

# 초고속통신망하에서의 GIS를 이용한 대기측정시스템에 관한 연구

이 봉 규\*

## 논문초록

본 연구는 초고속통신망하에서 GIS를 이용하여 상시 자동대기측정망으로부터의 대기정보에 대한 데이터베이스를 구축하고 1시간 간격으로 일반사용자가 특정지역의 대기상태 및 예경보 현황을 인터넷 서비스 받을 수 있는 시스템 개발을 연구 목적으로 한다. 본 연구의 결과를 이용하면 일반사용자도 대기상황에 대한 정보를 쉽게 이해할 수 있고, 구축된 GIS 데이터베이스를 이용하여 지역별로 측정 및 예측된 오염상태를 활용한 총 대기오염의 현황을 산출할 수 있다. 또한 대기측정기 이상에 의한 자료입력 불능에 대비한 날씨, 시간, 요일 별 대기상황 예측이 가능할 것이며, 대기오염측정기의 최적설치 장소 선정 및 관리에도 활용할 수 있을 기대된다. 그리고 지속적이고 신뢰성 있는 데이터베이스 구축을 통해 중장기 대기오염측정 및 저감대책을 수립하는데 기여할 수 있을 것이다.

## 1. 서 론

하루에 1.5Kg와 2kg을 섭취하는 음식물과 물은 각각 35일과 3~5일을 섭취하지 못하면 살수 없는데 반해, 사람이 하루에 마시는 15Kg의 공기는 단 5분이라도 마시지 않을 경우 치명적이

며, 따라서 대기의 중요성은 재론의 여지가 없다. 대기는 질소 78%, 산소 21%, 기타 1%로 구성되어 있는데, 오염 물질들로는 황산화물(SOx), 질소산화물(NOx), 일산화탄소(CO) 등이 대표적이다. 이들은 에너지 소비 특히 자동차운행이나 난방 등에 기인하고 있는데, 서울시 대기 오염물질의 경우, 자동차 배기가스가 85.7%, 난방이 10.2% 그리고 산업용이 3.3%를 점유하고 있다.

주지하는 바와 같이 전세계적으로 대기오염은 날로 심각해지고 있고, 이에 따른 피해로는 오존층파괴나 지구온난화 등을 예로 들 수 있다. 즉, 지상 20~30Km 사이에 존재하는 오존층은 유해자외선을 차단하는 생명의 보호막 역할을 하는데 프레온가스나 할로젠가스 등에 의해 파괴되고 있다. 오존량이 약 1% 감소하면 유해자외선은 2% 가량 증가하게 되는데, 이에 따른 피부암 발생은 5% 정도 상승하는 것으로 조사되고 있다. 또한 석탄, 석유 연소시 발생하는 이산화탄소, 냉장고 냉매인 프레온 가스 등이 막을 형성하여 태양복사열의 발산을 차단하여 야기되는 지구온난화 현상은 기온상승을 초래하고 이로 인한 빙산해빙(남극, 북극빙산)해수면 상승으로 인하여 해변 및 섬 침수의 피해가 발생한다. 현재의 상태에서는 2100년까지 2.5~5.5℃ 지구온도가 상승할 것이며, 이에 따라 해수면이 0.5~2m 상승하여 도시침수와 경작지가 감소되어 10억명의 인구가동이 예상되고 있다.

\* 한성대학교 이공대학 정보전산학부

국내·외적으로 대기 관리를 포함한 환경정보 시스템 구축에 대한 관심과 연구는 활발하나 국내 대기정보시스템의 경우 선진외국과 같이 인터넷 GIS 등을 통하여 서비스되는 시스템은 아직 구현되지 않은 상태이며, 다만 수도권 등을 중심으로 대기오염전광판을 통하여 일산화탄소(CO), 이산화질소(NO<sub>2</sub>), 탄화수소(HC), 아황산가스(SO<sub>2</sub>), 부유분진(TSP) 등에 관한 대기정보를 제공하고 있다.

