

실시간 대기 확산 모델링 시스템

○

*최종근, *남궁경, *박성순, *박광일, **김성태, **이입학, **구윤서
*안양대학교 컴퓨터공학과
**안양대학교 환경공학과

Realtime Air Dispersion Modeling System

○

*Jong-Geun Choi, *Kyung NamKung, *Kwang-Il Park, *Sung-Soon Park
**Sung-Tae Kim, **Im-Hack Lee, **Youn-Seo Koo
*Dept. of Computer Science Anyang University
**Dept. of Environmental Engineering Anyang University

요약

21세기에 접어들어 점점 환경분야에 사람들의 관심이 날로 증가되고 있다. 사람들의 환경에 대한 관심의 증가로 소각장, 발전소, 화장터 등의 사업장을 새로 만들려고 하면 주변 지역주민들과 시민단체들의 강력한 반대에 부딪치는 것이 현실이다. 이와 같은 현실에 본 프로그램은 실시간으로 배출원 주변의 오염농도를 분석하고, 그 결과를 사업장 조업에 반영시킴으로서 배출원의 조업조건과 방지시설 운영조건을 최적화하여 환경 친화적으로 사업장을 운영할 수 있도록 한다. 그러므로 대기오염 관련 민원 해소에 크게 기여할 수 있다. 또한 국내에는 아직 이와 같은 프로그램이 없기 때문에 외국기술의 수입대체 효과 및 해외 시장에 수출효과를 가져 올 수 있다. 본 논문의 시스템은 기존에 사람이 직접 자료를 입력하여 수행하는 프로그램과 달리 측정기로 대기를 측정, 실시간으로 자료를 전송하여 작동되는 것에 중점을 두고 C++언어로 시스템을 구축하였다.

1. 서론

선진국에서는 1960년대 중반 이후 환경오염이 심각한 사회문제로 인식되기 시작하면서 1970년을 전후하여 환경보전상의 난제를 해결하기 위하여 다각적인 환경오염대책을 강구하게 되었다. 우리나라도 산업사회로 발돋움한 1970년대와 80년대를 거치면서 심각한 환경오염을 경험하면서, 근래에는 배출된 오염물질에 대한 후처리 기술분야에서는 우수한 자력기술을 상당수 가지고 있다. 그러나, 오염물질 방지기술을 사용한 다 하더라도 그것이 완벽하게 모든 오염물질을 처리할수 있는 것이 아닐뿐더러, 처리후 남은 오염물질들이 방출되기 때문에 이러한 시설을 건설하는데 주변 지역 주민들과 시민단체들의 강력한 반대에 부딪치는 것이 현실이다. 따라서 현재 환경분야에서 떠오르는 새로운 연구과제는 배출된 오염물질을 처리하는 후처리 기술이 아닌 오염물질이 배출되기 전단계인 전처리 기술이며, 이중 대표적인 기술이 오염물질 확산 예

측모델링 기술을 들수 있다.

오염물질 확산 예측 모델링 기술이란 배출원으로 부터 배출된 오염물질이 주변에 미치는 영향을 컴퓨터로 계산된 결과를 분석하여 예측하는 기술이다. 오염물질이 주변지역에 실제 배출되기 전에 미리 영향을 분석하여 소중한 인명과 재산의 피해를 사전에 예측·경고하므로 국가 또는 지자체의 환경정책을 수행하는데 있어서도 반드시 필요한 환경기술 중 하나라고 말할수 있다. 이러한 오염물질 확산 예측모델링 기술을 실제 환경에 적용하기 위해서는 사업장에서 배출되는 오염물질과 사업장 주변의 기상에 대한 데이터가 실시간으로 컴퓨터에 입력되어야 한다는 전제조건이 성립되어야 한다. 왜냐하면 이 두가지 데이터는 시간에 따라 시시각각으로 변화하는 특성이 있으므로 현재의 정확한 오염물질의 확산을 예측하기 위해서는 반드시 실시간 데이터 입력 시스템이 구성되어야 한다.

이 데이터 입력 시스템의 구성은 크게 두가지로 되어있는데, 첫째는 굴뚝에서 오염물질 데이터를 측정하는 원격측정 시스템(TMS : Telemetry System). 둘째는 굴뚝주변 기상데이터를 측정하는 자동기상 측정기(AWS : Automatic Weather Station)등으로 볼수 있다. 이와같이, 원격측정 시스템(TMS) 자료와 자동기상 측정기(AWS) 자료를 실시간으로 입력하여 사업장 주변지역에 오염물질의 확산이 미치는 영향을 대기 확산 모델로서 예측하여 사업장을 친환경적으로 관리하도록 유도하는 시스템을 실시간 대기확산 모델링 시스템이라고 한다. 그 중 본 시스템은 이러한 실시간 대기확산 모델링 시스템의 소프트웨어이다.

