



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](#)

碩士學位論文

시공간정보를 이용한
도시 시설공사 플래닝 시스템

濟州大學校 大學院

컴퓨터工學科

申 在 鉉

2019年 2月

시공간정보를 이용한
도시 시설공사 플래닝 시스템

指導教授 李 尙 俊

申 在 鉉

이 論文을 컴퓨터工學 碩士學位 論文으로 提出함

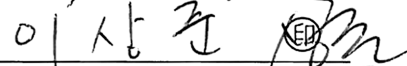
2018年 12月

申在鉉의 工學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長



委 員



委 員



濟州大學校 大學院

2018年 12月

Urban facility construction planning system
using space-time information

Shin Jaehyeon
(Supervised by professor Sang Joon Lee)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for the
degree of Master of Science in Computer Engineering

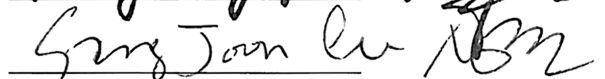
2018. 12.

This thesis has been examined and approved.

Thesis director,



Thesis director,



Thesis director,



December 2018

Department of Computer Engineering

GRADUATE SCHOOL

JEJU NATIONAL UNIVERSITY

목 차

목 차	i
그림목차	ii
표 목 차	iii
국문초록	iv
Abstract	v
I. 서 론	1
II. 관련 연구	4
1. 지하공동구 활용	4
2. 도시계획정보서비스	5
3. 서울도시계획포털	5
4. 세계 측지계	6
5. 연구동향	7
III. 시공간 정보를 이용한 플래닝 시스템	8
1. 도시 시설공사 종류에 따른 공간정보의 처리	8
2. 도시 시설공사 종류에 따른 시간정보의 처리	13
3. 타 공사와의 간섭공간 파악	14
4. 우선순위 플래닝	16
IV. 프로토타입 시스템 구축	20
1. 시스템 구현	20
2. 실험 데이터	24
3. 실험 결과	27
V. 결론	35
참고문헌	37

그림 목 차

그림 1. 지하공동구	4
그림 2. WGS84 좌표계의 정의	6
그림 3. 도로공사 및 굴착행위 신고서 양식	8
그림 4. 지번으로 위치를 나타내는 서울도시계획 포털 사이트	9
그림 5. 중간점을 활용한 자세한 공사의 위치	10
그림 6. 도로공사와 상수도 공사의 교차점	11
그림 7. 중복된 시간정보	13
그림 8. 도로공사와 상수도공사	14
그림 9. 두 공사 사이의 교차점	15
그림 10. 매년 반복되는 중복공사의 문제점	16
그림 11. 매설물의 위치에 따른 도시시설	17
그림 12. 굴착 시설 복구 방법	18
그림 13. 간섭공간의 발생	19
그림 14. 위상정렬을 이용한 두 값의 변경	19
그림 15. 일정에 맞게 플래닝 실시	19
그림 16. 스프링프레임워크 개발환경	20
그림 17. 구현된 프로그램의 첫 화면	21
그림 18. 구현된 프로그램의 시설공사 등록화면	22
그림 19. 도시 시설공사가 등록된 화면	23
그림 20. 공통데이터와 공간정보 테이블 정보	24
그림 21. 중간점 테이블 정보	25
그림 22. 시간정보 테이블 정보	26
그림 23. 2개의 도로공사	27
그림 24. 교차점이 발생한 오수관 공사	28
그림 25. 도로공사와 오수관 공사 사이에 교차점이 발생한 전력공사	30
그림 26. 교차점이 발생한 통신공사와 전력공사	32
그림 27. 우선순위가 적용된 플래닝 테이블	33
그림 28. 플래닝이 완료된 도시 시설공사 플래닝 시스템	34

표 목 차

표 1. 도시시설현황	3
표 2. 연구동향	7
표 3. 공통 데이터	8
표 4. 공간정보 데이터	10
표 5. 시간정보 데이터	13
표 6. 중복된 시간정보	15
표 7. 도시시설공사의 우선순위	18
표 8. 공통데이터와 공간정보 데이터 테이블	24
표 9. 중간점 데이터 테이블	25
표 10. 시간정보 데이터 테이블	26
표 11. 중복되지 않는 시간정보	28
표 12. 플래닝 전 도로공사와 오수관 공사	29
표 13. 플래닝 후 도로공사와 오수관 공사	29
표 14. 플래닝 전 도로공사와 전력공사	30
표 15. 플래닝 후 도로공사와 전력공사	31
표 16. 플래닝이 일어나지 않는 오수관 공사와 도로공사	31
표 17. 우선순위가 적용된 플래닝 결과	33

시공간정보를 이용한 도시 시설공사 플래닝 시스템

컴퓨터공학과 신 재 현
지도교수 이 상 준

이 논문에서는 체계적인 도시 시설공사 플래닝 시스템의 공유모델을 제시한다. 도시 시설공사에 대한 범위가 확대됨에 따라, 서로 다른 공공기관들에 의한 도시 시설 공사들이 같은 장소에서 단기간에 동시다발적으로 발생하고 있다. 이러한 중복 공사들은 시간적으로나 비용적으로 비효율적인 시설공사들을 야기한다. 이 문제점을 개선하기 위해서 타 기관들과의 도시 시설공사 정보에 대한 공유 방법과 같은 장소에서 단기간에 동시다발적으로 발생하는 중복공사를 찾는 방법을 연구하였다. 이 방법을 통해 도시 시설공사에 대한 순위를 바꾸는 우선순위 플래닝 시스템을 제안한다.

주제어 : 시공간정보, 공사 플래닝 시스템, 중복공사

Abstract

Urban facility construction planning system using space-time information

Shin Jaehyeon
Department of Computer Engineering
Graduate School

Supervised by Professor Lee, Sang-Joon

In this paper, a shared model of systematic urban facility construction planning system is proposed. As the scope of construction on urban facilities has expanded, the construction process may occur simultaneously in the same space and short period of time by the different public agencies. This kind of construction duplications may cause the inefficiency of construction time and cost. In order to eliminate this inefficiency, we studied the sharing method of the construction information which are produced by the different construction agencies. And also studied the method of find out the duplicate constructions occurring in the same place and short period of time. And Then we suggest a system that can rearrange the order of urban facility construction.

Keywords : space-time scheduler, construction planning system, duplication works

I. 서 론

도시 시설의 종류에는 교통시설, 공간시설 등 총 54개의 시설이 있고 그에 따른 면적은 2016년을 기준으로 하여 <표 1>과 같이 총7,356km²에 이른다. 이는 2015년과 대비 약 525.2km²가 증가한 수치이며, 그 중 교통시설이 2,340km² (31.8%)로 가장 많은 결정면적을 보이고 있다.

도시 시설의 결정면적은 꾸준히 증가 추세에 있으며, 국민소득 증대로 삶의 질 향상에 대한 국민의 욕구가 점차 증대됨에 따라 앞으로도 증가추세를 보일 것으로 국토교통부에서는 전망하고 있다.

이렇게 도시 시설에 대한 공사의 범위가 확대되어가며, 각 시도 공공기관뿐만 아니라 한국도로공사, 한국가스공사, 한국수자원공사 등 도시 시설 기반의 유관기관에 대한 역할도 점차 다양해지고 분야별로 전문성을 갖게 되면서 여러 가지 도시 공사들이 동시다발적으로 발생하고 있다.[1]

문제는 동시다발적으로 발생하는 도시 시설공사들의 다양한 정보들이 발주기관, 시공업체 등에서 서로 공유하지 못한 채 비효율적인 공사계획을 수립하여 공사를 진행하고 있는 점이다.[2]

결국 여러 기관에서 발주된 공사들이 같은 장소에서 중복으로 이루어지는 경우가 자주 발생하여 예산이 낭비되고 시민들의 불편을 초래하는 결과를 가져오고 있다.[3][4]

이러한 행위를 방지하기 위해 대부분의 지자체에서는 도로굴착 사업의 착수 전 도로굴착사업계획 심의회를 열어 도로굴착의 사업기간과 공사 안전 등에 대한 심의 조정을 하고 있다.

하지만 심의조정을 통해 조정 가능한 공사들은 극히 일부분으로써 예산을 확보한 사업이거나, 공사가 진행 중인 사업에 한할 수밖에 없다. 특히 진행 중인 사업을 조정할 경우, 계획된 공사의 완공시기보다 기간이 단축되면 부실공사로 인한 안전의 문제가 가중되고, 반대로 공사의 완공시기가 연장될 경우 공사에서 가장 많은 비용을 차지하고 있는 노무비의 증가로 공사비용이 낭비되는 역효과가 나타날 수 있다.

본 연구에서는 예산의 절감과 효율적인 공사 계획을 수립하기 위한 표준화된 정보 공유의 모델을 구현하는데 그 목적이 있다.

이를 위해 도시시설공사에서 도시계획시설의 결정에 따라 결정되는 사업의 승인과 계획, 시행, 준공 순의 단계 중 건설공정관리의 기본이라 할 수 있는 공정 계획 단계에 초점을 맞추었다.

기존에는 합리적인 사전계획 없이 현장 기술자의 경험과 협력업체의 능력에 따라 주어진 공사기간을 맞추는 방식[5]에서 정확한 시공간 정보를 활용하여 체계적인 도시 시설공사 계획을 수립하고 표준화 된 정보 공유 모델을 구축하여 예산의 절감과 시민 불편을 최소화 하고자 한다.

표 1. 도시시설현황[1]

(단위 : km², %)

구분		연도									
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
합계	면적	4,894	5,392	6,102	6,338	6,568	6,721	6,670	6,831	7,356	
	비율	30.8	31.9	31.7	32.4	32.3	32.7	33.4	33.6	31.8	
교통 시설	면적	1,507	1,722	1,936	2,053	2,124	2,196	2,229	2,293	2,340	
	비율	30.8	31.9	31.7	32.4	32.3	32.7	33.4	33.6	31.8	
공간 시설	면적	1,689	1,539	1,543	1,489	1,510	1,506	1,497	1,486	1,486	
	비율	34.5	28.5	25.3	23.5	23.0	22.4	22.4	21.8	20.2	
유통및공급 시설	면적	156	125	199	212	218	218	221	226	230	
	비율	3.2	2.3	3.3	3.3	3.3	3.2	3.3	3.3	3.1	
공공문화 체육시설	면적	694	794	853	887	925	937	957	979	982	
	비율	14.2	14.7	14.0	14.0	14.1	13.9	14.3	14.3	13.4	
방재 시설	면적	747	1,098	1,443	1,564	1,655	1,724	1,613	1,689	2,162	
	비율	15.3	20.3	23.6	24.7	25.2	25.6	24.2	24.7	29.4	
보건위생 시설	면적	27	38	47	50	51	52	48	49	50	
	비율	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	
환경기초 시설	면적	73	77	82	84	87	88	104	109	106	
	비율	1.5	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.6	1.6	1.4	

II. 관련 연구

1. 지하공동구 활용

서울시 등 비교적 큰 도시에서는 지하공동구를 통해 전기, 가스, 통신시설 등 지하 매설물을 공동수용 할 수 있는 지하시설을 건설하여 관리하고 있다. 지하공동구란 <그림 1>에서 보는 것처럼 전력, 통신, 수도, 난방 등의 시설을 지하의 일정공간에 공동으로 수용하여 굴착 등의 도로시설 훼손 없이 관리토록 한 도시기반시설이다.