본 연구는 초고속통신망하에서 GIS를 이용하여 상시 자동대기측정망으로부터의 대기정보에 대한 데이터베이스를 구축하고 1시간 간격으로 일반사용자가 특정지역의 대기상태 및 예경보 현황을 인터넷 서비스 받을 수 있는 시스템 개발을 연구 목적으로 한다.

본 논문은 5개의 장으로 구성되어 있는데, 1장은 서론으로서 연구의 배경과 목적 등을 소개하고 있고, 2장은 서울시의 대기오염 상태, 대기 관련 정책 및 환경정보시스템에 관하여 간략히 살펴 보았다. 3장은 기술개발 추진체계와 추진 방법, 시스템 구성도, 대기측정소를 중심으로 한 대기정보 표출 인터페이스 및 활용방안 등을 고

찰하였다. 마지막 장은 연구 목적과 개발내용을 요약하는 것으로 결론을 대신하였다.

## 2. 서울시의 대기오염 상태 및 대기정보 입·출력 현황

본 연구는 서울시 대기오염 데이터를 이용하여 시스템을 개발하고 있는데, 서울시는 산으로 둘러싸인 분지형태로 대기오염 물질이 확산되는데 지장을 주고, 잦은 기온역전현상과 수도권 공업지역 확대 및 중국의 대기오염 물질의 이동으로 대기오염 악화되고 있다. 또한 수도권의 인구집중과 자동차의 폭발적인 증가가 주요한 대기오염원인데, 1990년부터 1998년까지의 연도별 대기오염 변화 추이는 <표 2.1>에서 보는 바와 같다. 서울시는 그동안 세륵이나 방진망을 설치하도록 하여 공사장이나 레미콘 등 사업장의 먼지를 저감시키고, 도시가스의 보급을 20만 가구(2,516천 가구 → 2,716천 가구)로 확대하고 있으며, 방지시설 점검 등을 위해 745개소에 이르는 대기오염배출사업장 관리를 강화하고, 배출허용기준을 강화하는(질소산화물('99), 아황산가스·일산화탄소 등 확대(2000이후)) 등

<표 2.1> 연도별 대기오염 변화 추이

구 분	아황산가스 ppm/년	먼지(미세먼지) μg/m <sup>3</sup> ·년	오존 ppm/8시간	이산화질소 ppm/년	일산화탄소 ppm/8시간
'90	0.051	150	0.009	0.030	2.6
'91	0.043	121	0.012	0.033	2.2
'92	0.035	97	0.014	0.031	1.9
'93	0.023	88	0.013	0.032	1.5
'94	0.019	78	0.014	0.032	1.5
'95	0.017	85(78)	0.013	0.032	1.3
'96	0.013	85(72)	0.015	0.033	1.2
'97	0.011	72(68)	0.016	0.032	1.2
'98	0.008	62(59)	0.017	0.030	1.1

지속적으로 대기질개선 종합대책을 추진함에 따라 아황산가스와 미세먼지 그리고 일산화탄소는 감소추세에 있다. 그러나 아직까지 이산화질소는 국가기준인 0.005 ppm에도 훨씬 못미치는 상태이며, 오존은 해마다 증가하고 있는 추세이다.

서울시는 오존 저감을 위해서는 자동차 배출가스 및 휘발성 유기화합물질 발생시설의 관리를 강화하고 교육이나 홍보를 통해 시민동참을 유도하고 있다.

〈표 2.2〉 발생원별 대기오염물질 ('97년도, 단위 : 톤)

구 분	아황산가스	먼지	질소산화물	일산화탄소	탄화수소	계
수송	4,049 (18.0%)	13,110 (88.0%)	85,783 (80.8%)	201,007 (93.4%)	28,700 (97.2%)	332,649 (85.7%)
난방	10,668 (47.4%)	1,168 (7.9%)	13,678 (12.9%)	13,382 (6.2%)	750 (2.5%)	39,646 (10.2%)
산업	7,793 (34.6%)	599 (4.0%)	3,646 (3.4%)	598 (0.3%)	71 (0.3%)	12,707 (3.3%)
발전	4 (-%)	18 (0.1%)	3,084 (2.9%)	224 (0.1%)	10 (-%)	3,340 (0.8%)
계	22,514 (100%)	14,895 (100%)	106,191 (100%)	215,211 (100%)	29,531 (100%)	388,342 (100%)

