사업자에 따른 Scope 구분 예
Fig. 2. The example of scope division

동일하게 적용된다. 발전사업자 A가 100Mwh의 전력을 생산하였고, 전력생산을 위하여 사용한 연료에 의한 배출량이 20톤이 산정되었을 때, 이는 직접배출(Scope 1)로 구분된다. 이후 전력거래소에서 100Mwh를 구매하여 송배전회사에 판매하는 경우 전력거래소는 직접 연료를 사용하여 발전하지도, 구매전력을 이용하지도 않았기 때문에 이때 100Mwh의 전력구매에 따른 배출량 20톤은 Optional information으로 구분된다. 이후 배전회사에서 100Mwh의 전력을 구매하여 95Mwh를 최종소비자에게 판매하는 경우 중간에 발생한 손실에 해당하는 5Mwh의 전력에 대한 1톤의 배출량은 Scope 2로 구분되며, 최종소비자에게 전달된 95Mwh전력에 대한 19톤의 배출량은 Scope 3로 구분된다. 최종소비자 입장에서는 사용한 전력 95Mwh에 대한 19톤의 배출량은 Scope 2로 구분되며, 손실량 1톤은 Scope 3로 구분된다. 이를 정리하면 [표-1]과 같다.

표 1. 사업자에 따른 Scope 구분 예시
Table 1. The example of scope division

배출량구분	SCO1	SCO2	SCO3	Opt'	계
전력생산 A	20				20
전력판매자 B				20	20
송배전사 C		1	19		20
소비자 D		19	1		20

3. 배출량 산정 제외 기준

WRI/WBCSD에 의거하여 작은 단위의 배출원에 대해서도 배출량이 어느 정도인지에 대한 배출량 수준 평가(Level Assessment)를 거친 후에 전 배출량의 5% 미만 이 되는 배출원에 대해서는 Cut-off 룰을 적용시킬 수 있다. 배출량 수준 평가는 직접배출원에 대해 배출량 비중이 높은 순서대로 배출원을 정리한 후 마지막 5% 범위 안에 들어가는 배출원에 대해서는 Cut-off룰에 따라 제외한다.

- Cut-off룰에 해당되는 배출 : 이동연소배출
- 배출량 산정을 위한 모니터링이 곤란하거나 정량적 판단이 어려운 배출원에 대해서는 산정 대상에서 제외한다.
- 설비 및 연료저장 시 발생하는 탈루성 배출은 데이터 수집의 불가로 인해 산정의 범위에서 제외

한다.

- 탈질설비에서 배출되는 배출량과 같이 정량화하기 위한 배출계수나 모니터링이 불가능한 경우 산정의 범위에서 제외한다.

III. 온실가스 배출계수 도출

1. 배출량 산정을 위한 모델 설정

배출량 산정을 위한 모델은 온실가스 배출 및 감축 기술 개발을 위한 투자의 주체이며 배출가스 감축 기술이 곧 산업경쟁력임을 강조하고자 에너지 다소비 업종인 발전설비를 선택하였다. 표본 모델의 시스템 구성은 한전 또는 소각로부터 증기 또는 중온수를 공급받아 일반소비자에게 열을 공급하거나, 자체 설비를 이용하여 발전을 하고, 이때 생산된 전력을 한전에 공급할 수 있는 설비를 갖추었다. 개요도는 [그림-3]과 같다.

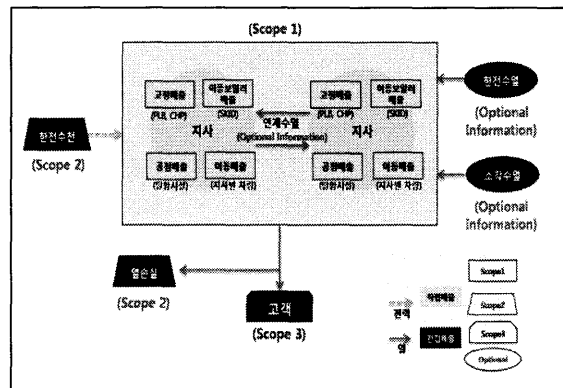


그림 3. 시스템 구성도
Fig. 3. System Structure

2. 온실가스 배출량 산정

직접배출원 : 업자의 소유설비에서 화석연료나 공정으로부터 나오는 배출을 의미한다.

