

Urban facility construction planning system using location-time information

Jaehyeon Shin*, Sang-Joon Lee*, Ho-Young Kwak*

Abstract

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 location 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 improve this, 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.

▶ Keyword: urban facility construction planning, duplicate constructions

I. Introduction

2017년 국토교통부에 따르면 도시 시설의 종류에는 교통시설, 공간시설 등 총 54개의 시설이 있고 그에 따른 면적은 2016년을 기준으로 [Table 1]과 같이 총 7,356km²에 이른다고 발표하였다. 이는 2015년 대비 약 525.2km²가 증가한 수치이며 앞으로도 꾸준히 증가추세를 보일 것으로 전망하고 있다.[1]

이렇게 도시 시설에 대한 공사의 범위가 확대되어가며, 각 시도 공공기관뿐만 아니라 한국도로공사, 한국가스공사, 한국수자원공사 등 유관기관의 역할도 점차 다양해지고 분야별로 전문성을 갖게 되면서 도시 시설공사들이 동시다발적으로 발생하고 있다.

문제는 도시 시설공사에 대한 정확한 정보 공유 모델의 부재로 인해 비효율적이고 체계적이지 못한 공사계획이 수립된다는 것이다.[2]

이는 결국 공사기간의 연장과 중복공사 등의 문제를 야기하여 초기 공사계획과는 다르게 비용이 상승하고 예산이 낭비되는 결과를 초래한다.[3][4]

따라서 본 연구에서는 이를 개선하기 위해 정확한 시공간정보를 기반으로 효율적이고 체계적인 도시 시설공사를 플래닝할 수 있는 모델을 제시하고자 한다.

2장에서는 도시 시설과 관련된 연구들을 소개하고 연구에

대한 이론적 설명을 3장에서 제시한 후에 실험을 통한 연구결과를 4장과 5장에서 기술하였다.

II. Related works

도시시설공사는 기본적으로 도시계획시설의 결정에 따라 사업의 승인과 계획, 시행, 준공 순으로 처리되지만 세부공종의 기준과 정의가 제시된 지침들이 서로 다르고 기초자료가 부족하여 체계적인 공사계획이 이루어지지 않고 있다.[5]

1. Road excavation planning work deliberation

대부분의 지자체에서는 도로굴착 사업의 착수 전 도로굴착사업계획 심의회를 열어 도로굴착의 사업기간과 공사 안전 등에 대한 심의 조정으로 중복공사를 최소화 한다.

하지만 단순한 심의조정을 통해 조정 가능한 공사들은 극히 일부으로써 예산을 확보한 사업이거나 공사가 진행 중인 사업에 한할 수밖에 없다.

• First Author: Jaehyeon Shin, Corresponding Author : Sang-Joon Lee

*Jaehyeon shin (jaehyuns@jejunu.ac.kr) School of Computer Engineering, Jeju National University

*Sang-Joon Lee (sjlee@jejunu.ac.kr) School of Computer Engineering, