



## 저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

# 지리정보시스템을 이용한 지역내 수소충전소 구축 방안

A Construction Plan of Hydrogen Fueling Stations on Intra-city Area  
Using Geographic Information System

제 출 자 : 이 태 균  
지도교수 : 김 봉 진

2011

산업공학과  
산업공학전공  
단국대학교 대학원

# 지리정보시스템을 이용한 지역내 수소충전소 구축 방안

A Construction Plan of Hydrogen Fueling Stations on Intra-city  
Using Geographic Information System

이 논문을 석사학위논문으로 제출함.

2011년 12월

단국대학교 대학원  
산업공학과  
산업공학전공

이 태 균

이태균의 석사학위 논문을  
합격으로 판정함

심 사 일 : 2011. 12. 14.

심사위원장                      장    경                      인

심 사 위 원                      김 봉 진                      인

심 사 위 원                      조 재 형                      인

단국대학교 대학원

(국문초록)

# 지리정보시스템을 이용한 지역내 수소충전소 구축 방안

단국대학교 대학원 산업공학과

산업공학전공

이 태 균

지도교수 : 김 봉 진

현재 수송 부문의 에너지 수요는 확대되고 있으며 이에 수반되는 환경 부담을 최소화하기 위하여 에너지 전문가들은 2030년까지 현재의 수송시스템을 획기적으로 개선할 대안은 수립하지 않을 수 없을 것으로 예측하고 있다. 그러나 현재 수소연료전지 자동차는 상업화 이전 단계에 머물러 있으며 수소충전소와 같은 수소 공급 인프라는 매우 부족한 실정이다.

본 연구의 목적은 지역 내의 수송수요에 대한 효율적인 수소 인프라의 구축이다. 수송 부문의 수요는 지역 내 수요와 지역 간의 수요로 나눌 수 있다. 본 연구에서는 지역 내의 수송 수요를 만족시키기 위한 수소충전소 구축방안의 수립에 초점을 맞추었으며, 목표는 각 지역에 설치될 최적의 수소충전소의 개수와 위치를 결정하는 것이다.

사례 연구로서, 2030년 서울특별시의 수소 수요를 충족하기 위한 수소 충전 충전소 구축방안을 제시 하였다. 우리는 서울특별시에 수소충전소를 구축하기 위해 지리 정보 시스템을 활용하여 서울특별시 각 행정구역에 설치될 수소충전소의 개수와 위치를 제안했다. 제시된 수소 충전소의 구축방안은 효율적인 미래의 수소 공급 인프라 구축을 위해 활용할 수 있다.

Key Word : 수소충전소, 지리정보시스템, 수소공급인프라, 서울특별시

## 목 차

제 I 장. 서 론 .....	1
제 II 장. 수소충전소와 GIS .....	3
2.1 GIS 개요 .....	3
2.2 수소 충전소 .....	4
2.3 주유소 및 LPG 충전소 .....	6
제 III 장. 지역내의 수소 충전소 구축 방안 .....	8
3.1 수송부문 수소수요량 예측 .....	8
3.2 지역내 수소충전소 전개 .....	9
제 IV 장. 사례 연구 .....	12
4.1 사례 대상 지역의 개요 .....	12
4.2 서울특별시 수소충전소 구축 방법 .....	12
4.3 서울특별시 수소충전소 구축 구현 과정 .....	19
4.4 서울특별시 수소충전소 구축 결과 .....	23
제 V 장. 결 론 .....	26
참고문헌 .....	27
부 록 .....	28
영문요약 .....	39

## 표목차

<표 2-1> 국내 수소충전소 현황(2011년) .....	5
<표 2-2> 지역별 주유소 및 LPG충전소 등록업체수(2009년) .....	6
<표 3-1> 연료전지자동차 보급대수 및 고속국도 수소수요량 전망 .....	9
<표 3-2> 연도별 수소충전소 전개 시나리오 .....	10
<표 4-1> 서울특별시 행정구역 현황 .....	12
<표 4-2> 연도별 서울특별시 행정구역별 수소충전소 보급대수 .....	14
<표 4-3> 개발서버 사양 .....	19
<표 4-4> 개발도구 .....	19
<표 4-5> 구축된 서울특별시 수소충전소(2030년) .....	23

## 그림목차

[그림 2-1] GIS의 구성요소 .....	3
[그림 4-1] 유가정보서비스(Opinet) 활용 .....	16
[그림 4-2] 구글맵(MyGeoPosition) 활용 .....	17
[그림 4-3] 메인화면 .....	20
[그림 4-4] Station List .....	20
[그림 4-5] 대상지역 계산화면 .....	21
[그림 4-6] 대상지역계산 결과화면 .....	21
[그림 4-7] 대상지역 분석화면 .....	22
[그림 4-8] 대상지역분석 결과화면 .....	22
[그림 4-9] 구축된 서울시특별시 수소충전소 지도(2030년) .....	23



## I. 서 론

지속가능한 에너지 공급을 위한 여러 가지 방안 중에서 가장 근본적인 방안 중의 하나는 수소경제의 구현이다. 수송 부문의 에너지 수요는 계속 확대되고 있으며 이에 수반되는 환경 부담을 최소화하기 위하여 전문가들은 2030년까지는 현재의 수송시스템을 획기적으로 개선할 대안을 수립하지 않을 수 없을 것으로 예측하고 있다. 최근에는 수송 부문의 이산화탄소 배출량을 줄이기 위하여 친환경차에 대한 관심이 높아지고 있다. 전문가들은 초기에 하이브리드 자동차부터 시작하여 궁극적으로는 전기 자동차와 수소연료전지 자동차로 대체될 것으로 전망하고 있으며 전기 자동차는 단거리 수송, 수소연료전지 자동차는 장거리 수송에 적합하여 상호 보완적인 관계를 가질 것으로 전망하고 있다.

현재 수소연료전지 자동차는 상업화 이전 단계에 머물러 있으며 수소충전소와 같은 수소공급 인프라는 매우 부족한 실정이다. 수소충전소는 수소경제 초기의 수소수요량 부족과 초기투자비 과다 등으로 인하여 경제성을 확보하기가 어려운 상황이다. 또한 수소충전소가 충분히 확보되지 않은 상황에서는 수소연료전지 자동차를 보급하기는 불가능하다. 따라서 수소경제가 도래하기 위해서는 이러한 수소연료전지 자동차와 수소충전소 간의 "chicken and egg" 문제를 해결하는 것이 요구되고 있다. 수송 부문의 수요는 지역 내(intra-city) 수요와 지역 간(inter-city) 수요로 구분할 수 있다. 본 연구에서는 지역 내의 수송 수요를 만족시키기 위한 수소충전소 구축방안의 수립에 초점을 맞추었으며, 2030년을 대상으로 전국적인 수소충전소 구축 계획을 수립하고자 하였다. 전국적인 수소충전소 구축은 지리정보시스템(Geographic Information System: GIS)을 이용하며, 수소연료전지 자동차의 시장도입을 위해 필요한 수소충전소의 위치와 수소생산량을 분석하였다.

Melendez and Milbrandt(2005)는 수소연료전지 차량의 시장도입을 위해 필요한 수소 도입 초기 단계의 수소충전소의 위치와 각 수소충전소별 수소 생산량을 분석하고 이를 위한 최소 비용을 산출하였다. 이 연구는 2단계의 분석과정을 거치고 있다. 제 1단계에서는 현재 가동 중인 수소 생산시설, 수소충전소, CNG 및 LNG 판매시설 등의 위치를 GIS에 입력하였다. 또한 주요 고속도로 및 횡단 도로의 교통량과 해당 지역의 인구 수 등을 조사하여 수소 이행을 위한 기초 지도를 작성한 후 수소충전소가 필요한 지점을 선정하였다. 제 2단계에서는 연도별 연료전지 자동차 등록대수를 예측하고 이를 토대로 하여 각 수소충전소별 수소수요량을 산정하였다. 국내에서는 국지훈(2011)이 GIS를 활용한 고속국도에서의 수소충전소 구축방안을 수립하였다. 그는 고속국도의 수소충전소사이의 기준거리를 50 km, 75 km, 100 km 등으로 설정하여 2020년을 기준한 주요 고속국도의 수소충전소 구축방안을 수립하였다.

Melendez and Milbrandt(2008)는 지역적 특성에 기초한 수소 수요량예측과 인프라 구축에

대한 연구를 수행하였다. 그들은 수소연료전지 자동차에 대한 소비자들의 수요가 많은 곳은 인구밀도가 높고 신기술에 호의적인 사람들이 많은 주요 도시들에 초점을 맞추었다. 주요 도시에 수소충전소를 전략적으로 배치하는 것은 보급 범위를 최대화할 뿐만 아니라 초기 인프라 구축에 소요되는 비용을 최소화할 수 있는 효율적인 접근 방식이다. 그들은 2025년의 수송부문 수소 수요량이 각기 2백만 톤, 5백만 톤, 1천만 톤인 경우를 가정한 3개의 시나리오를 대상으로 20개의 주요 도시에 필요한 수소충전소 수를 단계별로 추정하였다.

초기 도입기에 해당하는 제 1단계(2012년~2015년)에는 New York과 Los Angeles를 도입 지역으로 선정하였다. 두 도시는 모두 인구가 2천만 명을 초과하며 수소 시장의 잠재적인 능력이 충분한 지역으로서 New York 20기, Los Angeles 40기로 총 60기를 건설하는 계획을 수립하였다. 제 2단계(2016년~2019년)에는 인구가 4백만 명이 넘는 8개의 도시를 추가하여 총 1,281기의 수소충전소를 보급하고, 제 3단계(2020년~2025년)에는 인구가 150만 명을 초과하는 10개의 도시를 추가하여 20개의 주요 도시에 3,945기의 수소충전소를 건설하는 계획을 수립하였다. 그들은 2025년에 3,945기의 수소충전소가 건설되면 95% 이상의 New York과 Los Angeles 지역의 수소연료전지 차량의 보유자는 수소충전소에서 10 mile 이내에 거주할 것으로 추정하였다.

일반적으로 GIS를 이용한 수소인프라 구축은 최적 수소인프라 구축에는 효과적이지 않으나 지역이나 국가의 수송 네트워크, 인구, 자원, 정책 등과 같은 지역적 특성을 반영하는 데에 장점이 있는 것으로 알려져 있다. Stiller et al.(2009)는 노르웨이를 대상으로 하여 GIS에 근거한 수소 수요량 예측 시나리오와 수소충전소 구축방안을 제시하였다. Kuby et al.(2009)은 자동차의 최대 수소 수요량을 만족시키기 위해 필요한 수소충전소의 위치를 결정하는 모형을 구축하였다. 이러한 모형에서는 GIS와 발견적 기법(heuristic algorithm)을 결합하여 사용하였으며, 여러 가지의 시나리오에 대한 예상 결과를 평가하기 위한 공간적 의사결정지원시스템을 포함하고 있다. Johnson et al.(2008)은 지역의 수소인프라 구축을 위한 최적화 모델을 제안하였다. 이러한 최적화 모델은 특별한 GIS 자료 모듈과 수소인프라의 기술경제 모듈을 결합하는 방식을 채택하고 있다. 이러한 연구결과로서 주어진 시장침투 수준에 대하여 도시 중심의 수소인프라 구축보다는 지역 중심의 수소인프라 구축이 비용 효과적인 방안인 것으로 분석하였다. 또한 파이프라인 수송에 의한 중앙 집중형 수소생산이 시장침투에 적합한 경로인 것으로 주장하였다.