〈표 2.3〉 서울시 환경정보화 기본 현황

정보화분야	정보화기본현황	문 제 점
자료수집체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 자동측정망 운영: 대기오염, 수질, 산성수, 도로변 자동차가스배출</li> <li>· 환경부 배포 환경 기초자료 수집 종합전산망 시험 운영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 자료의 자체 수집 체제 미비</li> </ul>
DB 구축 및 관리		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 자료의 공유 미흡</li> <li>· 자체 환경정보 유지관리 기능 미흡</li> </ul>
유통경로 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 서울시 본청 LAN 구축 완료</li> <li>· 시청 전산정보관리소 자치구 사이 WAN 구축 완료</li> <li>· 본청에 한해 1인 1PC 보급</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 산하 사업소와 미 연결</li> <li>· 타 지자체와의 연결 미흡</li> <li>· 구청 및 사업소 PC 보급률 저조</li> </ul>
업무활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 일반행정정보통신망</li> <li>· 사무자동화: 전자우편, 게시판, 문서 송수신, 전자결재 사용 중</li> <li>· 민원행정: 일부 시험 운영 중</li> <li>· 행정정보 공유: 시험 운영 중(지시 사항, 주요업무계획 등)</li> <li>· 환경 기초자료 관리 프로그램 시험운영 중</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 자료의 가공 및 활용 미흡</li> <li>· 정책결정 지원 미흡</li> <li>· 분석 예측 기능 부족</li> <li>· 환경영향평가 기능 부재</li> <li>· 환경보전 업무지원 기능 부재</li> </ul>
대국민 서비스	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 일부 정보 서비스</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 단방향적 대국민 서비스</li> <li>· 환경정보의 부족 및 접근 곤란</li> <li>· 환경전문가에 대한 서비스 미흡</li> <li>· 타 환경관련 정보원과의 연계부족</li> </ul>
조직과 제도	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 서울시 정보화종합계획 작성('99)</li> <li>· 환경오염정보센터 운영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 정보화 업무조직의 분화 미흡</li> <li>· 전문인력의 확보 미흡</li> <li>· 센터 기능 정립 미흡</li> </ul>

〈표 2.4〉 서울시의 환경관리실의 분야별 업무전산화 현황

분야	전산화된 업무	주무부서	비 고
대기	· 대기측정자료 및 보고서 관리 (대기오염측정망)	· 대기보전과	· 서울시 17개소 운영중 · 환경부 10개소 운영중
	· 오존경보발령(오존경보시스템)	· 대기보전과	· 경보발령지역은 서울시를 4개 지역으로 구분하여 운영중
	· 산성우 측정자료의 수집 및 통계처리 (산성우측정망)	· 대기보전과	· 12개소 운영중
	· 도로변 자동차배출가스 측정자료의 수집 (도로변 자동차배출가스 측정망)	· 대기보전과	· 5개소 운영중
	· 배출가스 차적조회시스템	· 대기보전과	· '98년 7월 개발

출처 : 김윤중 외, 1999.