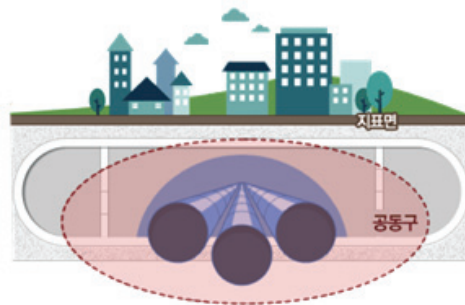


그림 1. 지하공동구

지하공동구를 사용하게 되면 공동구 안에 각각의 도시시설 매설물 공간이 별도로 존재하여 중복공사가 발생하지 않는다. 하지만 보통 대규모의 전력시설과 통신시설이 도시의 중심부를 관통하여 지나가야 하는 등의 여러 여건이 마련되어야 하고 사실상 전력시설과 통신시설의 전용으로 사용되는 경우가 많다. 또한 상하수도과 같이 사용될 경우 습기 등의 안전사고 위험이 크기 때문에 일반적으로 중소도시에서는 지하공동구 사업을 하는 경우가 드물며 전기와 통신부분에서도 그만한 수요가 없기에 중복공사의 해결책으로는 현실적으로 어렵다.

2. 도시계획정보서비스

국토교통부에서는 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 근거하여 국토의 공간구조와 발전방향을 제시하는 종합계획을 국민들에게 제공하기 위해 도시계획정보서비스 사이트를 운영 관리하고 있다. 도시계획의 지형도면과 결정고시 실시계획 등을 각 기관별로 보여주고 주민의견청취를 통해 주민들의 의견을 수렴하며 연도별에 따른 도시계획현황통계 서비스를 제공한다.[6] 하지만 도시시설 공사에 대한 구체적인 계획보다는 전국의 도시계획에 대한 통계를 분석하는데 목적이 있으며 지자체 UPIS(Urban Planning Information Service) 데이터를 연계하여 법령에 따라 전국의 도시계획 고시공고를 한 곳에 모아놓은 홈페이지 서비스이다.

3. 서울도시계획포털

서울시에서도 국토교통부와 비슷하게 도시계획과 관련된 별도의 서울도시계획포털 서비스를 제공한다.[7] 도시계획정보서비스와 마찬가지로 서울시 도시계획에 대한 현황과 도면, 실시계획 등을 보여주지만, 제공되는 콘텐츠에 GIS(Geographic Information System) 서비스를 함께 제공하여 누구나 쉽게 도시계획에 따른 위치를 파악할 수 있다는 장점이 있다. 또한 지구단위계획과 재개발, 재건축 상황에 대한 내용을 제공함으로써 상세한 도시계획 서비스가 가능하다. 하지만 서울도시계획포털 역시 중복공사에 대한 별도의 플래닝 시스템을 제공하고 있지 않으며 지번 중심의 GIS를 표현함으로써 위치에 대한 정확도가 떨어진다.

4. 세계 측지계(World Geodetic System, WGS)

국제 측지좌표기준계인 WGS는 1950년대 미국 국방성에서 전세계에 통일된 좌표체계를 이용할 수 있도록 개발된 자심좌표체계로서, 지구를 하나의 회전 타원체라고 가정하고 장반경이 6,378km 편평율이 1/298이 되고 회전되는 타원체의 중심이 지구 질량의 중심과 일치하며 그 축이 지구의 자전축과 일치한 측지계다.[8]

우리나라도 측량법(2003.1.1.) 개정에 따라 측지기준계(Geodetic Datum)가 지역좌표계에서 세계좌표계로 변경되었다.[9] WGS84는 <그림 2>와 같이 GPS좌표와 실시간으로 호환될 수 있으며 동경측지계로의 좌표변환이 불필요하다는 장점이 있다.

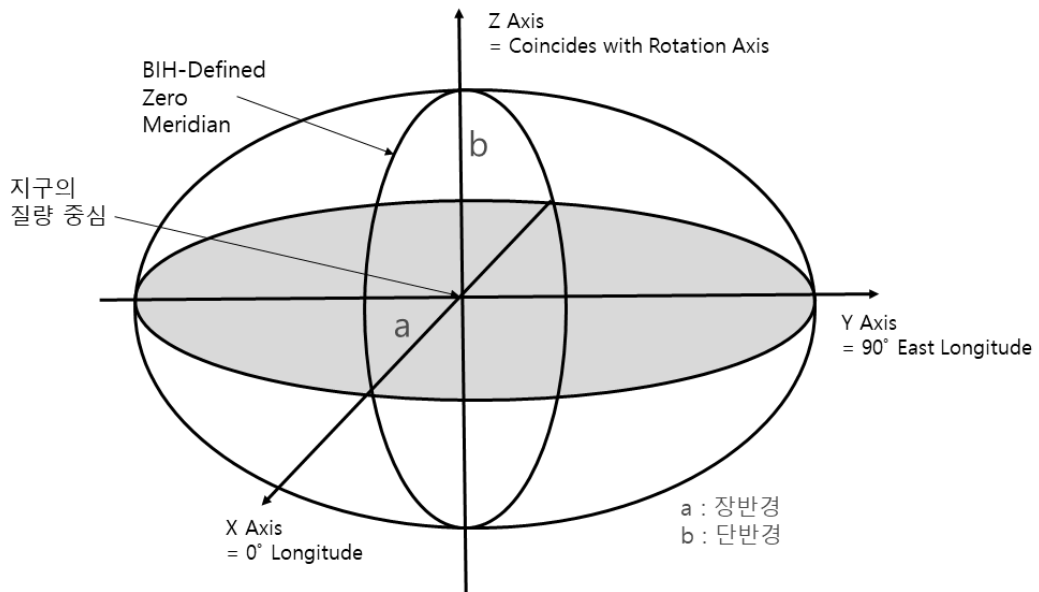


그림 2. WGS84 좌표계의 정의[10]

5. 연구동향

현재 도시 시설공사는 공정 계획의 부실로 인해 원활한 공정관리가 이루어지지 못하고 있으며 공사기간의 지연도 빈번히 발생하고 있다. 이러한 현실에서 기존 공정계획의 한계를 인식하고 이를 극복하기 위한 다양한 공정계획 기법에 대한 연구들이 활발히 수행되고 있다.

<표 2>는 공정 계획의 개선과 시공간 등을 활용한 다양한 연구 동향들을 본 연구와 비교한 내용이다.

표 2. 연구동향

연구자	제목	주요내용	비 교
김창우 (2016)	시공간 공간정보 구축을 위한 데이터 모델 개발에 관한 연구[18]	국가기본도와 정상영상 지도 및 수치표고모델의 현재와 과거 간의 정보연계	시공간 공간정보 시스템을 제시할 뿐 공정 계획 모델에서 도시 공사 공유 모델을 제시하지 못함
송호정, 최재현 (2015)	프로세스 시뮬레이션 모델링 기법의 효율적 활용을 통한건설 공정 계획 방안	건설공사에 투입된 자원을 중심으로 초기 계획을 수립하여 비용 절감	전형적인 시공 프로세스에 의존한 실험으로 도시 공사에 대한 공유 모델을 제시하지 못함
서종원, 강상혁 (2005)	GIS를 이용한 도로 공사의 시공계획에 관한 연구[15]	효율적이고 과학적인 시공계획을 위해 GIS와 같은 통합 환경에서 구현	공간 스케줄링을 시간정보와 함께 공유모델로 제시하지 못함
최해진 (2003)	건축공사의 공정계획 소프트웨어 개발에 관한 연구	공정관리 소프트웨어들의 운영 실태 조사 분석하고 문제점을 도출한 새로운 공정계획 시스템 구축	작업계획 및 공정관리 소프트웨어의 검증에 관한 연구로써 별도의 공정 플래닝과 공유모델을 제시하지 못함

Ⅲ. 시공간 정보를 이용한 플래닝 시스템

1. 도시 시설공사 종류에 따른 공간정보의 처리

공정의 계획에서 도시공사는 <표 3>과 같이 기본적으로 각 기관마다 공사들을 분류할 수 있는 공사의 등록번호와 공사의 발주기관(혹은 수요기관), 공사를 실제적으로 수행하는 시공업체 그리고 도시 시설 공사의 종류에 대한 정보가 공통 데이터로 들어간다.