본 논문은 다음과 같은 내용으로 구성된다. 제 2장에서는 수소충전소와 GIS를 설명하고 수소충전소의 구축에 대한 선행연구 결과를 요약한다. 제 3장에서는 GIS를 이용한 지역 내 수소충전소 구축방안을 설명한다. 수송부문의 수소 수요량을 예측하는 모형에 대하여 설명하고 이에 근거하여 연도별 지역별 수소수요량을 도출한다. 제 4장에서는 지역별 수소수요량에 근거하여 지역별 수소충전소 구축계획을 수립한다. 사례연구로서 GIS를 이용하여 2030년을 대상으로 하는 서울특별시의 수소충전소 구축 방안을 수립한다. 마지막으로 제 5장에서는 본 논문의 결과를 요약하고 향후 연구방향에 대해서 언급한다.

## Ⅱ. 수소충전소와 GIS

### 2.1 GIS 개요

지리정보시스템(Geographic Information System)은 지구에서 발생하는 시공간상의 모든 현상들에 대한 위치 및 속성 등에 관한 정보를 결합하여 입력 저장하고, 컴퓨터를 통해 검색 및 갱신 등의 정보를 관리하고, 처리 및 분석 등의 작업을 통하여 사용자에게 원하는 정보를 제공하는 정보시스템이다. [그림 2-1]에는 GIS의 구성요소를 수록하였다.



[그림 2-1] GIS의 구성요소

GIS는 이미 검증된 기술이며 GIS의 기본 작업들은 실제 세계에 대한 측정, 지도, 분석 등을 위한 안전하고 확립된 토대를 제공하고 있다. GIS는 명백히 인식 가능한 여러 가지 요소로 구성되어 있으며, 이 중에서 가장 대표적인 요소는 네트워크이다. 인터넷은 널리 사용되고 있는 하나의 플랫폼이며, 다양한 유형의 정보들 간의 상호작용을 돕는 공인된 표준으로 인식되고 있다. 또한 인터넷은 GIS 애플리케이션의 배달 수단으로서 매우 인기 있는 수단이다. 인터넷 기술

의 휴대성은 점차 강화되고 있으며 공항, 철도역 등의 다양한 공공장소에서 무선 네트워크와 연결되어 사용 되고 있을 뿐만 아니라 모바일 및 소형기기 기반 애플리케이션을 통해 다수의 개인에게 제공되고 있다. 그리고 다양한 경로를 이러한 장치를 통해 지도, 경로 선택, 지리적 전화번호부 등과 같은 지리적 서비스가 실시간으로 제공되고 있다.

GIS의 두 번째 중요한 구성요소는 하드웨어이다. 하드웨어는 사용자가 GIS 작업을 수행하기 위해 직접적으로 상호작용하는 장치로서 사용자가 타이핑, 포인팅 등의 정보를 입력하면 화면 상에 정보를 보여 주거나 의미 있는 소리를 발생시킴으로써 정보에 대응한다. GIS의 세 번째 요소는 사용자의 컴퓨터에서 운영되는 소프트웨어이다. GIS를 운영하기 위해 필요한 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램, GIS용 소프트웨어, 구축된 자료를 검색, 수정, 보완 등의 관리 작업을 하는 보조 프로그램 등이 있다. GIS의 네 번째 요소는 데이터베이스이다. 데이터베이스는 지구 표면 혹은 근표면의 특정한 부분이 보유한 특정한 속성을 숫자로 재현한 것으로서 문제 해결 혹은 과학적 목적을 위해 사용된다. 최근에는 지도 및 통계자료 이외에 항공사진이나 인공위성영상으로부터 많은 정보를 획득하고 있다. 데이터베이스는 GIS의 핵심적인 요소로서 구축에 많은 시간과 노력이 필요하다. 마지막으로 GIS에는 디자인하고, 프로그래밍하고, 유지하고, 데이터를 공급하고, 결과를 해석하는 사람이 꼭 필요하다. GIS를 개발하는 사람들은 그들이 수행하고 있는 역할에 따라 다양한 기술을 보유하고 있다.

현재 GIS는 토지, 시설물 관리, 교통, 도시계획 및 관리, 환경, 농업, 재해 및 재난 등의 다양한 분야에서 활용되고 있다. 본 연구에서는 GIS를 이용하여 수소 공급시설 및 수소충전소 등의 주요 거점들에 대한 분석을 수행하고자 하였다.

## 2.2 수소 충전소

수소 자동차는 수소엔진 자동차와 수소연료전지 자동차로 분류할 수 있으며 수소 자동차는 수소충전소에서 수소를 공급받게 된다. 수소충전소는 수소 제조공장, 수소 운송 및 분배 수단 등과 더불어 수소경제의 핵심적인 인프라로서 수소경제 시대에서 매우 중요한 위치를 차지한다. 수소연료전지 차량이 원활하게 운행되기 위해서는 현재의 주유소나 LPG 충전소와 같이 많은 장소에 설치되는 것이 요구된다. 또한 수소충전소가 충분히 설치되기 위해서는 연료전지에 대한 획기적인 기술개발이 이루어지고 자동차의 양산체제가 구축되어 연료전지 차량의 가격을 대폭 낮추는 것이 필요하다.

수소경제로의 이행을 위한 방대한 인프라 구축에의 투자는 상당한 수소수요가 전제되지 않고는 시작되기 어려우며, 수소경제가 도입되기 위해서는 여러 가지 다양한 기술과 연료 대안에



대한 검증이 요구되고 있다. 수소연료전지 차량과 수소충전소와 같이 새로운 기술과 제품이 시장에 진입할 때 발생하는 “chicken and egg” 문제를 해결하기 위해서는 수소경제 초기에 수소충전소의 수익성이 다소 미흡하여도 최소한의 수소충전소가 필요한 곳에 설치될 수 있도록 하는 정부의 지원이 필수적인 것으로 사료된다.

수소제조는 대규모의 수소 제조공장에서 중앙집중형(off-site, central)으로 생산하는 방식과 수소 이용 현장에서 생산하는 분산형(on-site, distributed)으로 생산하는 방식으로 구별할 수 있다. 분산형 수소충전소의 에너지원으로는 전기, 천연가스, 메탄올, 납사(naptha), 휘발유, 경유, 등유, LPG 등이 사용될 수 있다. 그러나 국내에서는 에너지 가격제도 등의 특성에 의하여 천연가스, 전기 등이 분산형 수소충전소에 적합한 에너지원으로 거론되고 있다. <표 2-1>에는 이동형 수소충전소를 제외한 국내 수소충전소 현황을 수록하였다.

<표 2-1> 국내 수소충전소 현황(2011년)

번호	입지 및 업체	생산 용량	사용 연료	충전 압력
1	대전, 예기연	20Nm <sup>3</sup> /hr	천연가스	35Mpa
2	인천, 가스공사	30Nm <sup>3</sup> /hr	천연가스	35Mpa
3	서울, 연세대	30Nm <sup>3</sup> /hr	천연가스	35Mpa
4	대전, SK에너지	30Nm <sup>3</sup> /hr	LPG	35Mpa
5	서울, 상암동	30Nm <sup>3</sup> /hr	매립지가스	35Mpa
6	제주, 현대차	5Nm <sup>3</sup> /hr	전기	35Mpa
7	용인, 현대차	off-site	부생수소	70Mpa
8	화성, 현대차	off-site	부생수소	70Mpa
9	서울, 현대차	off-site	부생수소	35Mpa
10	서울, KIST	off-site	부생수소	35Mpa
11	울산, 동덕산업	off-site	부생수소	35Mpa
12	여수, SPG	off-site	부생수소	35Mpa

<표 2-1>을 보면 2011년 현재 국내에는 12기의 수소충전소가 설치되어 있다. 부생수소를 이용한 집중형 수소충전소는 총 6기이며 천연가스, LPG, 전기, 매립지가스 등을 이용한 분산형 수소충전소는 6기가 설치되어 있다. 현재까지 설치된 분산형 수소충전소는 모두 5~30Nm<sup>3</sup>/hr의 소규모 수소충전소이며 에너지기술연구원, 한국가스공사, 서울의 신촌 등에 설치된 수소충전소는 천연가스, SK에 설치된 수소충전소는 LPG, 서울상암동의 수소충전소는 매립지가스, 제주에 설치된 수소충전소는 전기를 사용하여 분산형으로 수소를 생산하고 있다. 부생수소를 사용하는 국내의 집중형 수소충전소는 모두 6기이며 용인과 화성의 현대기아자동차에 설치된 수

소충전소는 700bar, 분산형을 포함한 기타 수소충전소는 350bar의 수소를 사용하고 있다. 또한 부안, 대구, 제주 등에 3기의 수소충전소를 추가로 설치할 예정이다.

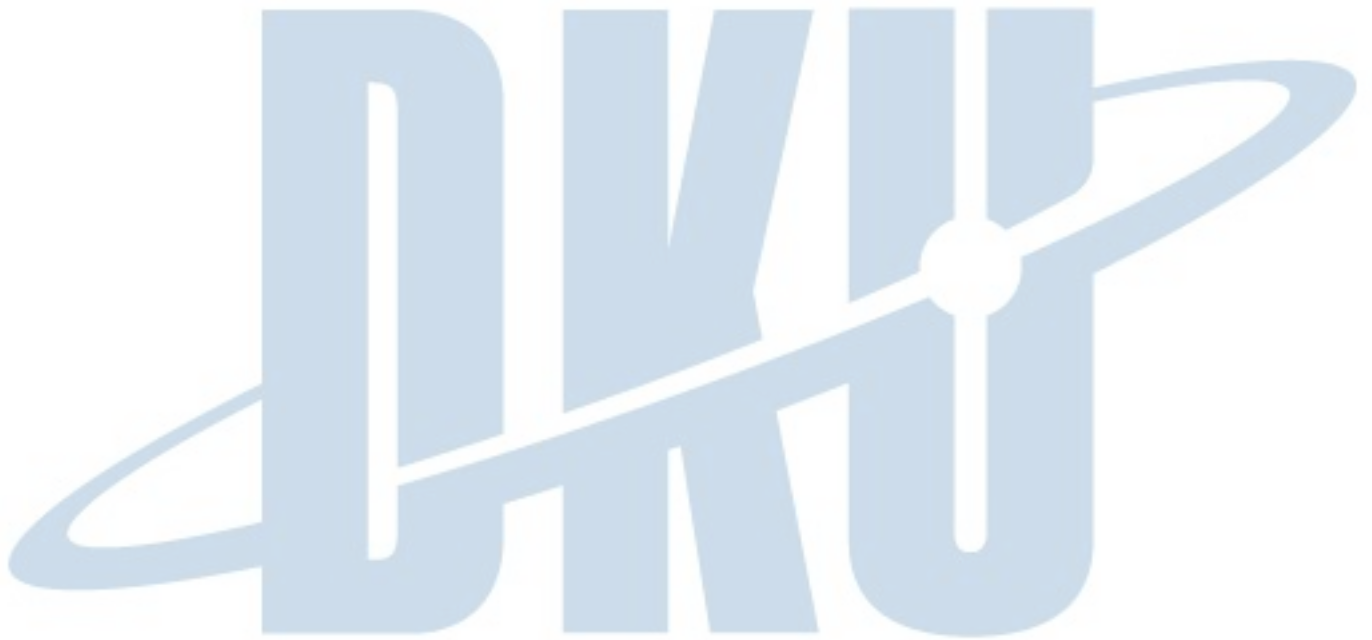
## 2.3 주유소 및 LPG 충전소

수소연료전지 자동차는 휘발유, 경유, LPG를 사용하는 자동차를 대체하며, 수소충전소는 현재의 주유소나 LPG충전소를 대체하게 된다. 서울, 부산, 대구 등의 광역시들은 도 단위의 행정구역에 비교하여 주유소와 LPG충전소의 자동차 보유대수당 등록업체 수가 상당히 적은 것으로 나타났다. 이러한 결과가 나타난 중요한 이유 중의 하나는 광역시들의 면적이 도에 비교하여 비교적 작기 때문에 적은 수의 주유소로 많은 수의 자동차에게 효율적으로 연료를 공급할 수 있기 때문이다. <표 2-2>에는 지역별 주유소 및 LPG충전소의 등록업체수를 수록하였다.