〈표 2.5〉 서울시 환경정보시스템

구 분	기 능	도 면 정 보	문자 및 문헌 정보
대기관리 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 배출업소의 현황관리</li> <li>· 비산분진 발생원 관리</li> <li>· 환경소음 측정망 운영 관리</li> <li>· 지하 공간 공기 오염 자동측정망 관리</li> <li>· 특별대책지역 관리</li> <li>· 대기 오염 자동측정망 관리</li> <li>· 자동차 배출가스 자동 측정망 운영</li> <li>· 소음 진동 배출 업소 관리</li> <li>· 항공기 소음 측정망 운영관리</li> <li>· 대기측정망 운영관리</li> <li>· 대기오염 피해 예측 및 관리</li> <li>· 대기오염 물질 노출에 대한 영향 예측 및 예경보 발령</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 대기오염배출시설 위치도</li> <li>· 대기오염 현황도 및 중금속오염 현황도</li> <li>· 대기오염농도 곡선도</li> <li>· 대기오염원별 오염물질 배출량 분포도</li> <li>· 대기권역도</li> <li>· 대기오염 배출시설 설치제한 구역도</li> <li>· 기상도 및 대기오염측정망도</li> <li>· 지하생활공간 공기질 측정위치도</li> <li>· 주민건강조사 지역도</li> <li>· 대기오염개선계획도</li> <li>· 소음 진동 특별대책 지역도</li> <li>· 소음 진동현황 및 소음 진동 측정망 위치도</li> <li>· 소음 규제지역 지정도</li> <li>· 방음 및 방진시설 설치현황도</li> <li>· 연료용 유류(황함량) 사용의무 지역도</li> <li>· 저유황유 공급 및 LNG 사용의무 지역 확대 계획도</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 대기오염배출 업소 현황</li> <li>· 대기측정자료</li> <li>· 자동차배출 가스 측정자료</li> <li>· 비산먼지배출 업소 현황</li> <li>· 지역환경기준</li> <li>· 오존경보내역</li> <li>· 매연과다차량 내역</li> <li>· 생활공해시설 인가 내역</li> </ul>

출처 : 김윤중 외, 1999.

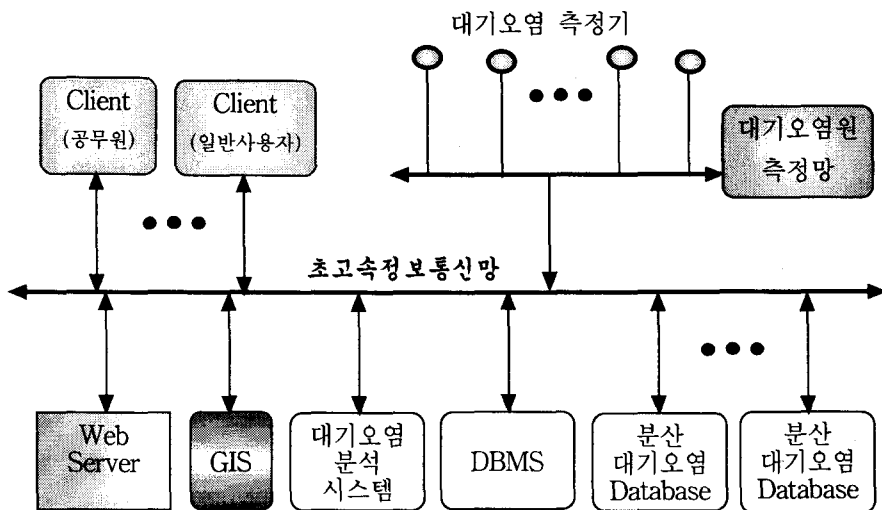
<표 2.2>은 1997년도의 발생원별 대기오염물질을 일산화탄소(CO), 이산화질소(NO<sub>2</sub>), 탄화수소(HC), 아황산가스(SO<sub>2</sub>), 부유분진(TSP)으로 분류하여 보여 주고 있고, <표 2.3>은 서울시 대기환경정보화의 기본 현황과 문제점을 기술하고 있다. <표 2.4>와 <표 2.5>는 각각 서울시의 환경관리실의 분야별 업무전산화 현황과 서울시 환경정보시스템 구축방안 가운데 대기관리 분야에 관한 내용을 나타내고 있다. 맑고 깨끗한 대기환경 보전을 위해 서울시는 금년도에 1,101억원의 예산(자동차 배출가스 저감 : 31억원, 청정연료 공급확대 : 1070억원)을 집행하고 있으며, 홈페이지에 서울시 환경시책 등을 수록하고 있다. 그러나 아직까지는 미국 등과 같이 대기정보를 인터넷 GIS를 통해 시민들에게 서비스하고 있지는 못한 형편이다.