표 3. 공통 데이터

인덱스	등록번호	발주기관	시공업체	공사의 종류
-----	------	------	------	--------

공사의 종류는 지하 매설물의 위치에 따라 지하철, 도시가스, 오수관, 우수관, 상수도관, 통신선, 전력선, 도로 순으로 나뉜다.[14]

■ 도로공사 시행규칙(별지 제1호서식) <개정 2016. 12. 30.>

도로공사 시행 허가 신청서

접수번호	접수일	처리기간	15일
신청인	성명(법인명) 주소(법인의 경우에는 주된 사무소의 소재지)		생년월일(법인등록번호)
	주소(법인인 경우에는 주된 사무소의 소재지) (전화번호:)		
도로의 종류	노선번호(노선명)		
공사의 종류	시행장소		
신청내용	공사시행 구간 부터 까지 (필요하면)		
	공사시행 기간 년 월 일부터 년 월 일까지 (월간)		
	공사의 목적 및 사유		
「도로법」 제30조제1항, 같은 법 시행령 제34조제1항 및 같은 법 시행규칙 제13조제1항에 따라 위와 같이 도로공사 시행의 허가를 신청합니다.			
도로관리청 귀하		신청인 (인)	

210mm×297mm(복합지 80g/㎡(재활용품))

■ 지하수법 시행규칙(별지 제18호서식) <개정 2016. 12. 30.>

굴착행위 신고서

※ 해당이 어유은 한은 신고인이 적지 않습니다

접수번호	접수일	처리기간	5일
신고인	성명(법인명) 주소(법인인 경우에는 주된 사무소의 소재지)		생년월일(법인등록번호)
	주소(법인인 경우에는 주된 사무소의 소재지) (전화번호:)		
신고내용	굴착행위 내용		
	순번	위치	차표(경도, 위도)
	굴착 길이	굴착 깊이	굴착 지름
	굴착 목적		
착공 예정일	년 월 일		원상복구 예정일
예정 시공 업체명	대표자(주소)		
「지하수법」 제9조의4제1항 각 호 외의 부분 전단에 따라 위와 같이 지하수에 영향을 미치는 굴착행위를 신고합니다.			
시장·군수·구청장 귀하		신고인 (서명 또는 인)	
신고인 제출서류	1. 굴착행위의 위치를 표시한 지적도 또는 임야도 2. 합상복구계획서 3. 표지를 사용·수익할 수 있는 면적을 증명할 수 있는 서류(토지 등기사항증명서 등 제출하지 않습니다)		수수료 없음
발달 공무원 확인사항	토지 등기사항증명서		
처리절차			
신고서 작성 신고인	접수 (처리인/주)	신청 (처리인/주)	검토 (처리인/주)
			결재 (처리인/주)
			신고증 발급

210mm×297mm(복합지 80g/㎡(재활용품))

그림 3. 도로공사 및 굴착행위 신고서 양식

도시 시설공사의 사업시행자는 기본적으로 사업계획 심의를 통해 관계청의 허가를 받고 착공을 수행한다. 이 때 굴착사업 등 지하 매설물 공사에 대한 허가 신청서를 제외하고는 <그림 3>과 같이 공사의 위치를 표현할 때 신청서에 지번주소를 작성해 제출하고 있다.

지번주소 기반의 위치정보 표현은 하나의 면적으로 위치를 나타내기 때문에 사실상 도시시설 공사의 정확한 위치를 표현할 수 없다. 특히 도로인 경우 <그림 4>와 같이 지번주소 하나가 전체 도로 면적을 나타내므로 정확한 위치 정보 표현이 불가능하다.

본 연구에서는 국제표준인 세계측지계(WGS84) 위경도 좌표를 사용하여 공간정보의 위치를 표현한다.

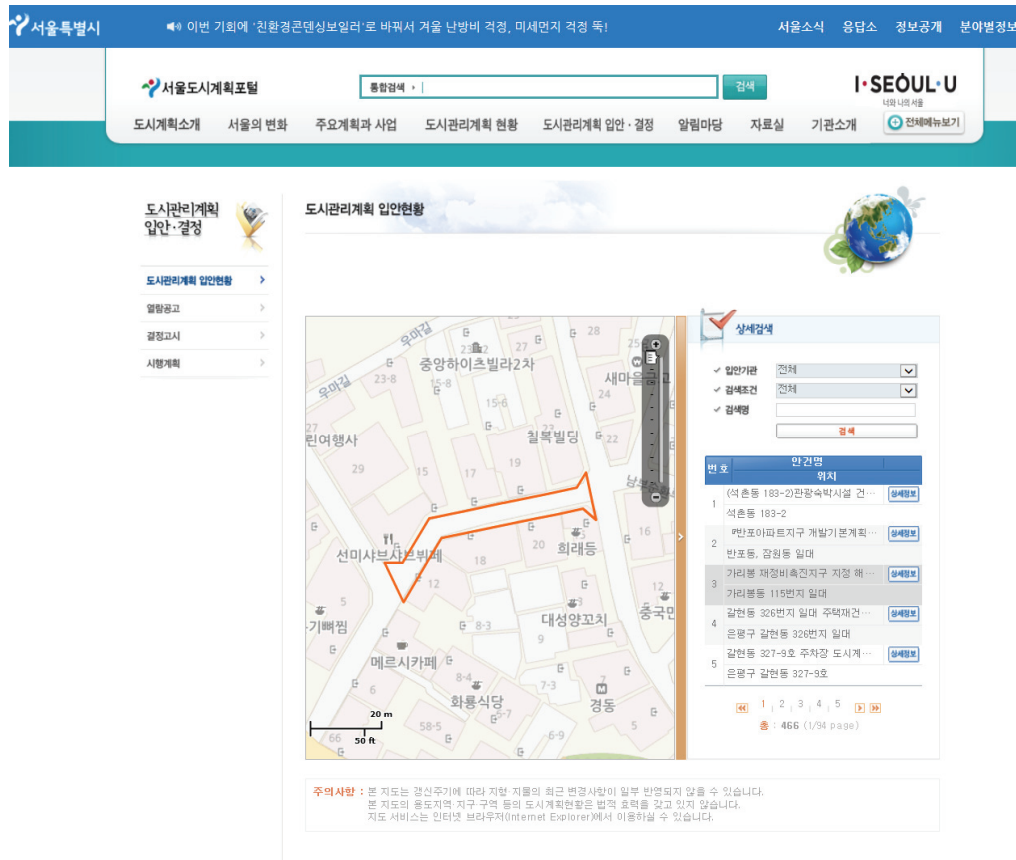


그림 4. 지번으로 위치를 나타내는 서울도시계획 포털 사이트[7]

공통 데이터를 제외하고 도시공사를 표현하는데 필요한 공간정보 데이터는 <표 4>와 같다.

표 4. 공간정보 데이터

인덱스	등록번호	시작점		중간점 1		중간점 2		... 중간점 N		종료점	
		위도	경도	위도	경도	위도	경도	위도	경도	위도	경도

공간정보에서 공사의 위치는 하나의 시작점과 하나의 종료점으로 이루어지는데 여러 개의 중간점으로 되어 있다.

중간점은 공사의 위치를 상세하고 자세하게 표현할 수 있게 하는데, 예를 들어 위도 33.4569, 경도 126.5648에서부터 위도 33.4541, 경도 126.5661까지 복잡한 도로 공사를 <그림 5>와 같이 8개의 중간점 데이터로 표현할 수 있다.



그림 5. 중간점을 활용한 자세한 공사의 위치

<그림 6>과 같이 도로공사와 상수도공사가 같은 공간에서 진행된다고 가정한다면 위도와 경도에 대한 교차점을 다음과 같이 구할 수 있다.[11]

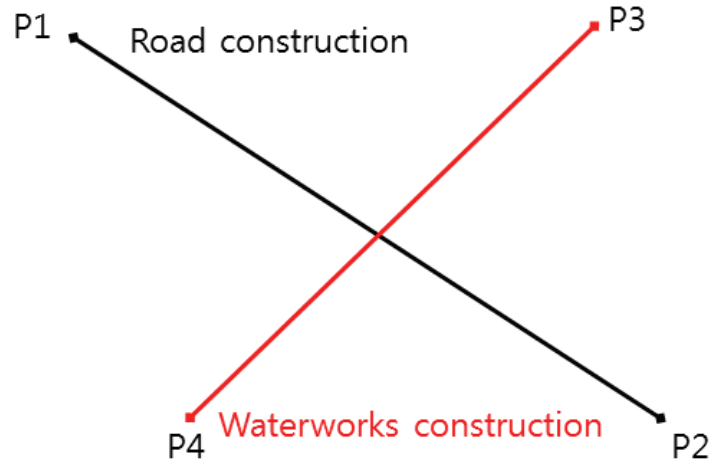


그림 6. 도로공사와 상수도 공사의 교차점

도로공사는 시작점 P1과 종료점 P2로 이루어져 있으며, 상수도공사는 시작점 P3와 종료점 P4로 이루어져 있다. 도로공사의 시작점과 종료점을 t 매개변수로 나타내면 식(1)과 같은 방정식으로 나타낼 수 있다.

$$P(t) = (1-t)P_1 + tP_2 \dots\dots\dots (1)$$

상수도공사 역시 s 매개변수로 나타내면 두 공사는 아래와 같은 식(2)와 식(3)의 방정식으로 정리된다.

$$P(t) = (1-t)P_1 + tP_2 \dots\dots\dots (2)$$

$$P(s) = (1-s)P_3 + sP_4 \dots\dots\dots (3)$$

매개변수는 0부터 1까지의 값이며 두 선의 교차점은 공통된 값이므로 다시 정리하면 식(4)와 같다.

$$(1-t)P_1 + tP_2 = (1-s)P_3 + sP_4 \dots\dots\dots (4)$$

이 식을 다시 x, y 로 표현하면 식(5)와 식(6)처럼 2개의 식으로 분리가 가능하다.

$$x_1 + t(x_2 - x_1) = x_3 + s(x_4 - x_3) \dots\dots\dots (5)$$

$$y_1 + t(y_2 - y_1) = y_3 + s(y_4 - y_3) \dots\dots\dots (6)$$

분리된 식을 매개변수 t 를 기준으로 정리하면 식(7)과 같다.

$$t = \frac{(x_4 - x_3)(y_1 - y_3) - (y_4 - y_3)(x_1 - x_3)}{(y_4 - y_3)(x_2 - x_1) - (x_4 - x_3)(y_2 - y_1)} \dots\dots\dots (7)$$

마찬가지로 매개변수 s 를 기준으로 분리된 식을 정리하면 식(8)로 표현할 수 있다.

$$s = \frac{(x_2 - x_1)(y_1 - y_3) - (y_2 - y_1)(x_1 - x_3)}{(y_4 - y_3)(x_2 - x_1) - (x_4 - x_3)(y_2 - y_1)} \dots\dots\dots (8)$$

교차점은 두 선이 서로 만날 때의 값이므로, 최종적으로 두 선의 교차점 x, y 는 식(9)와 식(10)의 방정식으로 구할 수 있다.

$$x = x_1 + s(x_2 - x_1) \dots\dots\dots (9)$$

$$y = y_1 + s(y_2 - y_1) \dots\dots\dots (10)$$

x, y 가 두 직선에 대한 교점 즉, 위경도 공간에서 중복으로 공사가 이루어지고 있는 지점이다.

t 와 s 의 값이 0과 1 사이를 벗어나는 경우 두 선은 교차하지 않는다. 그리고 s 와 t 를 구하는 공식에서 분모가 0인 경우 두 선은 평행하다는 의미가 된다.

2. 도시 시설공사 종류에 따른 시간정보의 처리

정확한 플래닝 모델을 구축하기 위해서는 공간의 위치뿐만 아니라 시간에 대한 정보가 표현되어야 한다.[12] 본 연구에서 시간정보는 공사의 시작일자와 종료일자 그리고 굴착을 할 수 없는 굴착불가기간으로 나타낸다.

