

가스산업시설에서의 위험성 평가분야에서 지리정보시스템의 적용

이정우, 김윤화, 김기수, 고재욱
광운대학교 화학공학과

Application of Geographic Information System for Risk Analysis on Gas Industrial facilities

Jeung-Woo Lee, Yun-Hwa Kim, Ky-Soo Kim, Jae-Wook Ko
Department of Chemical Engineering, Kwangwoon University

Abstract

우리나라는 그동안 가스산업에서 고속성장을 이룩해 왔으나, 근래에는 중대가스산업사고가 빈번하게 일어나고 있다. 그런 이유로 1996년도에는 중대산업사고 예방제도가 전면적으로 실시되고 공정안전보고서를 작성하여 제출하도록 함으로써 위험성 평가의 중요성이 점차 높아가고 있으며, 위험성 평가 기법들에 대하여 여러 연구 단체에서 연구·시도되고 있다. 또한 이러한 연구·보고된 위험성 평가 기법들을 프로그램화하고 적용하려는 시도가 많이 있어 왔다.

본 연구에서는 기존에 연구·개발된 위험성 평가 기법들에 최근 컴퓨터 산업의 발달에 힘입어 각광을 받고 있는 지리정보시스템을 적용하고자 한다.

이러한 가스산업시설의 위험성 평가 시스템은 위험성을 평가하기 위해서 필요한 여러 가지 정보들을 지리정보시스템이 속성 데이터로서 저장하고 있으며, 가스산업시설에 관련된 주변의 도면들을 공간 데이터로서 저장하고 있다.

그리고 위험성 평가 시스템의 세부적인 기능을 모듈화하였다. 우선 위에 언급한 속성 데이터와 공간 데이터를 관리하는 모듈과 이러한 데이터를 가지고 사고영향 범위를 산출해내기 위한 모듈, 그리고 산출된 사고 영향 범위를 도면에 나타내는 모듈로 나뉘어져 있다.

이렇게 지리정보시스템에 구축되어 있는 도면에 위험성을 평가한 결과치를 나타냄으로서 위험성 평가 숙련자가 아니더라도 위험성 평가를 할 수 있고 결과를 분석하도록 도와 줄 수 있도록 할 수 있다.

또한 향후 재난관리시스템에서는 도면상의 도로에 교통량 가중치와 인근 소방서와 경찰서등의 위치를 관리하도록 지리정보시스템을 적용할 수 있으며, 가스시설물 관리시스템에서는 최근 대형가스사고의 대부분이 타공사에 의한 것임을 고려하여 가스배관망을 포함하여 기타 다른 지하배관망을 관리하도록 지리정보시스템을 적용할 수 있다.

지리정보시스템의 개요

지리정보시스템은 공간상에 분포하는 제반 요소의 정보를 압축하여 의사결정을 보조하는 시스템이다. 따라서 지리정보시스템은 하나의 시스템이라는 견지에서 시스템의 구성 부분과 시스템의 기능을 중심으로 정의하면 다음과 같다.

“지리정보시스템이란 지리적으로 참조 가능한 모든 형태의 정보를 효과적으로 수집·저장·갱신·조정·분석·표현할 수 있도록 설계된 컴퓨터 하드웨어, 소프트웨어, 지리적 자료 그리고 인적 자원의 통합체이다.”

이미 많이 구축되어 사용중에 있는 문자위주의 Database System은 대규모 Database 관리와 네트워크 구축, 관리가 용이하지만, 업무에 도움을 주는 문자와 숫자 형태의 정보만 가지고 있을 뿐 도형 형태의 정보인 공간적인 요소는 내포하고 있지 않아서 공간 데이터를 처리하기가 곤란하고 도면 관리 기능이 없으며 공간 처리 및 분석이 곤란하다.

그리고, CAD에 기반을 둔 Database System은 효율적으로 그래픽을 표현할 수 있고 데이터의 동적 처리가 용이하기 때문에 지도의 관리와 조회에는 도움을 주지만, 지도상의 요소에 대한 속성을 검색할 수 없으며 대규모 도면을 관리할 수 없다. 또한 문자위주의 Database System과 마찬가지로 공간 처리 및 분석이 곤란하다.

지리정보시스템은 속성 정보를 처리하기 위한 문자위주의 Database System과 CAD에 기반을 둔 Database System을 융합한 형태를 취하고 있다.