이러한 실시간 대기확산 모델링 시스템 시장은 이미 국내외적으로 많은 주목받고 있으며, 국내 각종 사업장에서 대기오염, 해양오염, 재난방제 등 환경문제 발생 상황을 자동으로 확인, 감시할 수 있는 확대되고 있는 실정이다. 그러나, 현재 TMS를 활용하여 배출가스농도를 측정하는 기술은 국내기술이 현장에서 운영되고 있으나, 실시간으로 기상 및 배출량자료를 입력받아 대기확산모델을 수행, 주변에 미치는 영향을 파악하여 조업공정에 반영하는 소프트웨어는 아직 국내에서 개발된 바가 없다. 본 시스템은 소각장, 발전소, 악취물질 배출업소 및 기타 유해가스 취급사업장에서 배출되는 대기오염물질이 주변에 미치는 대기환경 영향을 실시간으로 평가하여 대기배출시설을 효율적이고, 환경 친화적으로 운영할수 있도록 한다.

본 시스템은 Pentium III 550MHz, RAM 128M, Windows 2000 Server 컴퓨터와 Pentium III 600MHz RAM 256M, Windows 2000 Professional 컴퓨터에서 Visual C++ 6.0 버전을 이용하여 구축하였다.

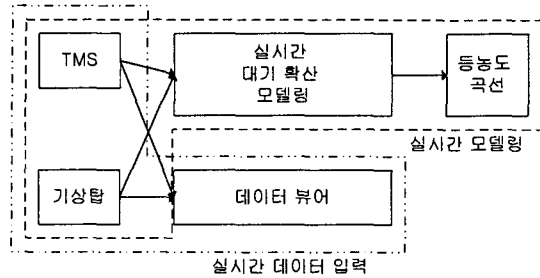
이하, 2장에서는 본 논문의 시스템의 구성 및 설계에 관한 내용을 기술 하였고, 3장에서는 구현에 관하여 어떤 인터페이스로 구성되어 있는지에 대한 내용을 기술하고, 4장에서는 향후 연구 방향에 대한 결론을 내리도록 한다.

2. 구성 및 설계

본 연구에서 구축한 시스템은 크게 실시간 데이터 입력 부분과 실시간 모델링 부분으로 나눌 수 있다. <그림 1>에서 보는 것과 같이 TMS와 기상탑으로부터 실시간으로 데이터를 받아 데이터를 가공하여 실시간 모니터링을 통하여 입력 데이터의 정보를 보여 준다. 그리고 가공된 데이터를 대기 확산 모델링 엔진에 입력하여 오염 물질의 확산을 예측한다. 결과로서 오염물질의 농도를 기준으로 등농도 곡선을 그려준다.

실시간 입력 데이터는 데이터 베이스에 저장되는데 데이터 베이스는 Microsoft Access 2000을 사용하여 설계되었으며 날짜와 시간을 기준으로 저장된다.

데이터 베이스 접근 방식은 DAO 방식을 선택하여 ODBC 설정 없이 직접 파일을 접근할 수 있게 설계하였다. 이 방식을 선택한 이유는 데이터 베이스에 다중 접근이 없으며 단지 데이터를 저장할 매체로서 사용하기 때문이다.



<그림 1> 시스템 구성도

2.1. 실시간 데이터 입력

TMS와 기상 데이터를 실시간으로 데이터 통신하는 부분은 직렬 통신을 통하여 이루어지고 있다. 위와 같은 장비와의 통신은 대부분 직렬 통신을 통한 데이터 통신을 하고 있다. 컴퓨터 입력 장치 중의 하나인 마우스를 직렬 포트에 연결하는 방식에서 PS/2 방식으로 바뀌면서 두 개의 직렬 포트 즉, COM1과 COM2를 TMS 장비와 기상탑 장비에 연결할 수 있게 되었다.