굴착불가기간이란 「도로법 시행령」 제56조(도로굴착을 수반하는 점용에 관한 사업계획서 등)제6항 “신설·확장 또는 개량한 도로로서 포장된 도로의 노면에 대해서는 그 신설·확장 또는 개량한 날부터 3년(보도인 경우에는 2년) 이내에는 도로굴착을 할 수 없다.”[13]에 따라 법으로 금지된 기간을 말한다.

하나의 도시공사를 표현하는데 필요한 시간정보 데이터는 <표 5>와 같다.

표 5. 시간정보 데이터

인덱스	등록번호	공사시작일자	공사종료일자	굴착불가기간
-----	------	--------	--------	--------

도로공사와 상수도공사가 아래와 같은 시간에 진행된다고 가정한다면 공사의 시작일자와 종료일, 도로굴착 불가기간 등을 통해 도시공사에서 시간의 중복 여부를 <그림 7>과 같이 DateTime() 함수로 확인할 수 있다.

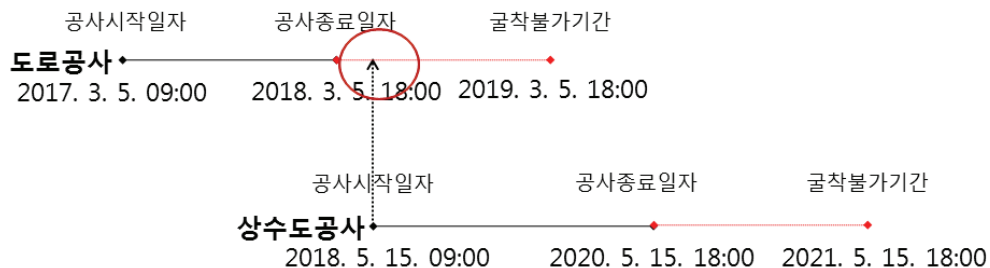


그림 7. 중복된 시간정보

3. 타 공사와의 간섭공간 파악

도시 시설공사 종류에 따른 공간정보의 처리 부분에서 위도와 경도의 위치에 따른 두 선의 교차점을 확인하고 교차점이 발생된 지점에서 도시 시설공사 종류에 따른 시간정보의 처리에 따라 중복 여부를 확인하면 타 공사와의 간섭 공간을 파악할 수 있다.

위도 33.4561, 경도 126.5613에서 위도 33.4561, 경도 126.5613의 도로공사와 위도 33.4574, 경도 126.5632에서 위도 33.4554, 경도 126.5633의 상수도공사가 공간정보 상에서 아래 <그림 8>과 같이 진행된다고 가정한다.

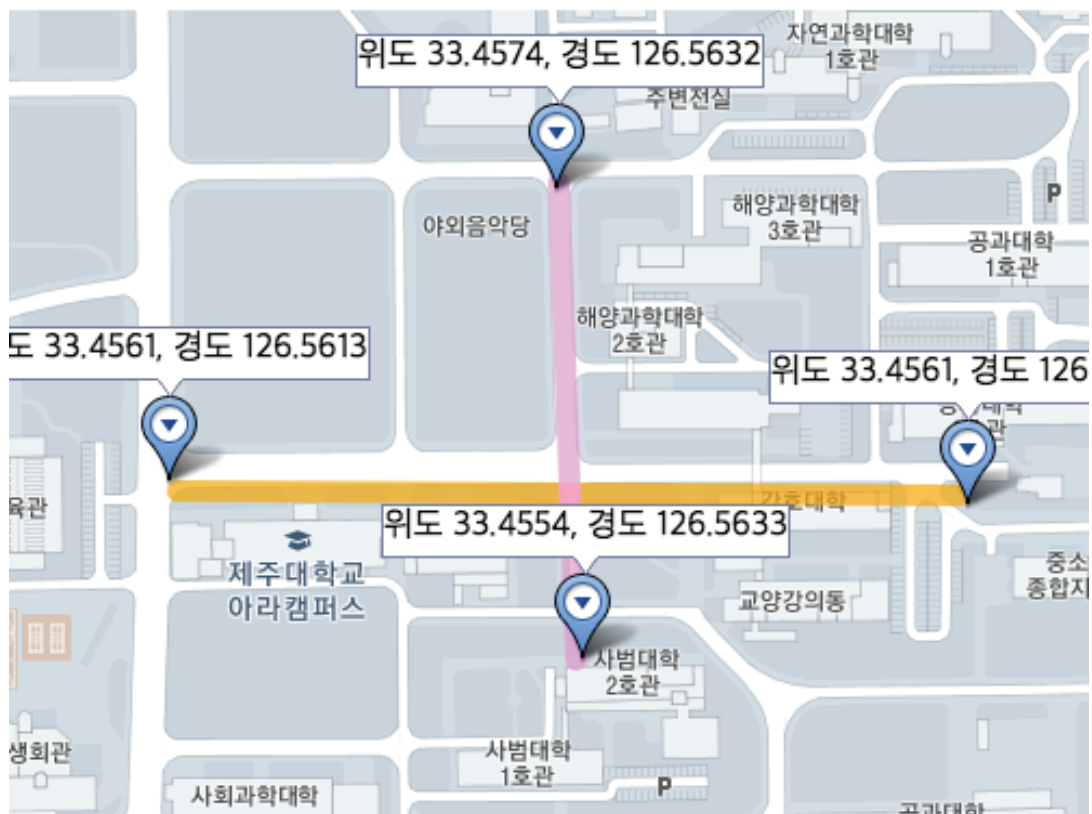


그림 8. 도로공사와 상수도공사

공간정보의 교차점 방정식을 통해 <그림 9>와 같이 위도 33.4561, 경도 126.5633에서 두 공사 사이에 교차점이 나타난 것을 확인할 수 있다.



그림 9. 두 공사 사이의 교차점

공간정보에서 교차점이 나타나면 <표 6>에서처럼 두 공사의 시간정보에서 중복된 부분의 계산이 가능하다.

표 6. 중복된 시간정보

공사의 종류	공사시작일자	공사종료일자	굴착불가기간
도로공사	2017.3.5. 09:00	2018.3.5. 18:00	2021.3.5. 18:00
상수도공사	2018.5.15. 09:00	2020.5.15. 18:00	2023.5.15. 18:00

4. 우선순위 플래닝

“각종 공사시 도로 중복굴착 허용 않겠다”

주공5단지 주변 인도, '중복공사' 지적
난간 설치, 벽면 교체 이어 보도블록 공사

이동권 기자 | keej@agorranews.co.kr

[2014.03.14 15:17:17]

남바성 중복지공사가 잇따르고 있는 가운데, 조례등에 있는 주공5차 아파트단지 주변의 보도블록 정비 공사는 지적이 제기되고 있다.

지방자치단체, 중복공사 통한 예산 낭비 심각
일제식 기자 osog@tdt.co.kr | 입력: 2010-10-04 13:46

[단독] 교통질 우려 시문드! 불루투스 이어폰 54% 단속 초저가 합판

지방자치단체들이 도로포장을 한 뒤 다시 뜯어내 공사를 하는 등 중복공사를 통한 예산 낭비가 심각한 것으로 나타났다.

기획재정부가 4일 국회 기획재정위원회 제출한 '최근 2년간 예산낭비 사례'에 따르면, 지방채들이 정부 예산으로 이같은 중복공사를 한 사례가 많이 적발됐다.

5도 시에서는 재래시장 인근 도로가 도로확장계획이 예정된 구간임에도 오수관로 공사 후 도로를 포장해 예산을 낭비했다.

남도 읍의 공설운동장은 개장 6개월도 안 됐는데 당초 심어놓은 관목을 일제히 베어내고 새 관목을 심었다.

시하거기도 2개월만에, 나갔는 일 중류중 앞 수의계약은 조영을 낮추려 30미터나 주된

인도의 폭이 1.95m~2.05m에 불과한데다 전봇대 등이 설치되어 있어 보행자의 통행이 불편하다는 이유로 인도의 폭을 50cm 넓히는 공사가 다. 인도의 폭을 조정하면서 인도와 차도를 구분하는 경계석을 새로 설치하고, 보도블록도 모두 교체한다. 기존에 설치되어 있던 난간도 인도의 폭이 넓어지는 만큼 모두 철거했다가 다시 설치해야 한다.

이 공사는 오는 4월 23일까지 모든 공사를 마칠

“2015년 0000 00000 00공사”(공사기간:2015.3.21.~9.30. 계약업체:0000. 공사비:1,665백만원,하도급업체:0000. 하도급액:923백만원)감독업무를 수행하면서

- 감독자는 시공사가 제출한 월별 산업안전보건관리비 사용내역서를 검토하여야 하고 준공전에 증빙자료를 면밀하게 검토하여 준공처리하여야 함에도 준공시 시공사가 제출한 증빙사건이 전년도와 동일 한데도 이에 대한 검토·확인없이 최종 준공처리하였음.

그림 10. 매년 반복되는 중복공사의 문제점

중복공사는 <그림 10>과 같이 매년 예산낭비 사례로 꾸준히 문제가 제기되어 왔으나 본질적인 문제 해결 없이 관리·감독 소홀로 담당자를 징계하는 수준에서 끝나고 있다.

중복공사가 이루어지는 가장 큰 원인은 도시 시설공사에 대한 공유모델의 부재로 도시 시설공사가 완료된 후 굴착불가기간에 다른 공공기관이나 유관기관 등에서 다른 사업으로 공사를 다시 발주하면서 나타나는 현상이다.

이를 해결하기 위해서는 먼저 공사의 우선순위에 맞춰 도시 시설공사가 완료된 후 굴착불가기간에 다른 공사들이 발주할 수 없게 계획 단계에서 발주 일정을 조절하면 가능하다.

도시 시설은 <그림 11>과 같이 매설물의 위치에 따라 지하철에서 도로까지 공사에 대한 우선순위를 정할 수 있다.