<표 2-2> 지역별 주유소 및 LPG충전소 등록업체수(2009년)

지역	휘발유 & 경유	LPG	합계
서울	691	69	760
부산	498	53	551
대구	451	43	494
인천	413	49	462
광주	319	42	361
대전	289	39	328
울산	291	35	326
경기	2,536	283	2,819
강원	781	109	890
충북	796	80	876
충남	1,149	128	1,277
전북	979	117	1,096
전남	982	125	1,107
경북	1,415	164	1,579
경남	1,271	147	1,418
제주	188	27	215
합계	13,049	1,510	14,559

서울, 부산, 대구 등의 광역시들은 도 단위의 행정구역에 비교하여 주유소와 LPG충전소의 자동차 보유대수 1대당 등록업체 수가 상당히 적은 것으로 나타났다. 이러한 결과가 나타난 중요한 이유 중의 하나는 광역시들의 면적이 도에 비교하여 비교적 작기 때문에 적은 수의 주유소로 많은 수의 자동차에게 효율적으로 연료를 공급할 수 있기 때문이다. 대표적인 사례로서 서울과 경기도의 인구 수 및 자동차 수는 큰 차이가 없으나, 주유소 및 LPG충전소의 수는 경기도가 서울의 약 3.7배에 이르는 것으로 분석되었다.



### Ⅲ. 지역내의 수소 충전소 구축 방안

#### 3.1 수송부문 수소수요량 예측

에너지경제연구원(2009)은 시장 확산모형을 이용하여 수소수요량을 추정하였으며, 본 논문에서는 이러한 선행연구 결과를 이용하여 수송부문의 수소수요량을 산정하였다. 현재 여러 가지 확산모형이 존재하지만 이들 중 비교적 새로운 제품과 성숙된 기술 간의 차이를 잘 설명하여 기술 확산 속도를 예측하는 방법으로 알려진 Lawrence-Lawton(1981)의 확산모형을 이용하였다. 확산모형에 사용된 함수의 형태는 다음과 같다.

$$S_t = \frac{1+P}{1+(1/P)e^{-RV}} - P \dots\dots\dots (3-1)$$

여기서  $S_t$  : t시점의 누적 채택률

$P$  : 초기시장 파라미터

$R$  : 확산 속도 파라미터

$V$  : 현재년도 + 성숙도 - 기준년도

시장확산모형을 적용함에 있어 가장 중요한 개념은 시장보급률(market penetration)이다. 이는 특정 시점에 특정 상품이나 기술이 시장에 보급된 비율을 의미한다. 시장보급률의 산정과정은 첫째, 분석대상을 대체할 것으로 예상되는 제품 또는 기술의 목표시장(target market)을 선정하고 둘째, 목표시장 중 분석 대상으로 대체 가능한 시장 즉, 대체시장 또는 교체대상시장(market to be replaced)의 크기를 설정하고 셋째, 분석대상의 보급량 또는 보급률을 산정하는 과정을 거치게 된다.

수송부문의 수소 수요량은 지역내(intra-city) 수요와 지역간(inter-city) 수요로 구분할 수 있으므로, 수소충전소의 입지는 지역과 고속도로로 구분하였다. 에너지경제연구원(2009)은 기준안, 고수요안, 저수요안 등의 3가지 시나리오를 기준으로 수송부문의 수소수요량 예측을 하였다. 본 논문에서는 기준안을 대상으로 <표 3-1>과 같이 2015년부터 2030년까지의 연료전지자동차 보급대수와 수소 수요량을 5년 단위로 예측한 결과를 사용하였다.



<표 3-1> 연료전지자동차 보급대수 및 고속국도 수소수요량 전망

구분	2010년	2015년	2020년	2025년	2030년
연료전지자동차보급 대수(천대)	0.1	0.2	39.4	219	1,021
수송부문 수소수요량(천톤)	-	0.72	12.0	68.8	330
지역내 수소수요량(천톤)	-	0.70	11.7	67.1	321.7

### 3.2 지역내 수소충전소 전개

수소충전소의 보급대수는 수소 수요량과 수소충전소의 보급규모에 의하여 결정된다. 수소충전소는 규모의 경제를 고려하여 가급적이면 큰 규모의 수소충전소를 중심으로 보급하는 것이 바람직하다. 하지만 수소경제 초기와 중기에는 수소 수요가 충분하지 않으므로 수소충전소의 규모를 초기에는 소규모로 건설하고 시간의 흐름에 따라 수소 수요량이 증가하면 점차 규모를 크게 하는 방안을 채택하였다.

에너지경제연구원(2009)은 지역별 수소충전소 전개 방안을 도출하였으며, 본 논문에서는 이러한 연구결과를 이용하였다. 2015년까지는 수소충전소의 보급이 서울, 인천, 대전 등의 시범지역을 중심으로 이루어지는 것을 감안하여 2015년까지의 수소충전소는 30 Nm<sup>3</sup>/hr의 분산형과 100 Nm<sup>3</sup>/hr의 집중형으로 건설하는 것으로 계획하였다. 2016년부터 2020년까지는 수소충전소의 생산규모를 도시 지역에서는 300 Nm<sup>3</sup>/hr, 고속도로에서는 수소 수요가 충분하지 않으므로 100 Nm<sup>3</sup>/hr으로 보급하는 것으로 설정하였다. 2021년 이후에는 700 Nm<sup>3</sup>/hr를 중심으로 보급하나 소규모 도시지역 등과 같이 수소 수요량이 부족한 지역에는 300 Nm<sup>3</sup>/hr를 설치하는 것으로 설정하였다.

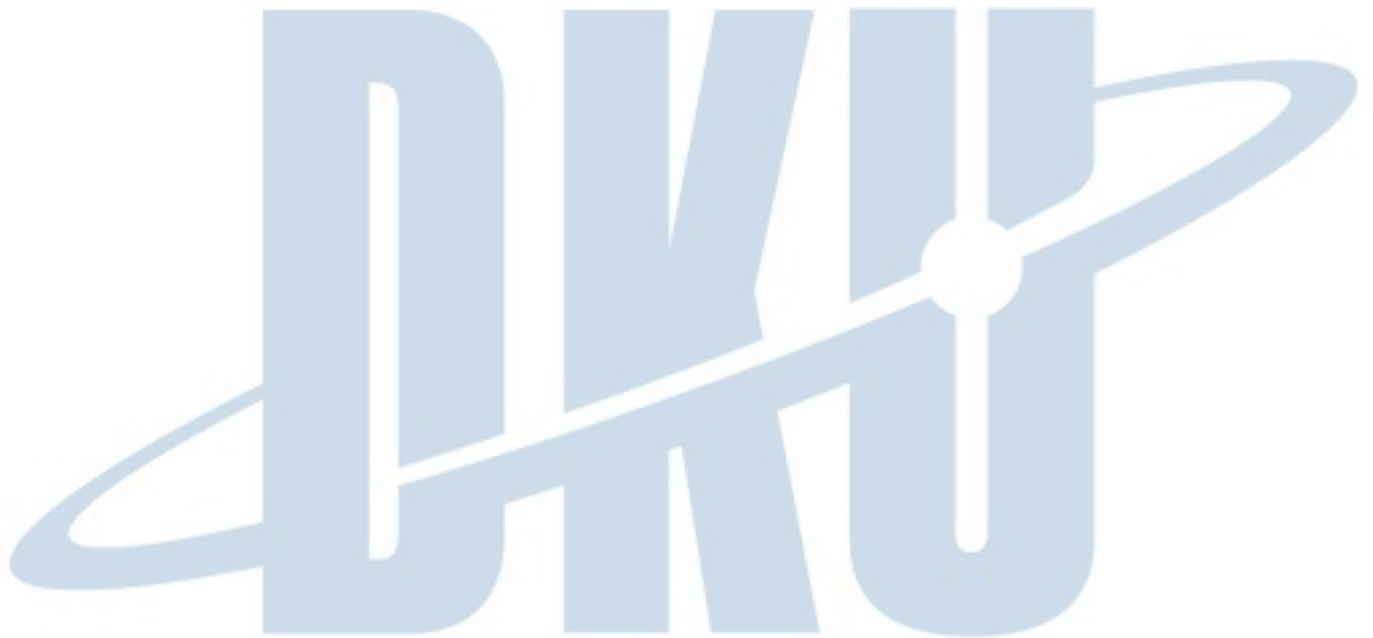
서울을 비롯한 광역시들의 자동차 보급대수에 대비한 주유소 및 LPG충전소 수가 상대적으로 적은 것을 고려하여, 본 연구에서는 지역과 연도에 따라 수소충전소의 이용률에 차등을 두었다. 2030년 이전의 모든 수소충전소의 이용률은 70%를 기준하였으며, <표 3-2>에는 연도별 수소충전소 전개 시나리오를 수록하였다.

<표 3-2> 연도별 수소충전소 전개 시나리오

구분	2015년	2020년	2025년	2030년
서울	9	33	70	150
부산		11	25	59
대구		9	21	50
인천	3	11	22	48
광주		5	11	26
대전	3	7	14	28
울산	1	4	9	20
수원		4	9	20
성남			5	14
안양			3	9
부천			4	12
안산			4	12
고양			5	14
남양주			3	8
용인	1	1	5	13
청주			4	11
천안			4	10
전주			4	11
포항			4	10
창원			4	11
기타 지역	5	5	5	369
고속도로	2	8	18	34
합계	24	98	253	939

2016년부터 2020년까지는 상기 지역 이외에 부산, 대구, 광주, 울산, 수원 등의 인구 100만 이상의 도시를 중심으로 수소충전소를 설치하고 경부고속도로, 호남고속도로, 올림픽고속도로 등의 고속도로에 8기를 보급하여 총 98기를 보급하는 것으로 설정하였다. 2021년부터 2025년까지는 수소충전소 보급지역을 주요 고속도로와 인구 50만 이상의 도시로 확대하고, 2026년 이후에는 모든 고속도로와 전국을 대상으로 수소충전소를 보급하는 것으로 계획하였다. 전국의 행정 구역별 연도별 수소충전소 보급대수는 부록에 수록하였다.

2009년까지는 주로 30 Nm<sup>3</sup>/hr 규모의 수소충전소 6기가 보급되었으며, 2010년부터 2015년까지 30 Nm<sup>3</sup>/hr 규모와 100 Nm<sup>3</sup>/hr 규모의 수소충전소 18기가 신규로 설치되는 것으로 계획하였다. 한편 2015년 이전에 설치된 수소충전소의 수명기간은 15년, 2016년 이후에 설치될 수소충전소의 수명기간은 20년으로 설정하였다. 따라서 2015년까지 보급된 수소충전소는 2025년과 2030년 사이에 교체 수요가 발생하고, 2015년 이후에 보급된 수소충전소는 보급 시점에서 20년이 경과한 후에 교체 수요가 발생한다.



## IV. 사례 연구

### 4.1 사례 대상 지역의 개요

본 논문에서는 서울특별시를 사례연구의 대상으로 하여 GIS를 이용한 2030년의 수소충전소 구축 방안을 수립하였다.

서울특별시는 대한민국의 수도인 서울을 지방자치단체인 특별시로 부르는 명칭이다. 한반도의 거의 중앙에 위치하고 있으며, 한강을 사이에 두고 남북으로 펼쳐져 있다. 위치는 동경 126°45'~127°11', 북위 37°25'~37°41'이다. 2009년 기준 인구는 10,200,827명, 면적은 605.28km<sup>2</sup>, 행정구역으로는 25개 구, 436개 동이 있다. 시청은 중구 을지로1가(태평로1가 31)에 있다. 1394년(태조 3)부터 한국의 수도가 되어 정치·경제·산업·사회·문화·교통의 중심지가 되어 왔다. 1986년 아시아 경기대회, 1988년 서울올림픽경기대회가 개최되는 등 국제적인 대도시이다. 1960년대 이후 경제발전과 함께 도시화가 진행되면서 통근 및 거주지역이 반경 30km 내의 주변 수도권에 광역적으로 확장되고 있어, 거대도시(Megalopolis)가 되고 있다. 시를 상징하는 꽃은 개나리, 나무는 은행나무, 새는 까치이며, 캐릭터는 해치이다.