기상 데이터를 송신 받는 부분은 기본으로 1분 간격으로 기상 데이터를 송신 받는다. 하지만 시스템이 처음으로 가동 되거나 재가동될 시에는 가동 시간으로부터 1시간 데이터 즉, 1분 데이터 60개가 있는지 체크하여 없을 경우 우선 1시간 데이터를 송신 받은 후 1분 데이터를 받기 시작한다. 1시간 데이터를 송신 받는데 1분이상 소모 되지 않기 때문에 다음 데이터를 받는데 지장이 없다. 실시간으로 데이터를 받으면 이 데이터를 안정도와 혼합고를 구하는 엔진에 전송하여 값을 구하여 데이터 베이스에 저장한다.

TMS 데이터를 송신 받는 부분은 5분에서 1시간 사이의 일정 시간 간격으로 데이터를 받는다. 데이터를 받으면 데이터를 분석하여 데이터 베이스에 저장한다. TMS 데이터를 송신 받으면 데이터 베이스에 저장 되어있던 기상 데이터와 함께 실시간 모델링 엔진에 데이터를 넘겨준다.

2.2. 실시간 모니터링과 모델링

TMS와 기상데이터를 실시간으로 받으면 이를 모니터링 해주며 대기 확산 모델링을 통해 등농도 곡선으로 최종 결과물을 출력한다.

모니터링을 위해 데이터 뷰어 창을 제공한다. 뷰어 창은 데이터를 수치적인 값으로 볼 수 있는 텍스트 뷰어와 그래프로 데이터의 흐름을 볼 수 있는 그

래픽 뷰어로 나누어 진다.

TMS 데이터 모니터링은 굴뚝을 기준으로 각 오염물질의 상황을 실시간 모니터링 해준다. TMS에서 검출되는 오염물질로는 SO₂(아황산가스), TSP(먼지), NO_x(질소산화물), HCl(염화수소), HF(불화수소), NH₃(암모니아), Cl₂(염소), CO(일산화탄소), O₂(산소), 유량, 굴뚝온도가 있다. 텍스트 뷰어에서는 모든 굴뚝의 물질별 수치 데이터만을 보여 주면 그래픽 뷰어에서는 한 굴뚝을 선택하여 모니터링 할 수 있다. 또한 그래픽 뷰어에서는 오염물질의 농도 변화 추이를 볼 수 있는 시계열 분석을 제공한다.

기상 데이터 모니터링은 기상탑에서 들어오는 데이터를 텍스트 뷰어에서 수치로 출력해 주며 그래픽 뷰어에서 각 기상 데이터를 그래프로 출력해 보여주고 있다. 기상 데이터는 풍향, 풍속, 온도, 습도, 기압, 일사량이 있으며, 이 데이터를 사용하여 안정도와 혼합고를 구한다. 텍스트 뷰어에서는 1분마다 기상 데이터를 수치로 보여준다. 데이터를 이전 100개까지 볼 수 있으며 기상 데이터가 들어올 때마다 보여준다. 그래픽 뷰어에서는 들어오는 데이터를 그래프로 표현해 주는데 풍향을 제외한 나머지는 5분 데이터를 평균하여 그래프로 출력한다.

모델링을 위해 대기 확산 예측 엔진을 통하여 오염 물질의 확산 분포를 계산하고 이를 오염물질의 농도에 따라 등농도 곡선으로 출력한다. 모델링은 각 오염 물질별로 가능하며 등농도 곡선을 그려주는 창에서 물질을 선택한다. 선택된 물질은 단위별(ppb, ppb, μg/m³)로 농도를 표현해 주며, 최대 농도 및 배경농도 그리고 기상 데이터를 함께 출력한다.

2.3. 환경 설정

모델링을 하기 위하여 굴뚝의 데이터와 영역 설정이 필요하다 굴뚝 데이터를 입력 수정 삭제 할 수 있는 인터페이스를 제공한다. 굴뚝 데이터에는 굴뚝 번호(TMS 굴뚝 번호와 동일), 굴뚝 이름, 굴뚝의 위치, 굴뚝의 높이와 내경 등이 있다. 지형과 영역에 대한 환경을 설정할 수 있는 설정 창을 제공한다. 등농도 곡선에서 보여줄 영역의 크기(5Km, 10Km, 20Km)와 지형이 평탄한지 복잡한 지형인지, 그리고 지역이 도시인지 시골인지를 선택할 수 있다.