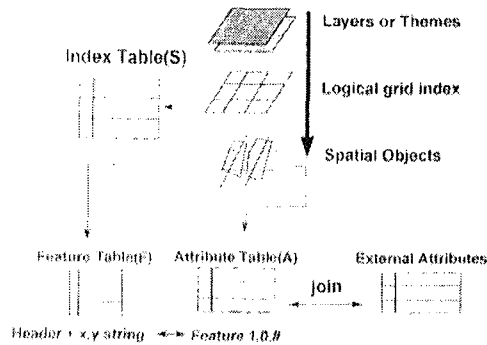


그림 1. 지리정보시스템 구축의 기본 구조

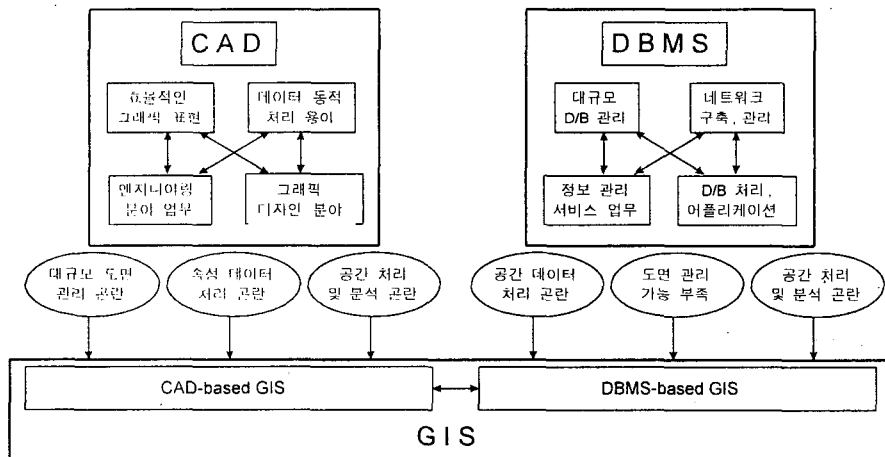


그림 2 지리정보시스템에서의 DBMS와 CAD 기반의 Database의 융합

지리정보시스템의 주요 기능

지리정보시스템은 일반적으로 입력 처리, 공간 자료 조작, 공간 분석 및 통계 분석, 디스플레이의 4가지 주요 기능이 있다. 이러한 4가지 주요 기능을 살펴보면 다음과 같다.

1. 입력 처리 기능

입력처리에서 중요한 기능은 입력 모듈, 위상 관계 생성 모듈, 속성 자료 입력 등으로 입력 모듈은 계수기(digitizer)와 스캐너(scanner)를 이용하여 공간 자료를 입력하기 위한 것으로서 이 때 자료는 각 도면상의 좌표, 형태 등 공간 관련 자료를 입력하며 지도의 경계선은 어떠한 순서로도 입력할 수 있다.

2. 공간 자료 조작 기능

공간 자료 조작은 입력 기능의 일환으로 지리좌표의 기하학적 변환, 지도 접합, 자료 편집 기능 등을 포함한다.

지리 좌표의 기하학적 변환 모듈은 지도를 입력할 때 동일한 지역이라도 토지 이용, 인구, 행정구역, 교통, 지형, 토양, 수리, 지질 등 분석 내용별로 지도도면을 입력하는 경우가 많은데, 이 때 각 지도의 경계선을 정확하게 일치시키기 어려울 때 경계선의 이동(Translation), 확대 또는 축소(Scaling), 회전(Rotation) 등 좌표의 기하학적 변환기능을 이용하여 보정하는 역할을 담당한다. 특히 이 기능은 관심 지역에 대한 부분 확대(Zoom)가 가능하여 정밀 분석에 도움을 준다.

지도 접합 모듈은 지도를 여러 장으로 분할하여 입력하게 되면 해당 도면끼리 공통되는 경계선을 중심으로 접합하여 원래의 지도를 재현하는 기능이며, 공간 자료 편집 모듈은 이미 입력한 자료를 수정할 때 위상 관계를 구축하여 오류가 있는 부분을 화면상에 표시하여 이를 선택, 편집할 수 있는 기능이다.