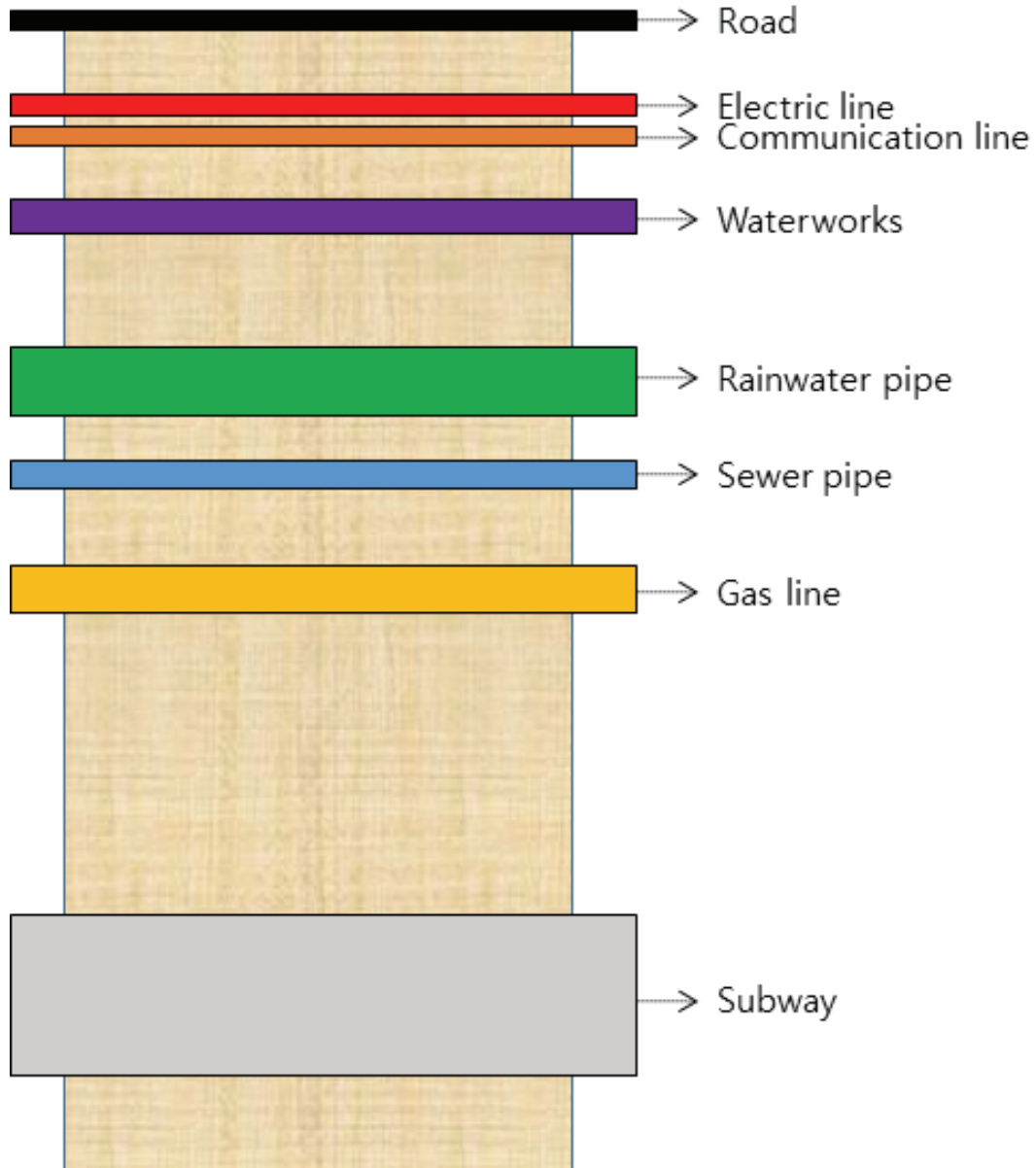


그림 11. 매설물의 위치에 따른 도시시설[14]

보통 도시시설 공사는 공사의 종류에 따라 시공할 위치까지 굴착이 이루어지고 공사가 완료된 후에는 역순으로 굴착된 시설을 복구하는 방법으로 진행된다.[14]

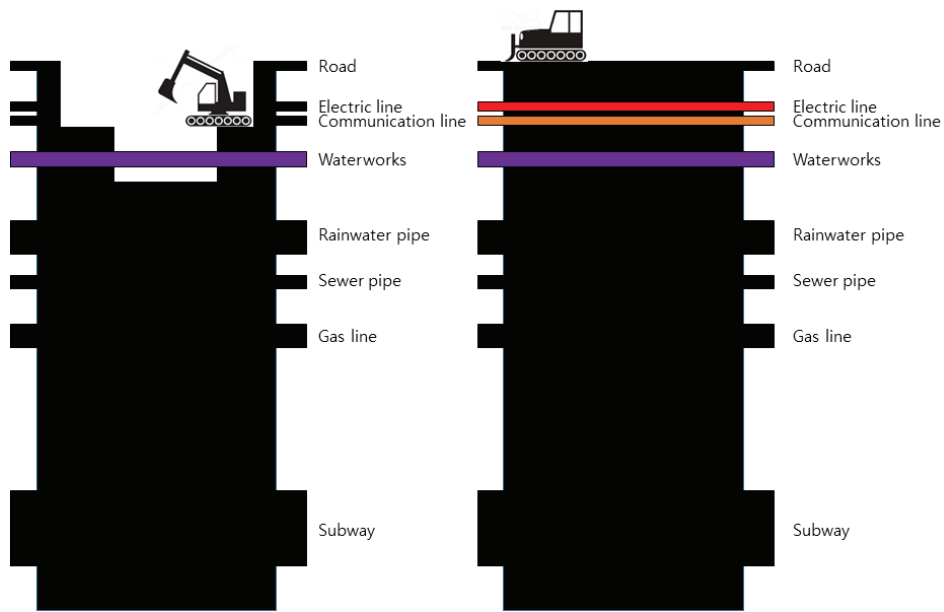


그림 12. 굴착 시설 복구 방법[14]

가령 <그림 12>와 같이 상수도관의 노후화로 파손되어 복구작업을 진행하게 된다면 도로에서부터 전력, 통신관을 굴착하고 상수도관을 교체한다. 교체 후에는 다시 통신, 전력관을 복구하고 마지막으로 도로를 매설하는 역순으로 시공하여 복구를 완료한다.

중복공사는 같은 위치에서 서로 다른 공사를 시행했을 경우 발생되는데 시공간 정보를 통해 간섭공간을 파악하고 <표 7>과 같이 매설물의 위치에 따른 우선순위로 공사의 일정을 조정한다면 중복공사를 피할 수 있다.

표 7. 도시시설공사의 우선순위

우선순위	매설물 종류
7	도로
6	전력선, 통신선
5	상수도관
4	우수관
3	오수관
2	도시가스
1	지하철

※ 전력선과 통신선은 동일 관 사용

도로공사와 상수도공사가 위도 33.4561, 경도 126.5633의 교차공간에서 2018년 5월 15일 오전 9시에 아래 <그림 13>과 같이 간섭공간이 발생했다고 가정한다.



그림 13. 간섭공간의 발생

두 공사의 간섭공간이 발생되면 우선순위에 따라 상수도 공사가 도로공사보다 우선되므로 위상정렬을 사용하여 두 공사의 시간정보를 <그림 14>과 같이 서로의 위치를 변경한다.

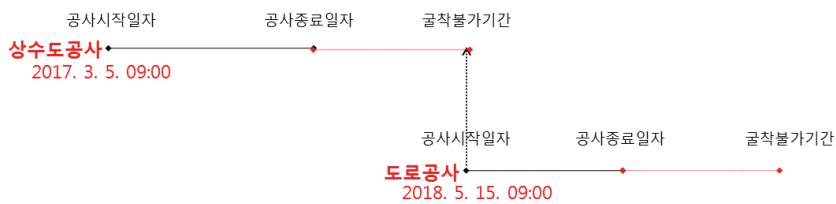


그림 14. 위상정렬을 이용한 두 값의 변경

변경된 값은 <그림 15>와 같이 우선순위가 높은 공사종류를 기준으로 하여 나머지 시간정보들을 다시 플래닝 한다.



그림 15. 일정에 맞게 플래닝 실시

IV. 프로토타입 시스템 구축

1. 시스템 구현

시공간 정보를 이용한 도시시설공사 플래닝 시스템의 프로토타입을 구현한 결과는 아래와 같다.

프로그램은 <그림 16>과 같이 스프링프레임워크를 기반으로 구현하였으며, JAVA 1.8 버전과 WAS(Web Application Server)로 아파치 톰캣 9.0을 이용하였고, Maven을 통해 자바 라이브러리를 관리하였다. 공간정보의 위경도 표현은 다음지도 API를 활용하였다.

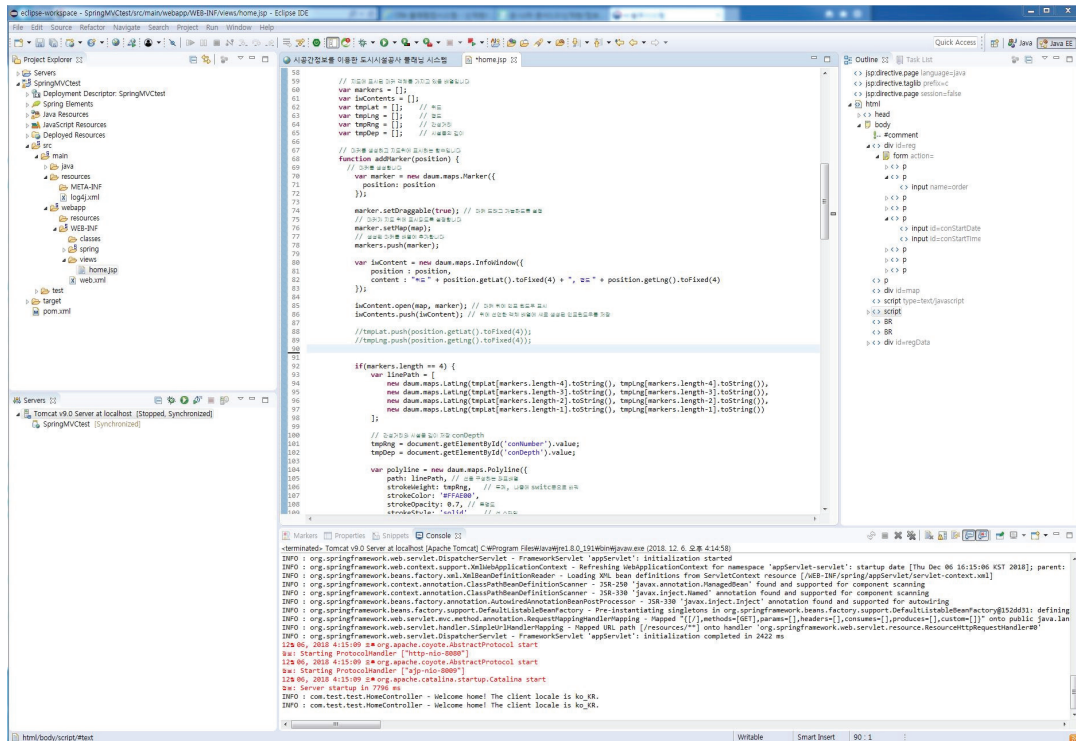


그림 16. 스프링프레임워크 개발환경

구현된 프로그램의 첫 화면은 <그림 17>과 같으며 등록 버튼을 통해 <그림 18>의 화면에서 도시 시설공사의 정보를 입력한다. 이 때 시설물의 깊이와 넓이는 공사의 종류에 따라 기본으로 설정해놓은 값이 입력되며 직접 수정이 가능하다.