### 4.2 서울특별시 수소충전소 구축 방법

2030년 서울특별시에 구축될 수소충전소는 에너지경제연구원(2009)에서 지역별 수소충전소 전개방안을 도출한 <표 3-2>에 의거하여 서울시에 150개의 수소충전소를 각 행정구역(구)에 나누어 구축하며, 서울특별시에 위치한 기존의 주유소, LPG충전소, CNG충전소를 대상으로 하여 수소충전소를 구축하고, 서울시 25개의 행정구에 배치 될 수소충전소의 수는 2009년 각 행정구에 살고 있는 인구수에 비례하여 배치할 계획이다. <표 4-1>에는 2009년 서울특별시 행정구역 현황을 수록하였고 이를 토대로 <표 4-2>에는 연도별 서울특별시에 구축될 수소충전소의 결과를 행정구역별로 수록하였다.

<표 4-1> 서울특별시 행정구역 현황

단위 : 개, km<sup>2</sup>, 명

구별 Gu	동 Dong		출장소 Branch	면적(km <sup>2</sup> ) Area	인구(명) Population)
	행정동 Administrative	법정동 Statutory			
계	436	468	-	605.28	10,200,827
종로구	18	87	-	23.91	170,705
중 구	15	74	-	9.96	130,362
용산구	16	36	-	21.87	238,224
성동구	17	17	-	16.85	314,212
광진구	15	8	-	17.06	378,482
동대문구	22	10	-	14.20	370,250
중랑구	16	6	-	18.51	427,871
성북구	20	39	-	24.57	473,357
강북구	13	4	-	23.61	342,274
도봉구	14	4	-	20.70	373,936
노원구	19	5	-	35.44	615,981
은평구	16	11	-	29.71	458,401
서대문구	14	20	-	17.60	331,688
마포구	16	26	-	23.87	385,119
양천구	18	3	-	17.40	502,343
강서구	20	13	-	41.42	576,848
구로구	15	10	-	20.11	420,795
금천구	10	3	-	13.01	247,320
영등포구	18	34	-	24.56	408,099
동작구	15	9	-	16.35	400,866
관악구	21	3	-	29.57	534,556
서초구	18	10	-	47.00	406,320
강남구	26	14	-	39.54	557,832
송파구	26	13	-	33.88	668,962
강동구	18	9	-	24.58	469,024

자료 : 행정안전부자치제도과(09.1.1기준)

<표 4-2> 연도별 서울특별시 행정구역별 수소충전소 보급대수

단위 : 대

행정구역		2015년	2020년	2025년	2030년
서울특별시	계	9	33	70	150
	종로구	0	1	1	3
	중 구	0	1	1	2
	용산구	0	1	2	4
	성동구	0	1	2	5
	광진구	0	1	3	6
	동대문구	0	1	3	5
	중랑구	0	1	3	6
	성북구	1	2	3	7
	강북구	0	1	2	5
	도봉구	0	1	3	5
	노원구	1	2	4	9
	은평구	1	1	3	7
	서대문구	0	1	2	5
	마포구	0	1	3	6
	양천구	1	2	3	7
	강서구	1	2	4	8
	구로구	0	1	3	6
	금천구	0	1	2	4
	영등포구	0	1	3	6
	동작구	0	1	3	6
	관악구	1	2	3	8
	서초구	0	1	3	6
	강남구	1	2	4	8
	송파구	1	2	4	9
	강동구	1	2	3	7

<표 4-2>에는 서울특별시에 구축될 수소충전소를 각 행정구역(구)별 2015년, 2020년, 2025년, 2030년의 할당하려는 결과를 나타내었다. 각 행정구역(구)별 할당되는 수소충전소수는 서울특별시에 거주하는 인구수 통계를 이용하여 도출하였다. 다음과 같은 기호를 사용하기로 하자.

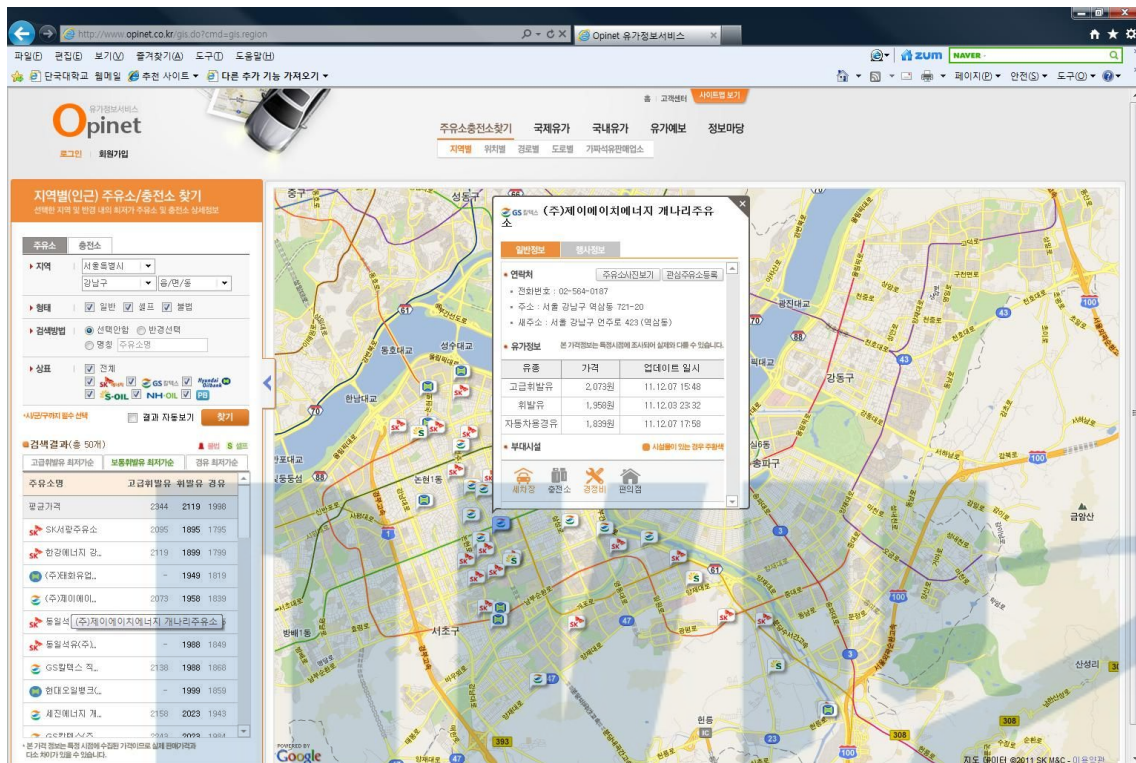
$H$  = 수소충전소 수,  
 $h$  = 할당된 수소충전소 수  
 $M$  = 서울시 전체 인구 수,  
 $m$  = 행정구역 인구 수

각 행정구역에 설치되는 수소충전소의 수를 결정하는 식은 다음과 같다.

$$H = \frac{m * h}{M} \dots\dots\dots (4-1)$$

본 논문에는 기존의 주유소, LPG 충전소, CNG 충전소를 대상으로 하여 2030년 서울특별시의 행정구역(구)별 수소충전소를 구축하는 것으로 가정하였다. 본 논문에서는 지리정보 데이터를 수집하기 위해 유가정보서비스(Opinet)와 구글맵(MyGeoPosition)을 이용하였다. Opinet은 대한민국의 모든 지역의 주유소 및 LPG 충전소의 위치정보 뿐만 아니라 다양한 유가정보를 신속하고 정확하게 서비스를 받을 수 있는 인터넷 사이트이자 요즘에는 모바일로도 서비스를 받을 수 있는 애플리케이션(Application)이다. Opinet 서비스를 이용하여 각 주유소 및 LPG 충전소의 주소정보를 수집하였다. [그림 4-1]에는 유가정보서비스(Opinet)을 이용하여 한 주유소의 주소 정보를 수집하는 내용을 나타내었다.





[그림 4-1] 유가정보서비스(Opinet) 활용

이렇게 수집된 각 주유소 및 LPG 충전소의 주소 정보는 구글맵(MyGeoPosition)을 이용하여 모든 주유소 및 LPG 충전소의 위도, 경도의 정보를 수집 하였다. [그림 4-2]에는 대상이 되는 한 주유소의 위도 및 경도의 정보를 수집하는 내용을 나타내었다.





단계 1) 모든 주유소 및 충전소를 대상으로 이들의 무게중심이 되는 위치  $A_0$ 를 구하고,  $A_0$ 에 가장 가까운 기존의 주유소 및 충전소를 찾아 여기에 최초의 수소충전소  $A_1$ 을 설치한다.  $A_0$ 의  $x$ 축 좌표를  $X^*$ ,  $y$ 축 좌표를  $Y^*$ 로 표기할 때,  $A_0$ 의 위치는 다음 식을 이용 하여 얻을 수 있다.

$$A_0 = (X^* = \frac{\sum_{i=1}^m x_i}{m}, Y^* = \frac{\sum_{i=1}^m y_i}{m}) \dots\dots\dots (4-2)$$

한편  $A_0 = (X^*, Y^*)$ 와 임의의 주유소 및 충전소  $B_q = (x_q, y_q)$ 와의 거리  $d(A_0, B_q)$ 은 다음 식으로부터 얻을 수 있다.

$$d(A_0, B_q) = \sqrt{(X^* - x_q)^2 + (Y^* - y_q)^2} \dots\dots\dots (4-3)$$

$m$ 개의 주유소 및 충전소에 대하여  $A_0$ 와의 거리를 모두 계산하여 이중에서  $A_0$ 와 거리가 가장 가까운 주유소를 첫 번째 수소충전소  $A_1$ 으로 결정한다. 그러면  $c = \{A_1\}$ 이 된다.

단계 2)  $\bar{c}$ 에 속한 주유소 및 충전소 중에서  $c$ 에 속한 수소충전소와의 거리가 가장 먼 주유소 및 충전소에 수소충전소인  $A_2$ 를 설치한다.

단계 3) 현재  $c$ 에 속한 수소충전소의 수가  $k$ 일 때,  $\bar{c}$ 에 속한 임의의 주유소  $B_p$ 에서  $c$ 에 속한 수소충전소까지의 최소거리  $f(B_p)$ 는 다음 식을 이용하여 산출할 수 있다.

$$f(B_p) = \min \{d(A_1, B_p), d(A_2, B_p), \dots d(A_k, B_p)\} \dots\dots\dots (4-4)$$

마찬가지 방식으로  $\bar{c}$ 에 속한 충전소에서  $c$ 에 속한 수소충전소까지의 최소거리를  $(m-k)$ 개 산출할 수 있으며, 이러한 최소거리가 최대가 되는  $\bar{c}$ 의 주유소를 신규 수소충전소  $A_{k+1}$ 로 결정한다.

$A_{k+1}$ 을  $\bar{c}$ 에서 제외하여  $c$ 에 포함시킨다. 만약  $c$ 에 속한 수소충전소의 수가  $n$ 이면 모든 과정을 끝내고, 그렇지 않으면 단계 1으로 되돌아간다.

### 4.3 서울특별시 수소충전소 구축 구현 과정

본 논문에서는 앞장에 제시한 구축방법을 기반으로 하여 분석시간을 단축시키고자 향상시킨 시스템을 개발하였다.

#### 4.3.1 개발환경

시스템 개발에 사용된 서버의 사양은 <표 4-3>와 같다.