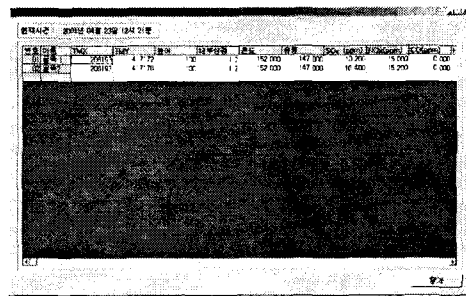
3. 구현

본 시스템은 실시간 모델링에 초점을 맞추었기 때문에 이에 따라 각 기능을 담당하는 TMS 데이터 뷰어와 기상 데이터 뷰어, 등농도 곡선 부분으로 세분화 하여 설명한다.

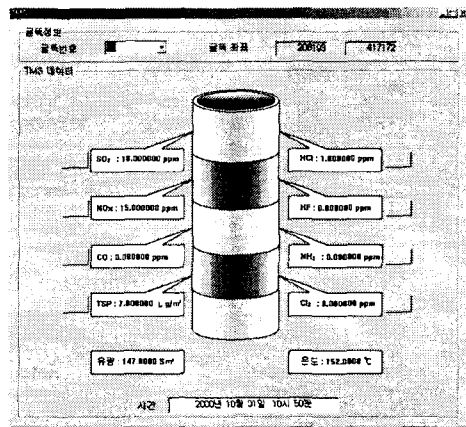
3.1. TMS Data Viewer

TMS 데이터는 <그림 2>와 <그림 3>과 같이 데이터 뷰어는 텍스트 뷰어와 그래픽 뷰어로 모니터

링 할 수 있다. 텍스트 뷰어는 <그림 2>에서와 같이 각 굴뚝에 대한 정보가 출력되며 각 굴뚝에서 검출된 오염 물질이 실시간으로 변하는 것을 볼 수 있다. 만약 굴뚝에서 검출이 안되는 물질이 있다면, 필요한 물질만 선택해서 볼 수 있도록 설정할 수 있다. 그래픽 뷰어는 <그림3>에서와 같이 굴뚝을 선택해서 해당 물질의 농도를 볼 수 있다. 각 물질 옆에 있는 버튼은 그 물질에 해당하는 시계열 분석 창을 필요로 할 경우 사용한다.



<그림2> TMS 텍스트 뷰어



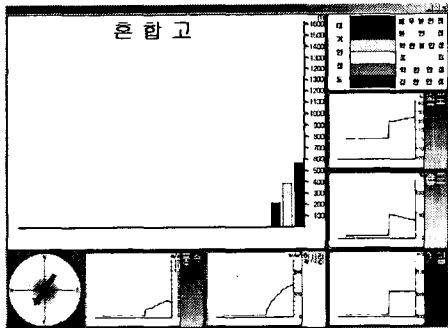
<그림3> TMS 그래픽 뷰어

3.2. 기상 Data Viewer

<그림 4>와 <그림5>와 같이 그래픽 뷰어는 텍스트 뷰어와 그래픽 뷰어로 모니터링 할 수 있다. 텍스트 뷰어는 <그림 4>와 같이 1분 간격의 데이터가 계속 쌓이게 된다. 최근의 데이터가 제일 위에 위치하며 항목은 설정에 따라 선택하여 볼 수 있다. 그래픽 뷰어는 <그림 5>와 같이 각 기상 데이터를 그래프로 보여 주고 있다. 그래픽 뷰어는 텍스트 뷰어와 같이 1분 단위의 데이터가 아닌 5분 평균 데이터로 보여주고 있다.

시간	기온	습도	풍속	풍향	강수량	구름량	가시거리	압력
07:00	12.0	75	1.5	135	0.0	100	10000	1013.0
08:00	13.0	70	2.0	140	0.0	100	10000	1013.0
09:00	14.0	65	2.5	145	0.0	100	10000	1013.0
10:00	15.0	60	3.0	150	0.0	100	10000	1013.0
11:00	16.0	55	3.5	155	0.0	100	10000	1013.0
12:00	17.0	50	4.0	160	0.0	100	10000	1013.0
13:00	18.0	45	4.5	165	0.0	100	10000	1013.0
14:00	19.0	40	5.0	170	0.0	100	10000	1013.0
15:00	20.0	35	5.5	175	0.0	100	10000	1013.0
16:00	21.0	30	6.0	180	0.0	100	10000	1013.0
17:00	22.0	25	6.5	185	0.0	100	10000	1013.0
18:00	23.0	20	7.0	190	0.0	100	10000	1013.0
19:00	24.0	15	7.5	195	0.0	100	10000	1013.0
20:00	25.0	10	8.0	200	0.0	100	10000	1013.0
21:00	26.0	5	8.5	205	0.0	100	10000	1013.0
22:00	27.0	0	9.0	210	0.0	100	10000	1013.0
23:00	28.0	0	9.5	215	0.0	100	10000	1013.0
00:00	29.0	0	10.0	220	0.0	100	10000	1013.0
01:00	30.0	0	10.5	225	0.0	100	10000	1013.0
02:00	31.0	0	11.0	230	0.0	100	10000	1013.0
03:00	32.0	0	11.5	235	0.0	100	10000	1013.0
04:00	33.0	0	12.0	240	0.0	100	10000	1013.0
05:00	34.0	0	12.5	245	0.0	100	10000	1013.0
06:00	35.0	0	13.0	250	0.0	100	10000	1013.0