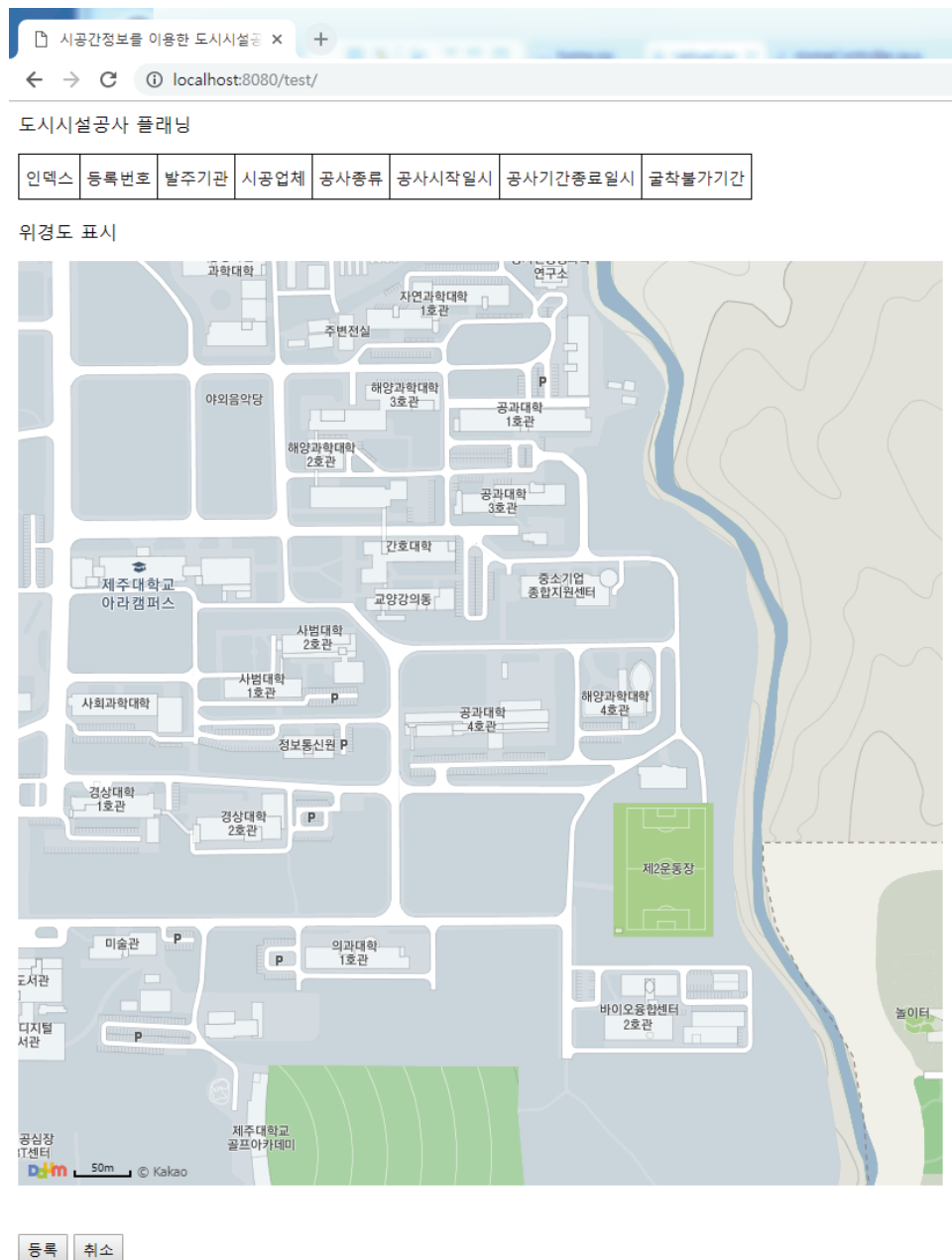


그림 17. 구현된 프로그램의 첫 화면

시공간정보를 이용한 도시시설공

localhost:8080/test/

등록번호

발주기관

시공업체

공사종류 도로

공사기간시작일시 연도-월-일 공사기간시작시간 --:--:--

공사기간종료일시 연도-월-일 공사기간종료시간 --:--:--

시설물의 길이 1 m

넓이 1 m

위경도 표시

등록 취소

그림 18. 구현된 프로그램의 시설공사 등록화면

제주특별자치도청에서 발주한 도로공사를 도로친구라는 시공업체가 시공하고, 시작점 위도 33.4556, 경도 126.5625에서 중간점1 위도 33.4556, 경도 126.5638, 중간점2 위도 33.4552, 경도 126.5643, 종료점 위도 33.4531, 경도 126.5643의 위치에서 공사가 진행하며, 공사의 시작일시는 1998년 1월 2일 오전 9시부터 공사의 종료일시가 2000년 12월 31일 오후 6시라고 가정한다. 굴착불가기간을 2001년 12월 31일 오후 6시까지라고 하고 공사 정보를 등록하면 <그림 19>와 같이 시공간 데이터가 입력된 것을 확인할 수 있다.



그림 19. 도시 시설공사가 등록된 화면

2. 실험 데이터

표 8. 공통데이터와 공간정보 데이터 테이블

인덱스	등록 번호	발주 기관	시공 업체	공사의 종류	시작점 위도	시작점 경도	종료점 위도	종료점 경도
-----	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

도시시설 공사의 계획 단계에서 공통 테이블 및 공간정보 테이블이 <표 8>과 같고 테이블에 들어갈 데이터들이 아래와 같다고 가정한다.

- (1, #1998010207, 제주특별자치도청, 도로친구, 도로, 33.4556, 126.5625, 33.4531, 126.5643)
- (2, #2018030107, 도로관리공단, 홍길동시공, 도로, 33.4542, 126.5615, 33.4541, 126.5661)
- (3, #2018043003, 제주시청, 냄새안나시공, 오수관, 33.4545, 126.5638, 33.4538, 126.5634)
- (4, #2018060506A, 한국전력공사, 한국전력공사, 전력, 33.4544, 126.5635, 33.4529, 126.5639)
- (5, #2018070106B, KT, 우리통신시공, 통신, 33.4535, 126.5635, 33.4529, 126.5639)
- (6, #2018120506A2, 에너지공사, 전기안전관리공사, 전력, 33.4535, 126.5637, 33.4535, 126.5637)

The screenshot shows the MySQL 5.6.14 interface for the database 'ufcps/CommonGISData'. The table structure is as follows:

Field	Type	Le...	Unsigned	Zerofill	Binary	Allow Null	Key	Default	Extra	Encoding	Collation	Comment
id	INT	20	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PRI		auto_increment			
regNum	CHAR	20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PRI		None	UTF-8 Unicode	utf8_general_ci	
OrderingOranzation	VARCHAR	50	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			None	UTF-8 Unicode	utf8_general_ci	
Constructor	VARCHAR	50	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		NULL	None	UTF-8 Unicode	utf8_general_ci	
TypeOfConstruction	INT	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		NULL	None			
SPLatitude	VARCHAR	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		NULL	None	UTF-8 Unicode	utf8_general_ci	
EPLatitude	VARCHAR	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		NULL	None	UTF-8 Unicode	utf8_general_ci	
EPLongitude	VARCHAR	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		NULL	None	UTF-8 Unicode	utf8_general_ci	

The INDEXES section shows:

Non_unique	Key_name	Seq_in_index	Column_name	Collation	Cardinality	Sub_part	Packed	Comment
0	PRIMARY	1	id	A	6	NULL	NULL	
0	PRIMARY	2	regNum	A	6	NULL	NULL	

TABLE INFORMATION:

- created: 05/12/2018
- engine: InnoDB
- rows: 6
- size: 16.0 KIB
- encoding: utf8
- auto_increment: 7

그림 20. 공통데이터와 공간정보 테이블 정보

공통데이터와 공간정보 테이블 정보에서 데이터의 키 값은 인덱스와 등록번호를 기준으로 하며 테이블 정보는 <그림 20>과 같다.

중간점은 도시 시설공사 한 건 당 여러 개의 위경도로 연결되어 있다. 인덱스와 등록번호를 기준으로 중간점 위경도의 값을 가질 수 있다.

Index 1 등록번호 #1998010207 도로공사의 중간점 위경도 데이터는 <표 9>와 같고 테이블 정보는 <그림 21>과 같다.

표 9. 중간점 데이터 테이블

인덱스	등록번호	중간점위도	중간점경도	중간점위도	중간점경도
-----	------	-------	-------	-------	-------

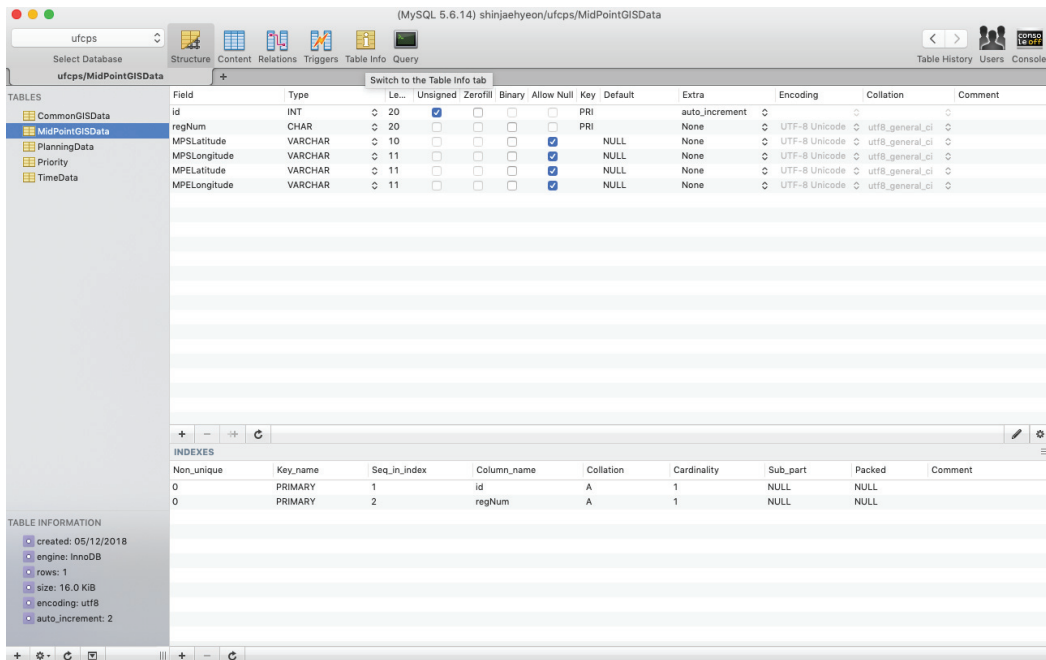


그림 21. 중간점 테이블 정보

중간점 테이블 정보에 들어갈 데이터는 아래와 같이 입력된다.