<표 4-3> 개발서버 사양

구분	사양
CPU	Intel(R) Core(TM)2 Duo E7500 2.93GHz
RAM	3.37GB
OS	Microsoft Windows XP Pro SP3

#### 4.3.2 개발도구

시스템 개발도구는 <표 4-4>와 같다.

<표 4-4> 개발도구

구분	명칭	사용분야	비고
Web Server	Apache Tomcat	웹서비스	v5.0 이상
DataBase	MySQL	데이터베이스	v5.0 이상
Programe Language	Java	시스템개발	v1.5 이상
	Jsp		-

#### 4.3.3 구현

본 시스템은 크게 홈화면과 Station List로 나뉘며 Station List에서는 주유소의 정보 확인, 정보 업데이트, 결과 분석 및 결과 확인을 할 수 있다.

[그림 4-3]은 본 시스템의 홈페이지로 분석을 하려면 보이는 그림을 클릭하면 Station List 화면으로 이동한다.



[그림 4-3] 메인화면

[그림 4-4]에서는 Station List로 주유소 목록을 확인하고 주유소를 선택하면 정보를 수정할 수 있다. 하단 우측에 보이는 Calculate 및 Analysis 버튼을 누르면 설치될 수소충전소를 계산하여 결과를 보여준다.

Hydrogen Fueling Stations on Intra-city Area Using Geographic Information System

Station List

No	시	구	주유소명	도	위도	경도
301	서울시	동대문구	대성산(주)영광	37.0	35.0	
302	서울시	동대문구	대성산(주)영광1	37.0	34.0	
303	서울시	동대문구	동대문주유소	37.0	33.0	
304	서울시	동대문구	동대문주유소2	37.0	35.0	
305	서울시	동대문구	대성산(주)영광2	37.0	34.0	
306	서울시	동대문구	대성산(주)영광3	37.0	35.0	
307	서울시	동대문구	대성산(주)영광4	37.0	34.0	
308	서울시	동대문구	대성산(주)영광5	37.0	33.0	
309	서울시	동대문구	대성산(주)영광6	37.0	33.0	
310	서울시	동대문구	대성산(주)영광7	37.0	36.0	
311	서울시	동대문구	대성산(주)영광8	37.0	34.0	
312	서울시	동대문구	대성산(주)영광9	37.0	34.0	
313	서울시	동대문구	대성산(주)영광10	37.0	35.0	
314	서울시	동대문구	대성산(주)영광11	37.0	34.0	
315	서울시	동대문구	대성산(주)영광12	37.0	33.0	
316	서울시	동대문구	대성산(주)영광13	37.0	35.0	
317	서울시	동대문구	대성산(주)영광14	37.0	33.0	
318	서울시	동대문구	대성산(주)영광15	37.0	35.0	
319	서울시	동대문구	대성산(주)영광16	37.0	30.0	
320	서울시	동대문구	대성산(주)영광17	37.0	29.0	

Total : 724 (Page 16 / 37)

prev < 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 > next

Calculate Analysis

수정 -- 웹 페이지 대화 상자

Edit Station

주유소명: 대성산(주)영광

지역: 서울시 동대문구

위도: 37.0 도 34.0 분 20.09 초

경도: 127.0 도 4.0 분 7.75 초

Update Close

[그림 4-4] Station List

[그림 4-5]는 계산화면으로 대상지역의 모든 주유소간의 거리를 계산하여 해당 지역의 중심인 지점의 위도 경도 정보와 수소충전소가 설치될 장소를 [그림4-6]과 같이 보여준다. 그리고 시스템 상에 저장한다.

**Hydrogen Fueling Stations on Intra-city Area Using Geographic Information System**

Station List				주유소명			위도			경도		
No	시	구	주유소명	도	분	초	도	분	초	도	분	초
301	서울시	동대문구	대\성산(주)적\명제6	37.0	35.0	11.01	127.0	3.0	5.94			
302	서울시	동대문구	대\성산(주)적\제1	37.0	34.0	32.78	127.0	2.0	15.87			
303	서울시	동대문구	동\보주(주)유소	37.0	33.0	40.52	127.0	4.0	6.66			
304	서울시	동대문구										
305	서울시	동대문구										
306	서울시	동대문구										
307	서울시	동대문구										
308	서울시	동대문구										
309	서울시	동대문구										
310	서울시	동대문구										
311	서울시	동대문구										
312	서울시	동대문구										
313	서울시	동대문구										
314	서울시	동대문구										
315	서울시	동대문구	경\한울(가스)충전소	37.0	33.0	46.41	127.0	3.0	31.16			
316	서울시	동대문구	한\충주(유소) (한\충)	37.0	35.0	18.13	127.0	3.0	26.54			
317	서울시	동대문구	한\대오\일방\크(주)한\한	37.0	33.0	44.02	127.0	3.0	41.89			
318	서울시	동대문구	충\충주(유소)	37.0	35.0	16.92	127.0	3.0	33.24			
319	서울시	동대문구	(주)고\다이\충2(가)	37.0	30.0	46.18	126.0	5.0	4.57			
320	서울시	동대문구	21세\기(충\충)	37.0	29.0	13.62	126.0	5.0	20.04			

Total : 724 [Page 16 / 37]      prev < 11 12 13 14 15 **16** 17 18 19 20 > next      Calculate      Analysis

[그림 4-5] 대상지역 계산화면

**Hydrogen Fueling Stations on Intra-city Area Using Geographic Information System**

Center						
도	분	초	도	분	초	
37.0	31.80952380952381	23.764285714285712	126.23809523809524	43.80952380952381	30.8352380952381	

Station List			중심점까지 거리
No	주유소명		
1	(주)서\대오\충2(충\충)		1.46637940586639
2	(주)한\충주(유소) (충\충)		1.71903904334048
3	충\충주(유소)		1.81567901130912
4	충\충주(유소)		2.58349757941607
5	대\성산(주)적\명제3..		2.11786690704482
6	(주)한\충주(유소)		1.8294212342486
7	(주)한\충주(유소)		1.96265486366366
8	충\충주(유소)		2.2404004261471
9	한\충주(유소) (충\충)		1.86036647569411
10	(주)한\충주(유소)		1.57041631715788
11	(주)서\대오\충2(충\충)		1.55901280738026
12	충\충주(유소)		3.47014462829058
13	충\충주(유소)		1.63083780186188
14	충\충주(유소)		1.22990723101185
15	충\충주(유소)		2.65326690907604
16	충\충주(유소)		1.04780260941642
17	(주)한\충주(유소) (충\충)		3.25298566724295
18	(주)한\충주(유소) (충\충)		3.250379316782
19	충\충주(유소)		1.27934017643018
20	충\충주(유소)		3.00084518989991
21	충\충주(유소) (충\충)		3.42033878007544

Back

[그림 4-6] 대상지역 계산 결과화면



[그림 4-7]에서는 대상 지역과 원하는 수소충전소의 개수를 입력하면 [그림 4-6]에서 계산되고 저장된 정보에서 검색하여 [그림 4-8]와 같이 해당지역에 구축될 수소충전소의 개수만큼 정보를 보여준다.

**Hydrogen Fueling Stations on Intra-city Area Using Geographic Information System**

---

**Station List**

No	시	구	주유소명	위도			경도		
				도	분	초	도	분	초
301	서울시	동대문구	대일산업(주)익선동점6	37.0	35.0	11.01	127.0	3.0	5.94
302	서울시	동대문구							
303	서울시	동대문구							
304	서울시	동대문구							
305	서울시	동대문구							
306	서울시	동대문구							
307	서울시	동대문구							
308	서울시	동대문구							
309	서울시	동대문구							
310	서울시	동대문구							
311	서울시	동대문구							
312	서울시	동대문구							
313	서울시	동대문구							
314	서울시	동대문구							
315	서울시	동대문구	경남주유소	37.0	33.0	46.43	127.0	3.0	31.16
316	서울시	동대문구	영일주유소 (영일)	37.0	35.0	18.13	127.0	3.0	26.54
317	서울시	동대문구	영일주유소 (주)영일	37.0	33.0	44.02	127.0	3.0	
318	서울시	동대문구	충남주유소	37.0	35.0	16.92	127.0	2.0	33.2
319	서울시	동대문구	(주)고대(동대문)	37.0	30.0	46.18	126.0	56.0	4.17
320	서울시	동대문구	21세기(동대문)	37.0	29.0	13.62	126.0	54.0	20.0

Total : 724 (Page 16 / 37)

prev < 11 12 13 14 15 **16** 17 18 19 20 > next

Calculate Analysis

[그림 4-7] 대상지역 분석화면

**Hydrogen Fueling Stations on Intra-city Area Using Geographic Information System**

---

**Center**

위도			경도		
도	분	초	도	분	초
37.0	34.19230769230769	29.025384615384617	127.0	3.0	26.60346153846154

**Station List**

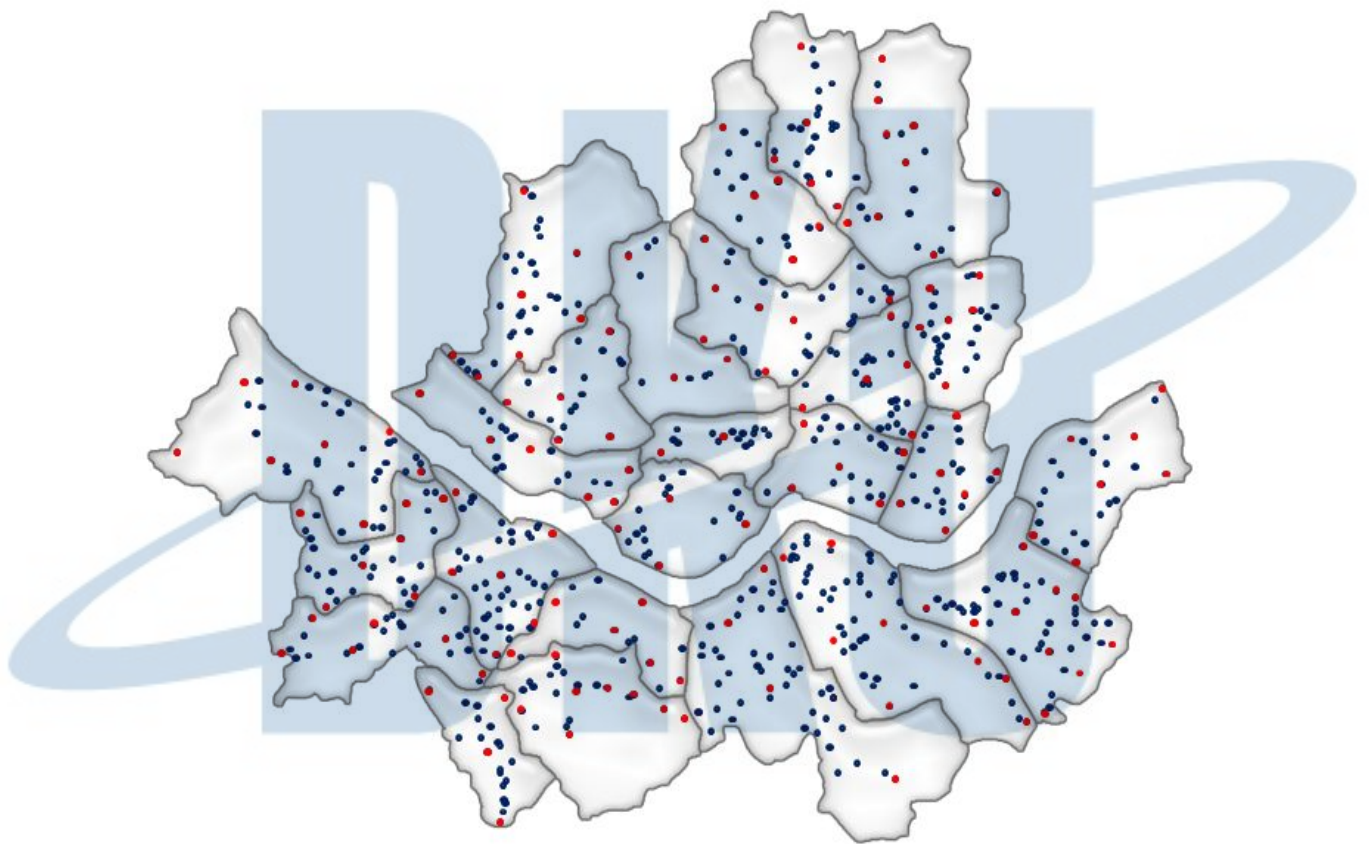
No	주유소명	주유소건의 거리
1	경남주유소	0.130259382267794
2	충남주유소	3.50262090263848
3	영일주유소	2.42876247158918
4	스마트(구.인제)	2.01503230157732
5	충남주유소	1.82333425956405

Back

[그림 4-8] 대상지역분석 결과화면

#### 4.4 서울특별시 수소충전소 구축 결과

수집된 데이터를 바탕으로 기존 서울특별시에 위치한 주유소, LPG충전소 및 CNG충전소를 기반으로 구축된 150개의 수소 충전소를 [그림 4-9]에 나타냈다.