3. 공간 분석 및 통계 분석 기능

공간 분석(Spatial Analysis)은 GIS의 주요 기능으로서 입력 자료는 분석자가 원하는 구조와 형태로 전환하여 분석, 처리하게 된다. 위상 벡터 모형을 이용한 공간 분석 기능으로는 정보 검색(Retrieval), 분류(Classification), 일반화(Generalization), 멀티미디어(Multimedia), 측량(Measurement), 중첩(Overlat), 일정 범위 지역 분석(Buffer Zone), 지역내 선분석(Line-Polygon), 내삽 추정(Interpolation), 망분석(Network) 등이 있다.

또한 통계 분석 기능으로는 속성 정보 데이터베이스 시스템에 저장되어 있는 자료를 이용하여 여러 가지 통계 분석 결과를 지도상에 표현할 수 있도록 하는 것이다.

4. 디스플레이 기능

공간 자료와 속성 자료의 입력과 분석 작업이 끝나면 분석 결과를 여러 가지 형태로 화면상에 나타낼 수 있는데 이것이 디스플레이 기능이다. 이 기능은 분석자나 정책결정자가 보다 이해하기 쉽게 여러 가지 색채, 모양, 굵기, 그림 등을 이용하여 자료 분석 결과를 화면에 있는 지도상에 나타내주는 역할을 한다.

지리정보시스템에서는 문자 정보 뿐만아니라 영상이나 음성 정보 등 멀티미디어

어 정보를 나타낼 수 있는 기능을 가지고 있는데, 이는 다른 영상 정보나 문서 정보를 연결하는 하이퍼텍스트 시스템(Hypertext System) 기능을 이용한 것이다. 여기서 말하는 멀티미디어는 사진, 영상, 그래픽, 비디오, 음성, 소리, 음악, 애니메이션(Animation) 등과 같은 다양한 정보를 통합한 것을 의미한다.

지리정보시스템을 적용한 정량적 위험성 평가 시스템

본 연구에서는 ‘지리정보시스템을 적용한 정량적 위험성 평가 시스템’을 ‘QRAGIS’라 칭하기로 한다.

QRAGIS를 지리정보시스템의 4가지 주요기능 측면에서 살펴보면 다음과 같다.

1. 입력 처리

QRAGIS는 수치정보 데이터베이스, 문자정보 데이터베이스, 지리정보 데이터베이스 등의 데이터베이스가 상호 연결되고, 궁극적으로는 통합되어 있다.

수치정보 데이터베이스에는 가스 산업 시설물에서 다루고 있는 물질들에 대한 MSDS를 포함하고 있음으로 해서 PSM 보고서 작성등 업무에 도움을 줄 뿐 아니라, 정량적 위험성 평가에서 피해 영향 범위 산정 등 계산에 필요한 물질의 특성치등을 직접 가져와 쓸 수 있도록 했다. 또한 FTA, ETA 등에서 참조할 수 있도록 Failure DB와 Equipment DB도 구축할 예정이다.

문자 정보 데이터베이스에는 기존의 PSM 보고서와 시설물에 대한 정보를 다루고 있다.

지리 정보 데이터베이스는 지적도, 도로망도, 행정구역도, 지하 배관망도 등이 있다. 이 연구에서는 각각의 필요한 지도를 scanner를 통해 BMP 파일로 입력을 했으며, BMP 파일을 벡터 형식의 Auto-CAD의 DXF 파일로 변환한 후 데이터베이스로 구축했다.

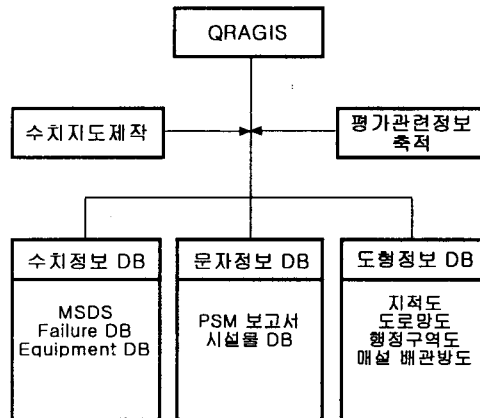


그림 3. 지리정보시스템을 적용한 정량적 위험성 평가 시스템의 구조

2. 공간 자료 조작

QRAGIS는 지도를 입력할 때 분석 내용별로 별개의 Layer를 사용하였다. 이때 각 Layer의 지도 경계선이 일치한다고 가정하였기 때문에 이것을 위한 모듈은 개

발하지 않았고, 단 관심 지역에 대한 정밀 분석을 위하여 확대가 가능하도록 하였다. 또한 필요한 Layer들을 가지고 원하는 정보만을 가진 지도를 만들 수 있다.