(1, #1998010207, 33.4556, 126.5638, 33.4552, 126.5643)

표 10. 시간정보 데이터 테이블

인덱스	등록번호	공사시작일자	공사종료일자	굴착불가기간
-----	------	--------	--------	--------

시간정보 테이블은 <표 10>과 같고 테이블 정보는 <그림 22>와 같다.

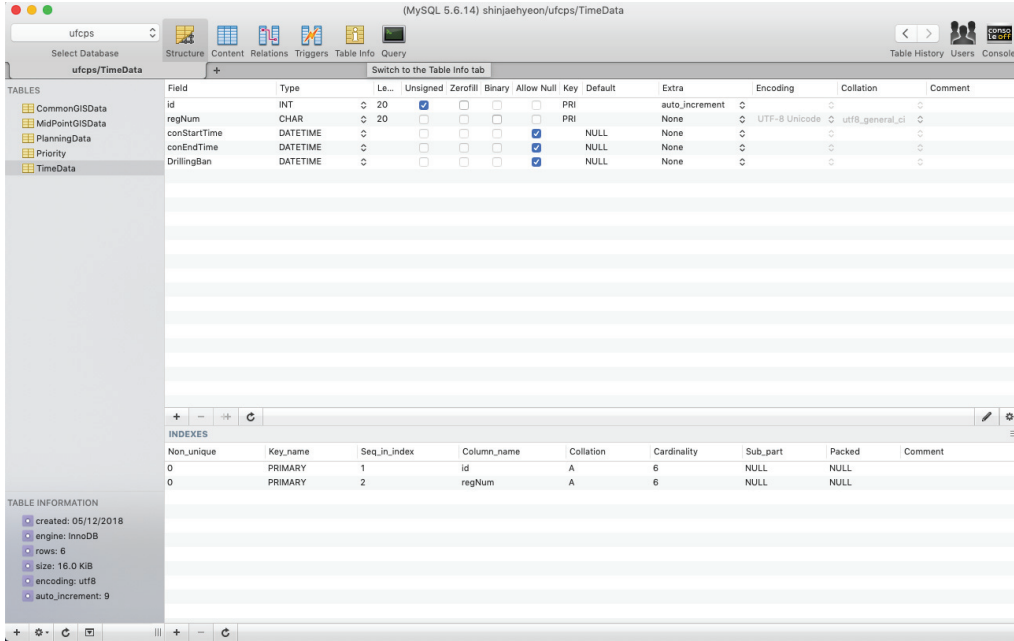


그림 22. 시간정보 테이블 정보

시간정보 테이블에 들어갈 데이터는 아래와 같다. 본 연구에서 굴착불가기간은 임의로 모든 공사에 대해 공사종료일자로부터 1년이라 가정하였다.

- (1, #1998010207, 1998.01.02. 09:00, 2000.12.31. 18:00, 2001.12.31. 18:00)
- (2, #2018030107, 2018.03.01. 09:00, 2019.01.31. 18:00, 2020.01.31. 18:00)
- (3, #2018043003, 2018.04.30. 09:00, 2018.11.01. 18:00, 2019.11.01. 18:00)
- (4, #2018060506A, 2018.06.05. 09:00, 2018.11.07. 18:00, 2019.11.07. 18:00)
- (5, #2018070106B, 2018.07.01. 09:00, 2018.12.02. 18:00, 2019.12.02. 18:00)
- (6, #2018120506A2, 2018.12.05. 09:00, 2019.12.30. 18:00, 2020.12.30. 18:00)

3. 실험 결과

시스템 프로토타입을 바탕으로 실험데이터를 직접 실험하였다. 데이터의 순서대로 <그림 23>과 같이 먼저 입력된 인덱스 1 등록번호 #1998010207의 도로공사에서 인덱스 2 등록번호 #2018030107의 도로공사가 입력이 되면 시스템은 공간정보에서 교차점을 확인한다.

등록번호

발주기관

시공업체

공사종류

공사기간시작일시 공사기간시작시간

공사기간종료일시 공사기간종료시간

시설물의 길이 m

넓이 m

위경도 표시

위도 33.4556, 경위도 33.4556, 경도 126.5638

위도 33.4552, 경도 126.5643

4542, 경도 126.5615

위도 33.4541, 경도

위도 33.4531, 경도 126.5643

그림 23. 2개의 도로공사

표 11. 중복되지 않는 시간정보

인덱스	등록번호	공사의 종류	공사시작일자	공사종료일자	굴착불가기간
1	#1998010207	도로	1998.01.02. 09:00	2000.12.31. 18:00	2001.12.31. 18:00
2	#2018030107	도로	2018.03.01. 09:00	2019.01.31. 18:00	2020.01.31. 18:00

교차점이 발생하여 <표 11>과 같이 시간정보를 확인하지만 두 공사 사이에 중복이 일어나지 않아 간섭공간이 발생하지 않았고 플래닝 없이 입력된 값이 그대로 결과에 표출된다.

등록번호

발주기관

시공업체

공사종류

공사기간시작일시 공사기간시작시간

공사기간종료일시 공사기간종료시간

시설물의 깊이 m

넓이 m

위경도 표시




그림 24. 교차점이 발생한 오수관 공사

<그림 24>와 같이 인덱스 3 등록번호 #2018043003 제주시청의 오수관 공사
에서 기존 인덱스 2 등록번호 #2018030107의 도로공사 사이에 <표 12>와 같
이 간섭공간이 발생했다.

표 12. 플래닝 전 도로공사와 오수관 공사

인덱스	등록번호	공사의 종류	공사시작일자	공사종료일자	굴착불가기간
2	#2018030107	도로	2018.03.01. 09:00	<u>2019.01.31.</u> <u>18:00</u>	2020.01.31. 18:00
3	#2018043003	오수관	<u>2018.04.30.</u> <u>09:00</u>	2018.11.01. 18:00	2019.11.01. 18:00

간섭공간이 나타나면 우선순위에 따라 오수관 공사가 도로공사보다 우선순
위가 높기 때문에 우선순위가 높은 오수관 공사의 공사시작일자를 우선순위가
낮은 도로공사의 공사시작일자로 변경되고 우선순위가 높은 오수관 공사의 공
사기점에 맞춰 <표 13>과 같이 각각 플래닝이 진행된다.

표 13. 플래닝 후 도로공사와 오수관 공사

인덱스	등록번호	공사의 종류	공사시작일자	공사종료일자	굴착불가기간
2	#2018030107	도로	<u>2019.10.03.</u> <u>09:00</u>	<u>2020.09.02.</u> <u>18:00</u>	<u>2021.09.02.</u> <u>18:00</u>
3	#2018043003	오수관	<u>2018.03.01.</u> <u>09:00</u>	2018.10.02. 18:00	<u>2019.10.02.</u> <u>18:00</u>

이번에는 <그림 25>과 같이 인덱스 4 등록번호 #2018060506A 한국전력공
사에서 발주한 전력공사가 인덱스 2 등록번호 #2018030107 도로공사와 인덱스
3 등록번호 #2018043003 오수관 공사 사이에 간섭공간이 발생하였다.

등록번호 #2018060506A

발주기관 한국전력공사

시공업체 한국전력공사

공사종류 전력

공사기간시작일시 2018-06-05 공사기간시작시간 오전 09:00

공사기간종료일시 2018-11-07 공사기간종료시간 오후 06:00

시설물의 길이 5 m

넓이 10 m

위경도 표시

등록 취소

그림 25. 도로공사와 오수관 공사 사이에 교차점이 발생한 전력공사

데이터가 입력되는 순서에 따라 전력공사와 도로공사가 먼저 공간정보 상에서 교차점이 발생함에 따라 간섭공간을 확인하기 위해 <표 14>와 같이 시간 정보를 계산한다.

표 14. 플래닝 전 도로공사와 전력공사

인덱스	등록번호	공사의 종류	공사시작일자	공사종료일자	굴착불가기간
1	#1998010207	도로	1998.01.02. 09:00	2000.12.31. 18:00	2001.12.31. 18:00
2	#2018030107	도로	2019.10.03. 09:00	2020.09.02. 18:00	2021.09.02. 18:00
3	#2018043003	오수관	2018.03.01. 09:00	2018.10.02. 18:00	2019.10.02. 18:00
4	#2018060506A	전력	2018.06.05. 09:00	2018.11.07. 18:00	2019.11.07. 18:00

전력공사가 도로공사보다 우선순위가 높기 때문에 플래닝이 진행되고 그 결과는 <표 15>와 같다.

표 15. 플래닝 후 도로공사와 전력공사

인덱스	등록번호	공사의 종류	공사시작일자	공사종료일자	굴착불가기간
1	#1998010207	도로	1998.01.02. 09:00	2000.12.31. 18:00	2001.12.31. 18:00
2	#2018030107	도로	<u>2021.03.06.</u> <u>09:00</u>	<u>2022.02.05.</u> <u>18:00</u>	<u>2023.02.05.</u> <u>18:00</u>
3	#2018043003	오수관	2018.03.01. 09:00	2018.10.02. 18:00	2019.10.02. 18:00
4	#2018060506A	전력	<u>2019.10.03.</u> <u>09:00</u>	<u>2020.03.05.</u> <u>18:00</u>	<u>2021.03.05.</u> <u>18:00</u>

바로 다음에 오수관 공사가 도로공사 사이에 공간정보에서 교차점이 일어나지만 <표 16>과 같이 시간의 중복이 일어나지 않아 플래닝 없이 결과가 표출된다.