[그림 4-9] 구축된 서울시특별시 수소충전소 지도(2030년)

한편 2030년의 서울특별시의 행정구역별 수소충전소의 수 및 위치를 <표 4-5>에 수록하였다.

<표 4-5> 구축된 서울특별시 수소충전소(2030년)

행정구역	수소충전소 수	수소충전소 위치
종로구	3	경복궁, 안팎, 혜화
중 구	2	퇴계로, 만리
용산구	4	갈월동, 제3한강, 강편, 한국석유
성동구	5	직영동부, 옥수, 청계로, 미소, 도루코
광진구	6	능동, 강평, 성일, 장호, 중산, 구의
동대문구	5	강남, 능주, 영동, 스피드, (주)열린
중랑구	6	망우, 충랑공원, 면목북부, 한인, 범아, 유성
성북구	7	(주)효성, 정릉2차, 옛지, 삼선, 제삼, 미도, 북악
강북구	5	도봉로, 에덴, 신평, 세원, 세한
도봉구	5	서울, 신화제2, 도봉공원, 녹천, 동원가스
노원구	9	하계, 삼육, 수락산, 월례, 배꽃나라, 노원역, 진아, 상계동, 동일로
은평구	7	역촌동, 은평서부, 은평CNG, 녹번, 타이거, 불광, 무궁화
서대문구	5	남정, 문화촌, (주)유평, 연대앞, 동교
마포구	6	청원제일, 상암CNG, 마포, 용강, 망원동, 양지
양천구	7	신정, 건지, 신흥, 토우, 양천CNG, 경준, 양천구
강서구	8	직영관문, 강서가스, 스카이, 양화교, 곱달래, 김포공항, 대양가스, 마곡CNG
구로구	6	개봉, 남부, 온수CNG, 신성, 신오류, 공동가스
금천구	4	백운, 구광석유, 순환도로, 박미



행정구역	수소충전소 수	수소충전소 위치
영등포구	6	남부, 여의도, 동신셀프, 양평주유, 미림, (주)세지
동작구	6	살피재, 21세기, 사당셀프, 대방, 흑석동, 88
관악구	8	삼진, 대공원, 문성골, 행운, 미래, 남현, 서울대역, 신림동
서초구	6	서초현대, 내곡, 방배, 동원, 영동, 신반포
강남구	8	주)센트럴, 주)산성, 대교, 일원, 갤러리아, 서광, 개포, 주)수서
송파구	9	송파, 아시아, 민성, 완불, 직영진양, 세명, 올림픽, 우리, 송파CNG
강동구	7	강동, 강동CNG, 주)코알라, 시티, 고덕, 주)동서울, 신월

<표 4-5>를 보면 결과표에 각 행정구역별로 설치될 수소충전소의 수가 각기 다른데 이는 2009년 인구통계자료를 참조하여 인구에 비례하여 산출을 하였다. 송파구와 노원구는 각 인구 수가 668,962명, 615,981명으로 각각 9곳에 수소충전소 설치를 선정하였고, 이와 반면에 중구는 서울시에서 가장 적은 인구수인 130,362명으로 2곳을 선정하였다. 그 외의 행정구역은 종로구 3곳, 용산구와 금천구는 4곳, 성동구, 동대문구, 강북구, 도봉구, 서대문구에는 5곳, 광진구, 마포구, 구로구, 영등포구, 동작구, 서초구는 6곳, 성북구, 은평구, 양천구, 강동구에는 7곳, 강서구, 관악구, 강남구에는 8곳의 수소충전소 설치를 선정하였다.

## V. 결론

본 논문에서는 GIS를 이용하여 지역 내의 수소 수요를 만족시키기 위한 수소인프라의 거점 분석에 초점을 맞추었으며, 수소연료전지 자동차의 전국적인 수송을 가능하게 하는 지역 내의 수소충전소 인프라 구축 계획을 수립하고자 하였다.

본문에서는 시간상의 한계와 모든 데이터를 넣기에는 분량이 많기 때문에 대한민국 모든 주유소 및 LPG 충전소, CNG 충전소를 대상으로 하지 않고, 사례연구를 들어 서울특별시를 중심으로 각 행정구역별 수소충전소를 구축하는 방안을 수립하였다. 하지만 모든 주유소 및 LPG 충전소, CNG 충전소 넣지 않았을 뿐 제시한 알고리즘을 통하여 언제든지 대한민국 뿐만 아니라 어느 지역을 설정하던지 각 지역의 수소충전소를 구축하는 방안을 제시할 수 있을 것이다. 또한, 본 논문에서 제시한 수소충전소 구축방안을 이용하여 지역 내의 초기 수소경제에 필요한 적절한 수소공급 인프라를 구축할 수 있을 것으로 사료된다.

다만, 본 논문에서 결과를 단순한 거리데이터와 인구수만을 사용하여 결론을 도출하였기 때문에 좀 더 정확한 수소충전소 인프라를 구축 위해서는 본 논문에서 사용한 거리, 인구수 외에 각 지역내의 주요 교통량 등의 다양한 요인을 더하여 분석할 필요성이 있고, 다각면에서의 연구가 필요성이 있다. 향후 연구에서는 지역내의 수소충전소를 구축 할 때에는 많은 다양한 요인들의 분석을 통해 최적의 수소충전소 구축 방안을 이끌어내기 위한 연구가 진행되고, 한 지역내의 수소충전소 방안으로 제한을 두지 않고, 각 지역간의 연구로 확대하여 지역과 지역간에 상관관계 또한 상호관계 면밀히 생각하고 분석하여 지역내의 수소충전소를 구축하는 것이 필요하다고 사료된다.

## 참고문헌

### □ 국내 문헌

- 국지훈, 2011. 지리정보시스템을 이용한 고속국도의 수소충전소 구축 방안, 석사학위 논문, 단국대학교.
- 부경진, 조상민, 2009. 미래 수소경제 실현 기반구축연구: 수송부문의 수소공급인프라 구축 연구, 에너지경제연구원, 기본연구보고서.
- 이상일, 신정엽, 김현미, 홍일영, 전용완, 조대현, 김종근, 이진학, 2010. 지리정보시스템과 지리정보과학 제 2개정판, 시그마프레스.
- 행정안전부, 2009.

### □ 해외 문헌

- Johnson, N. and C. Yang, J. Ogden, 2008. "A GIS-based assessment of coal-based hydrogen infrastructure deployment in the state of Ohio". International Journal of Hydrogen Energy, Vol. 33, pp. 5287-5303.
- Kuby, M. and L. Lines, R. Schultz, Z. Xie, J.G. Kim, S. Lim, 2009. "Optimization of hydrogen stations in Florida using the flow-refueling location model". International Journal of Hydrogen Energy, Vol. 34, pp. 6045-6064.
- Lawrence, K.D. and W.H. Lawton, 1981. Application of diffusion model: some empirical results in new product forecasting. Lexington, Lexington books, U.S.A.
- Melendez, M. and A. Milbrandt. 2005. Analysis of the Hydrogen Infrastructure Needed to Enable Commercial Introduction of Hydrogen Fueled Vehicles. National Renewable Energy Laboratory, U.S.A.
- Melendez, M. and A. Milbrandt, 2008. Geographically-Based Hydrogen Demand and Infrastructure Deployment Scenario Analysis, National Renewable Energy Laboratory, U.S.A.
- Stiller, C. and U. Bunger, S. Moller-Holster, A.M. Svenson, K.A. Espegren, M. Nawak, "Pathways to a hydrogen fuel infrastructure in Norway". International Journal of Hydrogen Energy, Vol. 35, pp. 2597-2601.

## 부 록

### <부록 1> 구축된 수소충전소의 지리정보데이터(서울기준)

연번	구역	TYPE	주유소	주소	위도			경도			중심과 거리
1	강남	주유소	주)센트럴	서울 강남구 대치동 913-18	37	30	5.05	127	3	32.64	0.58
2	강남	주유소	주)산성	서울 강남구 세곡동 20-8	37	27	59.32	127	7	8.54	7.88
3	강남	주유소	대교	서울 강남구 신사동 503-1	37	31	7.96	127	1	9.48	4.12
4	강남	주유소	일원	서울 강남구 일원동 645-13	37	29	27.68	127	5	16.1	3.89
5	강남	주유소	갤러리아	서울 강남구 청담동 79-14	37	31	36.06	127	2	36.65	2.49
6	강남	주유소	서광	서울 강남구 역삼동 834-4	37	29	37.14	127	2	1.62	2.35
7	강남	주유소	개포	서울 강남구 개포동1164-2	37	28	20.40	127	3	6.13	2.64
8	강남	주유소	주)수서	서울 강남구 자곡동 204-1	37	28	58.07	127	6	18.05	5.92
9	강동	주유소	강동	서울 강동구 길동 368-5	37	32	26.20	127	8	26.17	0.11
10	강동	CNG	강동CNG	서울 강동구 강일동 307-2	37	33	50.86	127	10	28.8	4.29
11	강동	주유소	주)코알라	서울 강동구 성내동 319-1	37	31	51.45	127	7	16.09	2.35
12	강동	주유소	시티	서울 강동구 명일동 47-19	37	33	10.81	127	9	21.25	1.98
13	강동	주유소	고덕	서울 강동구 암사동 441-14	37	33	18.36	127	7	46.46	1.68
14	강동	주유소	주)동서울	서울 강동구 상일동 443-8	37	32	42.76	127	10	12.73	3.32
15	강동	주유소	신월	서울 강동구 성내동 439-16	37	33	18.36	127	7	46.46	1.68
16	강북	주유소	도봉로	서울 강북구 미아동 203-2	37	37	45.47	127	1	28.5	0.42
17	강북	주유소	에텐	서울 강북구 번동 112	37	37	18.00	127	2	43.88	2.09
18	강북	주유소	신광	서울 강북구 수유동 277-20	37	38	46.94	127	0	55.25	1.99
19	강북	주유소	세원	서울 강북구 번동 428-38	37	38	3.34	127	2	15.7	1.99
20	강북	주유소	세한	서울 강북구 미아5동 62-7	37	36	56.47	127	1	46.09	1.34
21	강서	주유소	적영관문	서울 강서구 내발산동 648-3	37	33	27.54	126	50	32.63	0.39
22	강서	LPG	강서가스	서울 강서구 오곡동 593-2	37	33	17.92	126	46	8.14	8.00
23	강서	주유소	스카이	서울 강서구 방화동 523-22	37	34	17.34	126	48	15.72	4.36
24	강서	주유소	양화교	서울 강서구 염창동 283-4	37	32	50.52	126	52	38.36	4.08
25	강서	주유소	곰달래	서울 강서구 화곡동 862-16	37	31	53.59	126	51	21.69	2.57
26	강서	주유소	김포공항	서울 강서구 외발산동 353-4	37	32	47.79	126	49	11.52	2.42
27	강서	LPG	대양가스	서울 강서구 가양동 449-5151	37	33	34.33	126	51	34.27	2.13
28	강서	CNG	마곡CNG	서울 강서구 마곡동 61-1	37	34	22.74	126	49	44.73	2.16
29	관악	주유소	삼진	서울 관악구 청룡동 947-12	37	29	0.15	126	56	18.57	0.23
30	관악	주유소	대공원	서울 관악구 남현동 602-306	37	28	21.95	126	58	55.87	4.82
31	관악	주유소	문성골	서울 관악구 미성동 1477-5	37	28	40.00	126	54	51.71	2.77
32	관악	주유소	행운	서울 관악구 봉천동 1679-30	37	28	44.67	126	57	32.86	2.21
33	관악	주유소	미래	서울 관악구 봉천동726-10	37	29	35.39	126	55	36.05	1.78
34	관악	주유소	남현	서울 관악구 남현동 1054-6	37	28	31.83	126	58	20.99	3.72
35	관악	주유소	서울대역	서울 관악구 봉천동 883-12	37	28	53.03	126	56	52.38	0.96