- 액체연료 중 LSWR와 B-C유의 연료분석을 통한 자료를 이용하여 CO₂ 배출량 산정
- 액체연료 중 LSWR와 B-C유의 연료분석을 통한 자료를 이용하여 CO₂ 배출량 산정

STEP 1	지사별 연평균 액체연료 밀도 산정
STEP 2	지사 내 연평균 액체연료 탄소함량 산정
STEP 3	지사 내 액체연료에 의한 CO ₂ 배출량 산정

○ 액체연료(LSWR, B-C유)에 의한 CO₂배출량 (tCO₂e/yr)
 = 연간 연료 사용량 (L/yr) × 평균 연료 밀도 (kg/m³) × 탄소함량(WT% C) × 44/12 × 10⁻³(m³/L) × 10⁻³(ton/kg)

○ 액체연료(보일러등유)에 의한 CO₂ 배출량(tCO₂/yr)
 = 연간 연료 사용량 (L/yr) × 저위발열량(MJ/L) × 산화계수 × 탄소배출계수 (tCO₂/TJ) × 10⁻⁶ (단위환산, TJ/MJ)

□ 기체연료는 천연가스 성분분석 결과 내 공급가스 평균조성 농도(Mol %)를 이용하여 CO₂ 배출량 산정

STEP 1	기체연료의 가중평균 분자량(MW)
STEP 2	각 성분별 무게 분율 Wt(%)
STEP 3	각 성분 분자내 탄소함량(Wt% C)
STEP 4	기체연료 평균 탄소함량(Wt% C)
STEP 5	기체연료에 따른 CO ₂ 배출량 산정

○ 기체연료(LNG)에 의한 CO₂ 배출량(tCO₂/yr)
 = 연간 연료사용량(Nm³/yr) × 변환계수(gmole/Nm³) × 연료평균 분자량(g/gmole) × 탄소함량(WT% C) × 44/12 × 10⁻⁶(ton/g)

○ 매립가스(LFG)에 의한 CO₂ 배출량(tCO₂/yr)
 = 연간 LFG투입량(Nm³/yr) × 매탄 변환계수(ton/Nm³) × 발열량(GJ/ton) × CO₂ 배출계수(ton/GJ)

□ 탈질설비와 탈황설비에서의 CO₂ 배출량 산정.
 탈황설비에서는 황산화물을, 탈질설비는 Urea를 사용하여 질산을 제거하는 것으로, 탈질은 IPCC등에 계산방식이 없기 때문에 산정대상에서 제외한다.

○ 배연탈황설비에 의한 CO₂ 배출량(tCO₂/yr)
 = 연간 석회석사용량(ton/yr) × 0.44 (CO₂/CaCO₃ 분자량비율) × 석회석의 CaCO₃ 성분치(%) + 연간 석회석사용량(ton/yr) × 0.522 (CO₂/MgCO₃ 분자량비율) × 석회석의 MgCO₃ 성분치(%)

□ CO₂ 를 제외한 CH₄, N₂O 배출량 산정은 2006 IPCC 산정식을 사용한다.

○ Non-CO₂ 배출량 = 활동데이터 × 배출계수 × 지구온난화 지수(GWP)

○ 액체연료(LSWR, B-C유, 등유)연소 시 CH₄, N₂O 배출량(tCO₂ e/yr)
 = 연간 연료사용량(L/yr) × 저위발열량(MJ/L) × 산화계수 × 배출계수(tCH₄ or tN₂O/TJ) × 10⁻⁶ (단위환산, TJ/MJ) × 지구온난화지수(GWP)

○ 기체연료(LNG)연소 시 CH₄, N₂O 배출량(tCO₂ e/yr)
 = 연간 연료사용량(L/yr) × 저위발열량(MJ/L) × 산화계수 × 배출계수(tCH₄ or tN₂O/TJ) × 10⁻⁶ (단위환산, TJ/MJ) × 지구온난화지수(GWP)

간접배출원 : 간접적인 온실가스 배출로써 사업자가 구매하여 소비한 전력이나 스팀으로 인해 발생하는 온실가스 배출, 열 이동 중에 열손실에 의한 배출을 의미한다.