### 3. 기술개발 추진체계

본 연구를 통해 개발하고 있는 대기측정 및 대기정보서비스 시스템의 구성도는 <그림 3.1>에서 보는 바와 같은데, 인터넷상에서 사용되는

지형공간 객체데이터 공유기술을 인터넷상의 프로토콜, 제반 인터넷 GIS 프로토콜 및 지형공간 객체간 통신 및 상호연동을 위한 프로토콜로 분류하여 분석하였다. 또한, GIS 기법을 이용하여 최적의 대기측정기 설치장소를 추출하고, 지역별로 측정 및 예측된 오염상태를 이용하여 총 대기오염 현황 산출하고, 대기측정기가 설치되지 않은 지역은 GIS 데이터베이스에서 제공하는 인접지역의 대기오염자료를 이용하여 대기현황을 분석하고 예측할 수 있도록 개발하고 있다.

이러한 기술 개발을 위한 추진전략과 방법은 <표 3.1>에 기술되어 있는 바와 같이 5단계로 나누어 볼 수 있다. 여기서 소프트웨어 개발 접근 방법은 표준운영환경 및 개발의 단축을 위해 DBMS, GIS 엔진은 상용제품을 도입하였고, Web Server는 DBMS와 최적 연계가 될 수 있는 HTML, Java, HTTP 등 인터넷 표준환경을 채택하였고, 시스템 생명주기를 연장하고 scalability를 높이기 위해 객체지향 기법을 이용하여 분석, 설계, 구현의 개발 전과정에 객체지향기술을 적용하였다.



<그림 3.1> 초고속통신망하에서 GIS를 이용한 대기측정 및 정보 서비스 시스템 구성도

〈표 3.1〉 추지 전략 및 방법

기본 대기오염자료 수집 방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 선진외국의 대기오염 자료 수집 방법 조사</li> <li>- 선진외국의 대기오염정보 서비스 현황 분석</li> <li>- 우선 서비스 대상지역을 시범지역으로 선정</li> <li>- 전용 전화선 등을 이용한 대기정보 수집 방법에 대한 연구</li> </ul>
대기오염도 정의 및 분류	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 단위 지역별 대기오염 정보 도출</li> <li>- 경보발생을 위한 경보경계값(threshold) 설정</li> <li>- Alarm 등급 분류 및 등급별 경보전달체계 연구</li> <li>- 실시간 대기정보 및 예경보전달체계 분석</li> </ul>
대기측정시스템 설계 및 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GIS 기법을 이용하여 최적의 대기측정기 설치 장소 선정</li> <li>- 실시간 수치지도 디스플레이 기술 개발</li> <li>- 대기측정기가 설치되지 않은 지역은 GIS 데이터베이스에서 제공하는 인접지역의 대기오염 자료를 이용한 예측 시스템 개발</li> <li>- GIS 데이터베이스를 이용하여 지역별로 측정 및 예측된 오염상태를 활용한 총 대기오염 현황 산출</li> <li>- 대기측정기 이상에 의한 자료입력 불능에 대비한, 날씨, 시간, 요일 별로 대기상황 예측이 가능한 시스템 개발</li> </ul>
대기정보 데이터베이스 설계 및 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GIS 기법을 이용한 지역별 대기측정정보 수집, 분류 및 가공 기법 개발</li> <li>- 효율적인 대기정보 저장 및 검색을 위한 데이터베이스 설계</li> <li>- 상용 데이터베이스 시스템을 활용</li> <li>- JDBC를 활용하여 데이터베이스 인터페이스 기술 개발</li> </ul>
대기정보 서비스 소프트웨어 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- JAVA를 이용하여 객체지향 및 분산 환경에 적합한 소프트웨어 개발</li> <li>- 자료전송 효율을 극대화하기 위해 수치지도 모듈 설계를 최적화</li> <li>- Client-Server 환경의 시스템 개발</li> <li>- GIS 데이터베이스에서 제공하는 지역별 대기 현황 자료를 이용한 실시간 예경보시스템 소프트웨어 개발</li> <li>- 수치지도상에 대기정보 표현 기법 개발</li> </ul>

본 연구를 통해 개발되는 시스템은 시 단위 지역에서 1시간 간격으로 대기정보를 갱신하는 JAVA를 이용하는 분산환경 및 객체지향 소프트웨어로서, 일반사용자가 인터넷 환경하에서 특정지역의 대기상태 및 예경보 현황을 서비스 받을 수 있는 것이다.