연번	구역	TYPE	주유소	주소	위도			경도			중심과 거리
36	관악	LPG	신림동	서울 관악구 서림동 112-46	37	28	24.74	126	56	2.97	0.86
37	광진	주유소	능동	서울 광진구 능동 236-4	37	33	20.06	127	4	56.48	0.40
38	광진	주유소	강평	서울 광진구 광장동 336-8	37	32	52.31	127	6	26.08	2.66
39	광진	주유소	성일	서울 광진구 자양동 236-147	37	32	14.49	127	3	41.89	2.71
40	광진	주유소	장호	서울 광진구 자양동 677-5	37	31	52.40	127	5	8.72	1.78
41	광진	주유소	중산	서울 광진구 중곡동 605-4	37	34	12.77	127	5	11.11	1.71
42	광진	주유소	구의	서울 광진구 구의동 251-177	37	32	28.22	127	5	2.17	1.21
43	구로	주유소	개봉	서울 구로구 개봉동 92-4	37	30	6.68	126	50	48.67	0.19
44	구로	주유소	남부	서울 구로구 구로동 1126-17	37	28	53.00	126	53	59.17	4.40
45	구로	CNG	온수CNG	서울 구로구 온수동 60	37	29	30.20	126	49	12.98	4.60
46	구로	주유소	신성	서울 구로구 구로본동461-13	37	29	42.40	126	52	56.33	2.3
47	구로	주유소	신오류	서울 구로구 오류동 81-29	37	29	39.83	126	50	21.84	2.47
48	구로	LPG	궁동가스	서울 구로구 궁동 1-16	37	30	24.85	126	49	44.74	3.77
49	금천	주유소	백운	서울 금천구 독산동 1077-3	37	27	31.87	126	53	57.63	0.18
50	금천	주유소	구광석유	서울 금천구 가산동 535-155	37	28	55.08	126	52	30.54	3.37
51	금천	주유소	순환도로	서울 금천구 독산동 900-4	37	28	48.64	126	54	26.98	1.93
52	금천	주유소	박미	서울 금천구 시흥동 980	37	26	13.82	126	54	8.85	2.10
53	노원	주유소	하계	서울 노원구 하계동 243-3	37	38	31.65	127	4	13.32	0.09
54	노원	주유소	삼육	서울 노원구 공릉동26-44	37	38	20.12	127	6	38.39	4.52
55	노원	주유소	수락산	서울 노원구 상계동 1205-7	37	41	11.80	127	3	21.01	4.33
56	노원	CNG	월례	서울 노원구 월계동 863-1	37	37	27.83	127	3	2.67	2.61
57	노원	주유소	배꽃나라	서울 노원구 공릉동 657-12	37	37	6.75	127	4	45.31	2.26
58	노원	주유소	노원역	서울 노원구 상계6동 706-2	37	39	17.95	127	3	31.09	1.76
59	노원	CNG	진아	서울 노원구 월계동 322-7	37	37	38.96	127	3	48.38	1.42
60	노원	주유소	상계동	서울 노원구 상계동 387-212	37	39	30.01	127	4	16.12	1.53
61	노원	LPG	동일로	서울 노원구 상계동 1034-1	37	40	17.08	127	3	19.98	3.13
62	도봉	주유소	서울	서울 도봉구 방학동691-3	37	39	46.84	127	2	11.03	0.23
63	도봉	주유소	신화제2	서울 도봉구 쌍문동 507-43	37	39	22.02	127	0	49.11	2.74
64	도봉	CNG	도봉공영	서울 도봉구 도봉1동 341-1	37	41	24.02	127	2	35.71	2.61
65	도봉	주유소	녹천	서울 도봉구 창동 424-3	37	38	45.01	127	2	57.08	1.86
66	도봉	LPG	동원가스	서울 도봉구 창동 643-2	37	38	39.32	127	1	57.16	1.63
67	동대문	주유소	강남	서울 동대문구 전농동 295-478	37	34	37.19	127	3	23.30	0.13
68	동대문	주유소	능주	서울 동대문구 신설동 100-23	37	34	17.75	127	1	30.76	3.62
69	동대문	주유소	영동	서울 동대문구 이문동 255-119	37	36	13.00	127	3	42.43	2.38
70	동대문	주유소	스피드	서울 동대문구 장안동 466-8	37	33	39.89	127	4	9.98	2.00
71	동대문	주유소	(주)열린	서울 동대문구 휘경동43-79	37	35	3.63	127	4	3.46	1.26
72	동작	주유소	살피재	서울 동작구 상도동 468-1	37	29	53.96	126	57	4.95	0.39
73	동작	주유소	21세기	서울 동작구 신대방동 686-44	37	29	13.62	126	54	20.04	4.81
74	동작	주유소	사당셀프	서울 동작구 사당동 1007-47	37	28	59.06	126	58	53.46	3.89
75	동작	주유소	대방	서울 동작구 대방동 383-19	37	30	20.45	126	55	22.45	2.92
76	동작	주유소	흑석동	서울 동작구 흑석동 9-46	37	30	28.56	126	57	54.75	2.15
77	동작	주유소	88	서울 동작구 사당동 206-6	37	29	14.52	126	57	59.99	2.15
78	마포	주유소	청원제일	서울 마포구 동교동 156-4	37	33	27.03	126	55	26.74	0.29

연번	구역	TYPE	주유소	주소	위도			경도			중심과 거리
79	마포	CNG	상암CNG	서울 마포구 상암동 459	37	34	53.67	126	52	41.40	5.40
80	마포	주유소	마포	서울 마포구 공덕동 105-128	37	33	1.72	126	57	20.17	3.74
81	마포	주유소	용강	서울 마포구 용강동 494-52	37	32	34.72	126	56	19.68	2.15
82	마포	주유소	망원동	서울 마포구 망원동 481-3	37	33	31.47	126	54	26.15	1.68
83	마포	주유소	양지	서울 마포구 도화동 174-1	37	32	31.26	126	56	55.08	3.18
84	서대문	주유소	남정	서울 서대문구 남가좌동 329-34	37	34	32.27	126	55	31.83	0.56
85	서대문	주유소	문화촌	서울 서대문구 홍제동 279-43	37	35	43.81	126	56	54.33	2.60
86	서대문	주유소	(주)유평	서울 서대문구 북가좌동 392-5	37	34	32.22	126	54	13.44	2.97
87	서대문	주유소	연대앞	서울 서대문구 대신동 16-7	37	33	39.56	126	56	29.64	1.86
88	서대문	주유소	동교	서울 서대문구 창천동 512-3	37	33	35.13	126	55	36.73	1.56
89	서초	주유소	서초현대	서울 서초구 서초동 1460-21	37	29	0.06	127	0	40.77	0.40
90	서초	주유소	내곡	서울 서초구 내곡동 142-3	37	27	19.02	127	3	46.17	5.94
91	서초	LPG	방배	서울 서초구 방배2동 443-2	37	28	44.01	126	58	55.65	3.66
92	서초	주유소	동원	서울 서초구 양재동 4-18	37	28	53.54	127	2	31.97	3.05
93	서초	LPG	영동	서울 서초구 잠원동 55-5	37	31	8.41	127	0	43.84	3.06
94	서초	주유소	신반포	서울 서초구 반포동 111-2	37	29	53.97	126	59	41.76	2.52
95	성동	주유소	직영동부	서울 성동구 성수동1가 656-216	37	33	4.69	127	2	47.41	0.40
96	성동	주유소	옥수	서울 성동구 옥수동 450-1	37	32	27.15	127	0	41.01	4.23
97	성동	주유소	청계로	서울 성동구 하왕십리동 291-9	37	34	12.01	127	1	38.56	2.59
98	성동	주유소	미소	서울 성동구 용답동 236-4	37	33	37.45	127	4	9.20	2.42
99	성동	주유소	도루코	서울 성동구 성수동2가 19-14	37	32	31.09	127	3	48.41	2.13
100	성북	주유소	(주)효성	서울 성북구 하월곡동 67-49	37	36	11.80	127	2	7.50	0.33
101	성북	CNG	정릉2차	서울 성북구 정릉4동 820-18	37	37	4.77	126	59	56.15	3.94
102	성북	주유소	옛지	서울 성북구 석관동 183-1	37	36	38.36	127	3	44.67	3.40
103	성북	주유소	삼선	서울 성북구 삼선동1가 12-1	37	35	16.47	127	0	20.07	3.27
104	성북	주유소	제삼	서울 성북구 안암동4가 41-37	37	34	46.36	127	1	28.24	2.27
105	성북	주유소	미도	서울 성북구 돈암동 30-53	37	36	3.67	127	1	17.62	1.22
106	성북	주유소	북악	서울 성북구 정릉동 428	37	36	19.70	127	0	30.65	2.66
107	송파	주유소	송파	서울 송파구 송파동 174-16	37	30	8.98	127	6	58.82	0.39
108	송파	주유소	아시아	서울 송파구 잠실동 305-11	37	30	16.46	127	4	38.57	4.63
109	송파	주유소	민성	서울 송파구 거여동 34-6	37	29	34.56	127	8	58.07	3.45
110	송파	주유소	완불	서울 송파구 장지동 608-5	37	28	15.98	127	7	34.05	2.63
111	송파	주유소	직영진양	서울 송파구 풍납동 401-6	37	31	37.07	127	7	5.00	2.46
112	송파	주유소	세명	서울 송파구 석촌동 217-17	37	29	57.34	127	5	49.44	2.42
113	송파	주유소	올림픽	서울 송파구 오금동 4	37	30	34.68	127	7	54.83	1.72
114	송파	주유소	우리	서울 송파구 가락동 137-9	37	29	32.78	127	7	38.55	1.12
115	송파	CNG	송파CNG	서울 송파구 장지동 862-2	37	28	52.45	127	8	11.12	2.52
116	양천	주유소	신정	서울 양천구 신정동 943-15	37	31	23.09	126	51	7.13	0.13
117	양천	주유소	건지	서울 양천구 목동 121-4	37	32	42.63	126	52	55.77	3.78
118	양천	LPG	신흥	서울 양천구 신월동 53-1	37	32	20.30	126	49	35.87	3.16
119	양천	주유소	토우	서울 양천구 신정동 162-40	37	30	22.85	126	52	16.00	2.60
120	양천	CNG	양천CNG	서울 양천구 신정동 827	37	30	26.06	126	50	8.05	2.42
121	양천	주유소	경준	서울 양천구 목동 709-1	37	32	33.79	126	51	47.45	2.02