표 16. 플래닝이 일어나지 않는 오수관 공사와 도로공사

인덱스	등록번호	공사의 종류	공사시작일자	공사종료일자	굴착불가기간
1	#1998010207	도로	1998.01.02. 09:00	2000.12.31. 18:00	2001.12.31. 18:00
2	#2018030107	도로	2021.03.06. 09:00	2022.02.05. 18:00	2023.02.05. 18:00
3	#2018043003	오수관	2018.03.01. 09:00	2018.10.02. 18:00	<u>2019.10.02.</u> <u>18:00</u>
4	#2018060506A	전력	<u>2019.10.03.</u> <u>09:00</u>	2020.03.05. 18:00	2021.03.05. 18:00

다음으로 <그림 26>와 같이 인덱스 5 등록번호 #2018070106B 통신공사와 인덱스 6 등록번호 #2018120506A2 전력공사가 각각 입력된다.

등록번호 #2018120506A2
 발주기관 에너지공사
 시공업체 전기안전관리공사
 공사종류 전력
 공사기간시작일시 2018-12-05 공사기간시작시간 오전 09:00
 공사기간종료일시 2019-12-30 공사기간종료시간 오후 06:00
 시설물의 깊이 5 m
 넓이 10 m
 위경도 표시

위도 33.4538, 경도 126.5634
 위도 33.4535, 경도 126.5637
 위도 33.4529, 경도 126.5639

등록 취소

그림 26. 교차점이 발생한 통신공사와 전력공사

통신공사는 인덱스 4 등록번호 #2018060506A 전력공사 사이에 간섭공간이 발생하는데 통신과 전력은 우선순위가 같다.

우선순위가 같다는 것은 매설물의 위치가 같다는 뜻으로 동시에 공사를 진행할 수 있기 때문에 두 일정 중 적당한 공사시작일자를 선택해 플래닝 할 수 있다. 본 연구에서는 전력공사에 맞춰 인덱스 5 등록번호 #2018070106B 통신공사의 공사시작일자를 조정하였다.

인덱스 6 등록공사 #2018120506A2 전력공사는 인덱스 1 등록공사 #1998010207 도로공사와 교차점이 일어나지만 시간중복 없이 플래닝이 일어나지 않고 화면에 표출된다.

표 17. 우선순위가 적용된 플래닝 결과

인덱스	등록번호	공사의 종류	공사시작일자	공사종료일자	굴착불가기간
1	#1998010207	도로	1998.01.02. 09:00	2000.12.31. 18:00	2001.12.31. 18:00
2	#2018030107	도로	2021.03.06. 09:00	2022.02.05. 18:00	2023.02.05. 18:00
3	#2018043003	오수관	2018.03.01. 09:00	2018.10.02. 18:00	2019.10.02. 18:00
4	#2018060506A	전력	<u>2019.10.03.</u> <u>09:00</u>	2020.03.05. 18:00	2021.03.05. 18:00
5	#2018070106B	통신	<u>2019.10.03.</u> <u>09:00</u>	2020.03.04. 18:00	2021.03.04. 18:00
6	#2018120506A2	전력	2018.12.05. 09:00	2019.12.30. 18:00	2020.12.30. 18:00

6개의 도시시설공사를 실험한 결과 <표 17>과 같이 서로 중복 없이 플래닝 되었음을 알 수 있다.

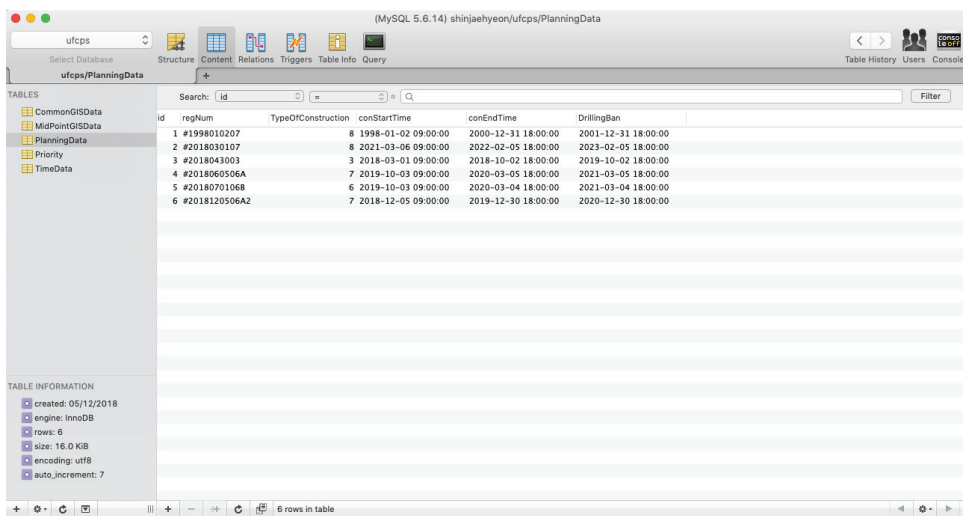


그림 27. 우선순위가 적용된 플래닝 테이블

우선순위가 적용된 플래닝은 <그림 27>과 같이 플래닝 테이블에 저장되고 실험이 완료된 프로그램 결과의 화면은 <그림 28>과 같다.



그림 28. 플래닝이 완료된 도시 시설공사 플래닝 시스템

V. 결론

본 연구에서는 다양한 도시 시설공사에 대한 발주기관들이 발주하고 있는 도시 시설공사 정보의 공유 모델을 제시하였다. 또한 시공업체와 민간 등에서도 함께 정보를 공유하여 수집한 공사의 정보를 시공간 정보에 따라 우선순위로 플래닝 하는 방안을 강구하였다.

기존의 도시 시설공사는 동시다발적인 도시 공사에서 정교한 정보 공유모델의 부재로 인해 비효율적이고 체계적이지 못한 공사계획이 수립되었다. 결국 처음의 공사계획과는 다르게 공사 기간이 연장되고 노무비가 상승되어 예산이 낭비되는 결과가 나타난 것으로 분석되었다.

본 연구에서 제안한 공유모델을 바탕으로 도시 시설공사 시스템을 활용한다면 동시다발적으로 발생하고 있는 도시 시설공사 계획을 체계적이고 효율적으로 운영·관리할 수 있다.

또한 도시 시설공사의 우선순위에 따른 플래닝 시스템을 도입하여 도시 시설공사들 간에 중복공사의 발생 원인을 사전에 배제하고, 시공간 정보를 이용하여 사전에 체계적인 공사 계획을 수립할 수 있는 방안도 함께 마련하였다.

이를 위해 세계측지계를 활용한 위경도 공간정보로 공사의 위치를 표기하고 공사들 간의 교차점을 찾아내는 방법을 연구하였고, 교차되는 공간정보에서 시간의 중복을 파악하여 이를 조정할 수 있는 플래닝 시스템을 제시하였다.

예를 들어 도로 공사와 상수도 공사가 공간정보 상에서 교차점이 발생하고, 시간정보에서 두 공사 사이에 서로 중복된 시간이 나타났다고 가정한다면, 비록 도로 공사가 상수도 공사보다 먼저 발주 계획을 잡았다 하더라도 도시 시설공사의 우선순위에 따라 도로 공사가 상수도 공사보다 먼저 발주할 수 있도록

록 사업 기간을 플래닝 하여 서로 중복되지 않고 공사가 수행할 수 있게 일정을 조정한다.

이를 통해 체계적인 공사계획을 수립하고 막대한 예산이 들어가는 도시 시설공사의 비용절감 효과를 얻을 수 있으며 시민불편을 최소화 할 수 있다.

본 연구에서는 시공간 정보를 활용해 플래닝이 가능하다는 것을 보이기 위해 간단한 실험데이터를 가지고 실험을 진행하였다. 향후 연구에서는 도시 시설공사의 종류에 대한 다양한 우선순위를 확보하고 공사의 정보를 구역별로 세분화 하여 더욱 정교한 정보 공유의 모델로 만들 필요가 있다.

참 고 문 헌

- [1] 국토교통부 도시계획시설현황, e나라지표, 2017. 8.
- [2] 송호정, 최재현, “도로공사 공정계획을 위한 공정 로직 및 건설장비 효율성 방안”, 한국건설관리학회 논문집 v.15, no.6, 2014. 11.
- [3] 이경은, “공공건설공사의 공사비 상승요인의 우선순위에 관한 연구”, 동아대학교 건축공학과 석사논문, 2011. 12.
- [4] 황준화, “公共工事의 工期延長 間接費의 實務的 爭點事項에 관한 研究“ 광운대학교 건설법무대학원, 2015. 7.
- [5] 김상중, “확률적 공사기간산정에 의한 공정계획 합리화 방안”, 동국대학교 대학원 2004. 2.
- [6] 도시계획정보서비스, 국토교통부, <http://upis.go.kr/upispweb/>
- [7] 서울도시계획포털, 서울특별시, <http://urban.seoul.go.kr/4DUPIS/index.do>
- [8] 건설교통부, “도시 및 해양지역의 세계측지계(WGS-84) 국가좌표변환계수값 산출연구”, 2004. 1.
- [9] 배상진, “WGS-84 좌표계에 따른 수치도로지도 제작기법”, 부산대학교 대학원, 1998. 2.
- [10] 양근우, “세계 측지 좌표계에 기준한 절대 좌표 정확도에 관한 연구”, 경기대학교 대학원, 2005. 12.
- [11] 두 선의 교차점 구하기, <http://www.gisdeveloper.co.kr/?p=89>
- [12] 강상혁, “도로공사의 시공계획을 위한 GIS의 적용”, 한국건설관리학회 2003. 4. 학술대회지 pp.565-568
- [13] 법제처 도로법 시행령,
<http://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=204363&efYd=20180914#0000>
- [14] Seoul, “소통도서울路:도로점용공사 시행절차 안내” 2015. 9.
- [15] 서종원, 강상혁, “GIS를 이용한 도로 공사의 시공계획에 관한 연구”, 대한토목학회논문집D Vol.25 No.2, 2005. 3.
- [16] 송호정, 최재현, “프로세스 시뮬레이션 모델링 기법의 효율적 활용을 통한

- 건설 공정 계획 방안”, 대한건축학회연합논문집 Vol.17 No.6, 2015. 12.
- [17] 최해진, “建築工事의 工程計劃 소프트웨어 開發에 관한 研究”, 경운대학교
산업정보대학원, 2003. 2.
- [18] 김창우, “시공간 공간정보 구축을 위한 데이터 모델 개발에 관한 연구”,
성균관대학교 건설환경시스템공학과 2016. 2.