주요 기술 개발내용은 GIS 기법을 이용한 도심지내 최적 대기측정시스템 설치 장소 및 우선 서비스 대상지역 선정, GIS 기법을 이용한 단위 지역별 대기측정정보 수집, 분류 및 가공기법 개발, 대기측정기 이상에 의한 자료입력 불능에 대비한, 날씨, 시간, 요일 별로 대기상황 예측이

가능한 시스템 개발, GIS 데이터베이스에서 제공하는 지역별 대기 현황 자료를 이용한 실시간 예경보시스템 소프트웨어 개발, 경보발생을 위한 경보경계값(threshold) 설정, Alarm 등급 분류 및 등급별 실시간 경보전달체계 구축, 효율적인 대기정보 저장 및 검색을 위한 데이터베이스 설계, 대기정보 입력, 삭제, 갱신 등을 위한 데이터베이스 관리 소프트웨어 개발, 데이터베이스 인터페이스 기술 개발 등을 들 수 있고, 시스템 구성은 <그림 3.2>에 도시된 바와 같고, 서울시 대기오염측정소 및 수집된 대기정보는 <그림 3.3>과 같다.

응용프로그램	Application Program	
표준개발환경	S/W Platform	
공간DB 엔진	GIS 엔진	
	PL/SQL	Pro*C
	SQL*NET	
저장시스템	DBMS	
통신프로토콜	TCP/IP	X.25
운영체제	Windows NT	