연번	구역	TYPE	주유소	주소	위도			경도			중심과 거리
122	양천	주유소	양천구	서울 양천구 목동 804-35	37	31	49.02	126	51	55.90	2.16
123	영등포	주유소	남부	서울 영등포구 영등포동 426-90	37	30	55.04	126	54	16.08	0.21
124	영등포	주유소	여의도	서울 영등포구 여의도동 10-1	37	31	49.22	126	55	32.08	2.59
125	영등포	주유소	동신셀프	서울 영등포구 대림동 994-1	37	29	9.40	126	54	12.62	2.54
126	영등포	주유소	양평주유	서울 영등포구 양평동5가 37	37	32	18.38	126	53	31.75	2.65
127	영등포	주유소	미림	서울 영등포구 신길동505	37	30	0.58	126	55	11.70	1.98
128	영등포	LPG	(주)세지	서울 영등포구 문래동6가 1-2	37	31	1.24	126	53	18.23	1.99
129	용산	주유소	갈월동	서울 용산구 갈월동 11-34	37	32	49.04	126	58	19.98	1.05
130	용산	주유소	제3한강	서울 용산구 한남동 224	37	31	57.83	127	0	26.93	3.42
131	용산	주유소	강변	서울 용산구 청암동 168-22	37	32	4.92	126	56	44.10	3.47
132	용산	주유소	한국석유	서울 용산구 이촌동 302-79	37	31	17.12	126	57	55.37	1.86
133	은평	주유소	역촌동	서울 은평구 역촌동 22-12	37	36	18.76	126	54	56.64	0.41
134	은평	LPG	은평서부	서울 은평구 진관동 76-6	37	38	45.06	126	54	35.18	3.90
135	은평	CNG	은평CNG	서울 은평구 수색동 414-1	37	35	33.66	126	53	7.59	3.17
136	은평	주유소	녹번	서울 은평구 녹번동 59-1	37	36	1.82	126	56	10.8	2.60
137	은평	주유소	타이거	서울 은평구 증산동 222-6	37	34	42.33	126	54	7.38	2.43
138	은평	주유소	불광	서울 은평구 불광동 105-118	37	37	23.52	126	55	40.36	2.50
139	은평	주유소	무궁화	서울 은평구 응암동 594-1	37	35	12.13	126	54	57.23	1.42
140	종로	주유소	경복궁	서울 종로구 중학동 14	37	34	31.50	126	58	48.48	1.30
141	종로	주유소	안팎	서울 종로구 홍지동 126-1	37	35	56.80	126	57	32.95	2.26
142	종로	주유소	혜화	서울 종로구 혜화동 102-2	37	35	9.84	127	0	3.81	2.57
143	중구	주유소	퇴계로	서울 중구 필동2가 51	37	33	41.99	126	59	49.72	0.19
144	중구	주유소	만리	서울 중구 만리동2가 215-1	37	33	9.67	126	57	48.82	4.00
145	중랑	주유소	망우	서울 중랑구 상봉1동 100	37	35	49.46	127	5	13.23	0.22
146	중랑	CNG	충랑공영	서울 중랑구 신내1동 65-8	37	36	51.70	127	6	16.87	2.52
147	중랑	CNG	면목북부	서울 중랑구 면목4동 378-3	37	34	23.40	127	5	5.51	1.98
148	중랑	주유소	한인	서울 중랑구 상봉동 137-8	37	35	32.68	127	4	18.68	1.81
149	중랑	주유소	범아	서울 중랑구 목동 244-151	37	36	33.03	127	4	39.58	1.70
150	중랑	주유소	유성	서울 중랑구 망우동 359-2	37	35	57.57	127	6	2.57	1.45

## <부록 2 > Algorithm Program File

```
/**
 * 구축할 시,구를 선택했을 때, 중심값(센터)를 구하는 메소드
 * @param si
 * @param gu
 * @return
 */

public CenterBean getCenter(String si, String gu) {

    Connection con = null;
    Statement stmt = null;
    ResultSet rs = null;
    double totalCnt = 0; // 해당 시구에 전체 주유소 수
    double la_h_c = 0;   // 중심이 될 주유소에 위도(도)
    double la_m_c = 0;   // 중심이 될 주유소에 위도(분)
    double la_s_c = 0;   // 중심이 될 주유소에 위도(초)
    double lo_h_c = 0;   // 중심이 될 주유소에 경도(도)
    double lo_m_c = 0;   // 중심이 될 주유소에 경도(분)
    double lo_s_c = 0;   // 중심이 될 주유소에 경도(초)

    CenterBean centerBean = new CenterBean();
    Vector selectList = new Vector();

    try {
        con = DBManager.getConnection();
        stmt = con.createStatement();
```



```

String cntQuery =
    "select count(*) from station where si='"+si+"' and gu='"+gu+"'";
rs = stmt.executeQuery(cntQuery);
if(rs.next()){
    totalCnt = rs.getDouble(1);
}

```

```

String strQuery =
    " select la_h,la_m,la_s,lo_h,lo_m,lo_s " +
    " from station" +
    " where si='"+si+"' and gu='"+gu+"'";
rs = stmt.executeQuery(strQuery);
while (rs.next()) {
    la_h_c = la_h_c + rs.getDouble("la_h");
    la_m_c = la_m_c + rs.getDouble("la_m");
    la_s_c = la_s_c + rs.getDouble("la_s");
    lo_h_c = lo_h_c + rs.getDouble("lo_h");
    lo_m_c = lo_m_c + rs.getDouble("lo_m");
    lo_s_c = lo_s_c + rs.getDouble("lo_s");
}
la_h_c = la_h_c / totalCnt;
la_m_c = la_m_c / totalCnt;
la_s_c = la_s_c / totalCnt;
lo_h_c = lo_h_c / totalCnt;
lo_m_c = lo_m_c / totalCnt;
lo_s_c = lo_s_c / totalCnt;

```

```

centerBean.setLa_h(la_h_c);
centerBean.setLa_m(la_m_c);
centerBean.setLa_s(la_s_c);
centerBean.setLo_h(lo_h_c);
centerBean.setLo_m(lo_m_c);

```

```

        centerBean.setLo_s(lo_s_c);
        Util.fixNullAndTrim(centerBean);
    }
    catch (Exception ex) {
        ex.printStackTrace();
    }
    finally {
        DBManager.close(con, stmt, rs);
    }
    return centerBean;
}

/**
 * 구축할 시,구,수소충전소 수를 입력하여 수소충전소를 선택하는 메소드
 * @param si (시)
 * @param gu (구)
 * @param count (수소충전소 수)
 * @return
 */
public Vector getDistanceList(String si, String gu, String count){

    Connection con = null;
    Statement stmt = null;
    ResultSet rs = null;
    String strQuery = null;
    Vector distanceList = new Vector();

    int countInt = 0;
    if(count != null){
        countInt = Integer.parseInt(count);
    }

```

```

try {
    con = DBManager.getConnection();
    stmt = con.createStatement();

    strQuery =
        " select a.si, a.gu, a.s_from, a.s_to, b.no, b.name, a.distance " +
        " from distance a, station b " +
        " where a.s_to = b.no " +
        " and b.si = '"+si+"' and b.gu = '"+gu+"' and a.s_from = '00' " +
        " and a.distance = (select min(distance) from distance " +
        " where si = '"+si+"' and gu = '"+gu+"' and s_from = '00') ";

    rs = stmt.executeQuery(strQuery);
    String stationFirstNo = null;
    while (rs.next()) {
        StationBean stationFirstBean = new StationBean();
        stationFirstNo = rs.getString("no");
        stationFirstBean.setNo(stationFirstNo);
        stationFirstBean.setName(rs.getString("name"));
        stationFirstBean.setDistance(rs.getDouble("distance"));

        Util.fixNullAndTrim(stationFirstBean);
        distanceList.addElement(stationFirstBean);
    }

    String stationSecondNo = null;
    if(countInt > 1){
        strQuery =
            " select a.si, a.gu, a.s_from, a.s_to, b.no, b.name, a.distance "
+
            " from distance a, station b " +
            " where a.s_to = b.no " +

```

```

" and b.si = '"+si+"' and b.gu = '"+gu+"' and a.s_from
='"+stationFirstNo+"' " +
" and a.distance = (select max(distance) from distance " +
" where si = '"+si+"' and gu = '"+gu+"' and s_from =
 '"+stationFirstNo+"') ";

```

```

rs = stmt.executeQuery(strQuery);

```

```

while (rs.next()) {
    StationBean stationSecondBean = new StationBean();
    stationSecondNo = rs.getString("no");
    stationSecondBean.setNo(stationSecondNo);
    stationSecondBean.setName(rs.getString("name"));
    stationSecondBean.setDistance(rs.getDouble("distance"));

    Util.fixNullAndTrim(stationSecondBean);
    distanceList.addElement(stationSecondBean);
}
}

```

```

if(countInt > 2){

```

```

    String strQueryOption = " s_from = '"+stationFirstNo+"' or s_from
    = '"+stationSecondNo+"' " ;

```

```

for(int c=0; c<countInt-2; c++){

```

```

    Vector areaList = getAreaList(si, gu, distanceList);
    double maxDistance = 0;
    double distance = 0;
    String maxNo = null;
    String maxName = null;

```

```

strQueryOption = strQueryOption;

for(int i=0; i<areaList.size(); i++){
    StationBean stationBean = new StationBean();
    stationBean = (StationBean)areaList.elementAt(i);
    String s_no = stationBean.getNo();
    String s_name = stationBean.getName();

    strQuery =
        " select a.si, a.gu, a.s_from, a.s_to, b.no,
b.name, a.distance " +
        " from distance a, station b " +
        " where a.s_to = b.no " +
        " and b.si = '"+si+"' and b.gu = '"+gu+"'
and a.s_to = '"+s_no+"' " +
        " and a.distance = (select min(distance)
from distance " +
        " where si='"+si+"' and gu='"+gu+"' and
s_to = '"+s_no+"' and (" +strQueryOption+"))";

    rs = stmt.executeQuery(strQuery);
    while (rs.next()) {
        distance = rs.getDouble("a.distance");
    }

    maxDistance = Math.max(maxDistance, distance);

    if(maxDistance == distance){
        maxNo = s_no;
        maxName = s_name;
    }
}

```

```
strQueryOption = strQueryOption + " or s_from =  
"+maxNo+" ";
```

```
StationBean stationBean = new StationBean();  
stationBean.setNo(maxNo);  
stationBean.setName(maxName);  
stationBean.setDistance(maxDistance);  
Util.fixNullAndTrim(stationBean);  
distanceList.addElement(stationBean);
```

```
    }  
}  
}  
catch (Exception ex) {  
    ex.printStackTrace();  
}  
finally {  
    DBManager.close(con, stmt, rs);  
}  
return distanceList;  
}
```



(Abstract)

# A Construction Plan of Hydrogen Fueling Stations on Intra-city Area Using Geographic Information System

LEE, TAEGYUN

Department of Industrial Engineering

Graduate School

Dankook University

Advisor : Professor (Dr.) Gim, Bongjin

Energy experts forecast that the current transportation system should be changed greatly until 2030 in order to reduce the oil consumption and minimize the environmental burden. The commercialization of fuel cell vehicles is difficult since the hydrogen supply infrastructure such as hydrogen filling station are rare.

This study aim at providing an efficient hydrogen infrastructure for the transportation sector. The demands of the transportation sector can be divided by the intra-city demand and the inter-city demand. This study focuses on the analysis of hydrogen infrastructure bases to satisfy the intra-city transportation demand. The objective was to determine the location and the number of hydrogen stations in each region.

As a case study, Seoul is elected for deploying hydrogen filling stations in order to satisfy the hydrogen demand in 2030. We suggested the location and the number of hydrogen stations in each district in Seoul utilizing the geographic information system. The suggested hydrogen stations can be utilized for constructing the efficient future hydrogen

supply infrastructure.



Key Word : hydrogen fueling stations, geographic information system), hydrogen infrastructure,  
Seoul