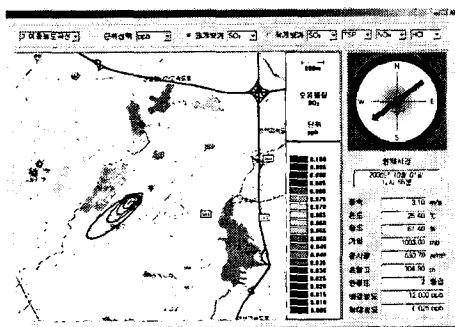
<그림4> 기상 텍스트 뷰어



<그림5> 기상 그래픽 뷰어

3.3. 등농도 곡선

등농도 곡선은 실시간 대기 확산 예측 모델링에 최종 결과로서 <그림 6>과 같이 굴뚝을 중심으로 오염물질이 어떻게 확산되고 있으며, 그 농도값은의 정도를 명확히 알 수 있다. 기어 등농도 곡선과 상대 기어도로 표현할 수 있으며, 물질을 선택하여 해당하는 물질의 모델링 결과를 출력한다. 화면 인터페이스는 한 물질만 볼 수 있는 “크게보기”와 4가지 물질을 한번에 볼 수 있는 “작게보기”를 지원한다. 사용자에게 더 정확한 데이터를 제공하기 위해 기상 데이터를 화면에 출력 하며, 최대 농도와 배경 농도를 표시하고 있다.



<그림 6> 등농도 곡선

4. 향후 연구 방향 및 결론

현재 사용되고 있는 ISC등의 대기 확산 소프트웨어는 일반인이 이해하기 어렵게 구성되어 있고, 작동하는 방법 또한 복잡하기 때문에, 일부 전문가들만이 모델링을 수행할 수 있을 뿐, 정작 오염물질이 발생하는 사업장에서 활용하기에는 어려움이 많았다. 그리고 실시간이 아니므로 현재의 오염상태나 주변 지역에 끼치는 영향들을 파악하는데에는 어려움이 많았다.

그러나 본 시스템은 환경에 대한 전문적인 지식이 없는 사용자들도 TMS와 AWS등의 데이터 입력 시스템에서 자동으로 들어온 자료들로 대기확산에 대한 예측 모델링을 쉽게 수행 할 수 있을 뿐더러 주변 지역의 환경에 끼치는 영향을 쉽게 알수 있도록 되어 있다. 또한, 사용자 중심 GUI 환경 위에, 윈도우 화면 상에서 수행되어 누구나 쉽게 사용할수 있도록 하였다.

현재의 이 시스템에 쓰이는 모델링 이론은 Gaussian 모델이다. 이 모델이론은 세계적으로 가장 많이 쓰이며 보편적인 이론이라고 볼수 있다. 그러나 이 이론은 그 시간대에 기상의 변화가 있음에도 불구하고 그 변화를 무시하고 하나의 기상에 한번의 계산만을 하여 예측한다.

앞으로의 과제는 이러한 부분을 보완 할수 있게, 다른 여러 모델이론이 적용되는 시스템을 구성하고 제작해야 할 것이다.

참고 자료

[1] Visual C++ Programming Bible Ver. 6.x (주)영진 출판사 이상엽
 [2] Inside Secrets Visual C++ 6 삼각형익스프레스 박준기 김소영
 [3] Visual C++ 6 완벽가이드 (주)영진 출판사 김용성
 [4] Abraham Silberschatz, Henry F. Korth, S. Sudarshan Database System Concepts Third Edition McGRAW-HILL
 [5] Elmasri, Navathe Fundamentals of Database Systems Second Edition The Benjamin/Cummings Publishing Company, INC.
 [6] 대기확산 모델링 Software, AirMaster 개발 한국 환경영향평가학회지 2000. 제 9권 제 4호