3. 공간 분석

지리 정보 데이터베이스를 벡터 형식의 DXF파일로 변환한 후 데이터베이스로 구축했기 때문에 수치 정보 데이터베이스와 문자 정보 데이터베이스를 연계해 공간 분석을 용이하게 했다. 우선 지도상의 Point와 Line의 속성 정보를 검색해서 화면에 출력할 수 있게 하여서 PSM 보고서 작성과 위험성 평가에 도움을 주게 하였다.

그리고, 피해 영향 범위 산출 모듈을 탑재해 지리 정보를 검색한 후 곧바로 그 시설물에서의 사고 시나리오를 정해 피해 영향 범위를 산출해 낼수 있도록 했다.

4. 디스플레이

GUI(Graphic User Interface)를 채택해 피해 영향 범위 산출 모듈에서 산출된 영향 범위를 지도위에 직접 나타냄으로서 사용자의 이해를 도왔다.

QRAGIS 실행화면

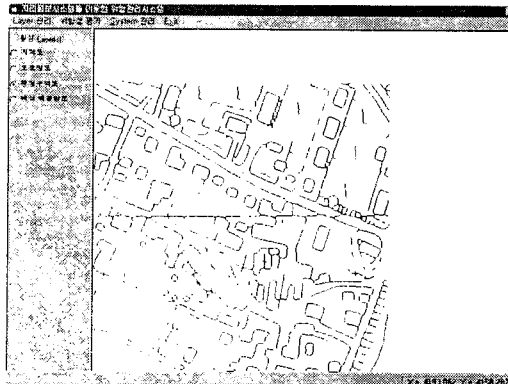


그림 4. 지도의 Layer들을 화면에 출력

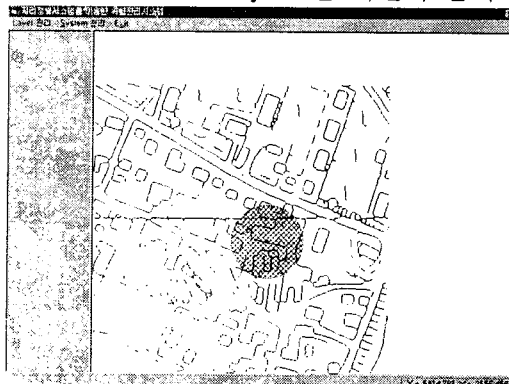


그림 5. 피해 예상 범위 디스플레이

결론

산업시설물의 위험관리에서 지리정보시스템 이용에 따른 정량적으로 파악할 수 있는 효과로는 다음과 같다.

산업시설물을 관리하는데 있어서 시간 감축과 산업장에서 작업 감독하는데 시간 절감의 효과가 있다. 그리고, 시설물의 효율적 유지 관리에 따른 비용 절감, 효과적 계획과 엔지니어링으로 비용 절감을 들 수가 있다. 또한 다른 산업장과 정보의 표준화와 정확도를 향상시킬 수가 있으며, 최신의 정보를 획득하기 쉽고, 원하는 정보에의 신속한 접근을 기대할 수 있다.

또한, 정성적으로 파악할 수 있는 효과로는 다음과 같다.

보다 많은 정보 획득과 작은 노동시간의 투여로 더 효과적 분석을 할 수 있고 불가능했던 분석을 수행할 수 있는 능력이 생길 수 있다. 그리고 의사결정에 있어서 정확도와 신뢰도를 향상시킬 수 있다.

본 연구는 한국과학재단의 특정기초연구(과제번호 : 96-06-02-01-01-3) 지원과 포항공과대학교 지능자동화연구센터를 통한 한국과학재단 우수연구센터 지원에 의하여 수행되었으므로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Center for Chemical Process Safety, "Guideline for Chemical Process Quantitative Risk Analysis", New York (1989)
2. J. R. Taylor, "Risk Analysis for Process Plant, Pipelines and Transport", E & FN SPON (1994)
3. 유근배, "지리정보론", 상조사
4. "서울시 지리정보시스템 구축에 관한 연구", 서울시정개발연구원 (1993)
5. "지리정보시스템 활용기법", 과학기술원 (1993)
6. "중대산업사고 예방대책", 한국산업안전공단 (1993)
7. "선진국의 중대산업사고예방제도 및 위험성평가기법과 국내도입 방안", 한국산업안전공단 (1994)