○ 구매 전력으로 인한 지사별 총 CO₂ 배출량(tCO₂ e/yr)
 = 지사별 구매전력량(MWh) × (NGEF-CO₂ + NGEF-CH₄ × 21 + NGEF-N₂O × 310)

○ 열손실에 의한 지사별 CO₂ 배출량(t CO₂/yr)
 = 소각수열 공급비율 × 직접생산체의 손실량(Gcal/yr) × 소각수열배출계수(tCO₂/Gcal) +
 한전수열 공급비율 × 직접생산체의 손실량(Gcal/yr) × 한전수열배출계수(tCO₂/Gcal) +
 연계수열 공급비율 × 직접생산체의 손실량(Gcal/yr) × 연계수열배출계수(tCO₂/Gcal)

- 열판매에 의한 지사별 CO₂ 배출량(t CO₂/yr)
- = 소각수열 공급비율(%) × 직접생산제의 판매량(Gcal/yr)
- × 소각수열배출계수(tCO₂/Gcal) +
- 한전수열 공급비율(%) × 직접생산제의 판매량(Gcal/yr)
- × 한전수열배출계수(tCO₂/Gcal) +
- 연계수열 공급비율(%) × 직접생산제의 판매량(Gcal/yr)
- × 연계수열배출계수(tCO₂/Gcal)

IV. IPTV 기반 온실가스 인벤토리 시스템 구축

1. IPTV의 정의

IPTV는 초고속 인터넷망을 활용하여 정보서비스, 동영상, 멀티미디어 등의 콘텐츠를 제공하는 서비스로서 전용 셋탑 박스를 이용하여 기존의 케이블방송이나 위성 방송과 같은 단 방향 방송과는 달리 양방향성을 제공한다.

광 대역 방송과 양방향 통신의 융합시대가 도래하면서 전사적인 공감대를 조직원들이 공유하여 조직의 핵심 역량을 유지하고 경쟁력 강화를 위해 사내 IPTV 방송 도입을 적극적으로 추진하고 있다.

2. 온실가스 인벤토리 모니터링 시스템 구축

인벤토리 데이터 작성 원칙

인벤토리 작성을 위한 데이터 관리시스템은 현재 뿐만 아니라 향후에 이르기까지 원칙에 부합하도록 보장하기 때문에 매우 중요하다. 인벤토리를 작성하기 시작하는 첫 몇 해에 데이터관리시스템을 구축하기 위한 모든 요소들을 엄격하게 도입하여야 한다. 업체들은 인벤토리 데이터 관리시스템과 회사의 전반적인 그리고 환경정보 관리시스템을 조화시키는 방법을 고려하여야 한다.

온실가스 모니터링 시스템 구현

온실가스 모니터링 시스템은 [그림4]에 모형을 나타내었다.

- 경제적이고 효율적인 시스템 구축을 위해 사내 네트워크망을 활용한 IPTV 시스템으로 구성하였다.
- IPTV 시스템은 크게 방송센터부분, 전송시스템 부

분, 단말부분의 세부분으로 나누어 진다.

- 방송시스템은 현장 유량 신호, 배기가스 배출 현황, 기타 사내 정보 등을 수집하고 저장한다.
- 전송시스템은 가공된 정보들은 네트워크망을 통하여 각 현장에 설치된 단말기에 전송하여 준다.
- 이러한 시스템을 통해 조직원들은 온실가스 현황을 포함한 조직의 주요 메시지를 시간과 공간을 초월하여 실시간으로 신속하게 인지할 수 있게 된다.