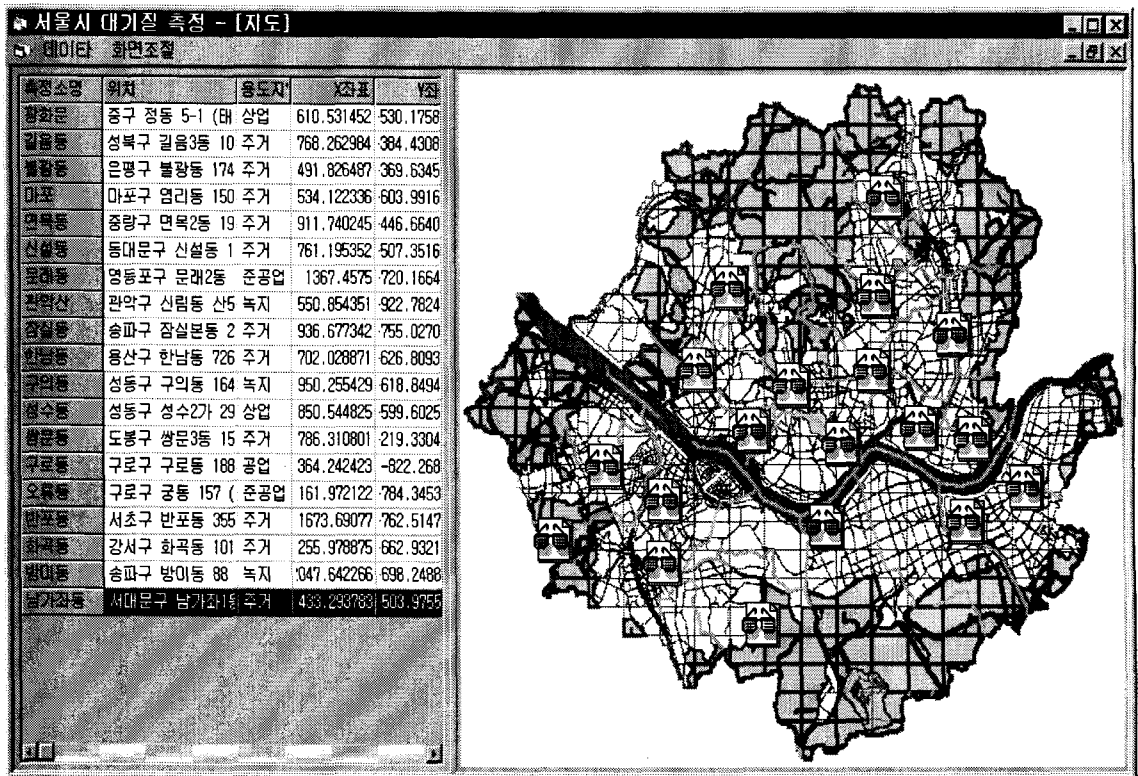
〈그림 3.2〉 시스템 구성

본 연구 결과물의 활용방안으로는 대기오염 저감정책 등에 활용될 수 있는데 예를 들면, 1) 대기오염측정기의 최적설치 장소 선정 및 관리에 활용, 2) 오존을 포함한 대기오염 상태 및

정보예측 현황 등을 수치지도를 통해 일반 사용자도 실시간으로 용이하게 이용, 3) 효율적인 대기 수치지도 데이터베이스의 구축기법 연구에 활용, 4) 인터넷 GIS 관련 기술 개발 및 적용분야에 직접 적용, 및 5) 정보시대인 2000년대에 실용화될 인터넷2 등의 초고속통신망을 이용한 다양한 부가서비스와 접목되어 응용 또는 활용 등을 들 수 있겠다.

#### 4. 결 론

본 연구는 초고속통신망하에서 GIS를 이용하여 상시 자동대기측정망으로부터의 대기정보에 대한 데이터베이스를 구축하고 1시간 간격으로 일반사용자가 특정지역의 대기상태 및 예경보 현황을 인터넷 서비스 받을 수 있는 시스템 개발을 연구 목적으로 하여, 대기오염정보 수집방



〈그림 3.3〉 서울시 대기오염측정소

안, 대기오염도 분류, 대기측정시스템 및 데이터 베이스 설계와 대기정보 서비스 소프트웨어를 개발하였고, 미진한 부분은 과제를 계속 수행하면서 보완되어야 할 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 1998년 정보통신부 초고속정보통신 응용기술 기술개발 사업과제(A3-98-4193-00)의 지원에 의해 수행중인 것으로서 정보통신부에 감사드립니다.

## 참고 문헌

- 김윤중, 조용현, 원종석, 김경민, “서울시 환경정보시스템 구축방안”, 한국지리정보, 제31호, 1999년, pp. 28-35.
- 김창제, “WEB기반의 환경 GIS자료 구축과 검색”, 한국GIS학회지, 제5권 제2호, 1997년, pp. 195-198.
- 성동권, 김태근, 고제용, 조기성, “GIS를 이용한 환경데이터의 관리와 BOD 농도 변화 simulation에 관한 연구”, 한국지형공간정보학회 논문집, 제6권 제1호, 1998년, pp. 75-90.
- 이봉규, “GIS와 GPS를 이용한 서울시 대기측정시스템 설치방안에 관한 연구,” 1998, 한국지형공간정보학회논문집, 제6권 제1호, 1998, pp. 53-63.
- 장윤기 외 13인, “環境情報 體系化에 關한 研究 (II)”, 국립환경연구원보, 제14권, 1995년, pp. 55-70.
- 장윤기 외 14인, “環境情報 體系化에 關한 研究 (III)”, 국립환경연구원보, 제15권, 1995년, pp. 63-84.
- 최덕일 외 13인, “環境情報 體系化에 關한 研究 (I)”, 국립환경연구원보, 제13권, 1995년, pp. 41-59.
- 최진무, “GIS를 이용한 대기오염 배출량 분포도의 정확도 향상에 관한 연구”, 한국GIS학회지, 제6권 제1호, 1998년, pp. 65-76.
- 한의정 외 10인, “GIS를 이용한 都市開發事業의 環境影響評價 技法開發에 關한 研究”, 국립환경연구원보, 제17권, 1995년, pp. 51-66
- 환경부, 대기오염 옥외전광판 설치 및 운영지침, 환경부, 1997년.
- 환경부, 대기오염 측정망 운영지침, 환경부, 1997년.
- 환경부, 환경백서, 환경부, 1997년.
- 환경부, 시·도 대기오염 측정망 설치 지침, 환경부, 1997년.
- 환경부, 대기오염물질 배출량, 환경부, 1998년.