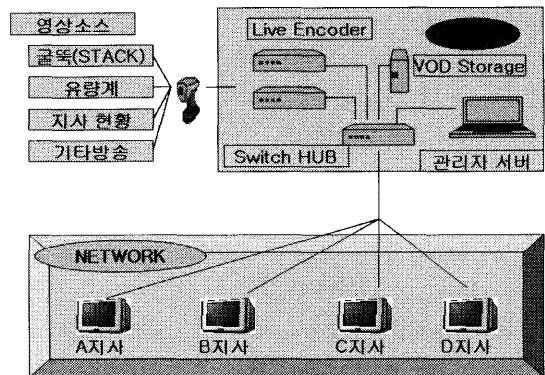


그림 4. 모니터링 시스템 구성도
Fig. 4. The block diagram of Monitoring system

V. 결론

현재 정부는 유엔의 포스트 교토체제에서 의무감축량 대상국에 포함될 것이 확실시됨에 따라 기후변화협약 대응방안을 수립, 시행하여 경제적 영향을 최소화 시키고 의무감축량 할당 협상에 유리한 고지를 선점하고자 2009년 이후 자발적 감축을 선언할 예정이며, 이에 산업계에서는 능동적인 대처가 필요한 시점이다.

본 연구는 에너지 다소비 업종에서 온실가스 인벤토리 모니터링 시스템 구현에 필요한 배출가스 산정 기준, 배출계수 도출방법, 원격 감시체계 모형도 등을 구체적으로 제시하였으며 산업계에서는 시스템 구현에 필요한 기준으로 적용할 수 있을 것이다. 하지만 구현된 시스템에 대한 신뢰성을 확보하기 위해서는 제 3자 검증이 필요하나, 검증의 방법에 대해서는 기술하지 못했다.

추가적인 연구를 통하여 산출된 인벤토리가 얼마나 정확하고 어떻게 완성되었는지에 대한 객관적인 평가, 보고원칙들에 부합 여부 등에 대한 검증 방법까지 제시한다면 국제적으로 인정받는 시스템 모형으로 발전될 수

있을 것이다.

참고 문헌

- [1] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventory, IPCC, 2006
- [2] Climate Change 2007 Synthesis Report, IPCC, 2007
- [3] Climate Information for Adaptation and Development Needs, WMO, 2007
- [4] CAPP Guides for Calculation GHG Emissions and Estimating Venting and Flaring Volumes, CAPP, 2003
- [5] UK offshore Operators Guidelines for Compilation of an Atmospheric Emissions Inventory, UKOOA, 2002
- [6] The GHG Protocol Stationary Combustion and Mobile combustion Tools, WRI/WBCSD, 2003
- [7] Compendium of Greenhouse gas emissions methodologies for the oil and gas industry, API, 2004
- [8] The Greenhouse Gas Protocol and Calculation Tools, WRI/WBCSD, 2003
- [9] 에너지 총설, 차재호, 2003
- [10] 인벤토리 검증 가이드 라인, 에너지관리공단, 2008
- [11] 환경경영 리포트, 양익목·정익철, 2006
- [12] '온실가스배출감축실적 정부구매 및 거래 기준' 전산 시스템 사용 안내, 지식경제부, 2008

저자 소개

신 승 중(정회원)



- 1988년 세종대 경영학석사
- 1994년 건국대 공학석사
- 2000년 국민대 정보학박사
- 1995-2003년 중부대 정보보호관리학과 교수
- 2003-현 한세대 IT학과 교수

<주관심분야 : 정보전, 지식공학, 정보융합관리>

남 궁 광(정회원)



- 2004년 안양대학교 정보통계학과 졸업.
 - 2008년 현재 한양대학교 공학대학원 컴퓨터공학과 재학.
- <주관심분야 : IPTV, VPN>

곽 계 달(정회원)



- 1974년 한양대 공학사
- 1976년 한양대 공학석사
- 1980년 프랑스 Institut National Polytechnique de Toulouse, ENSEEIHT, Ph.D
- 2003년 러시아 Ulyanovsk State University, 전자공학 명예박사

• 2008년 현재 한양대 교수.

<주관심분야 : TCAD 및 Circuit Design>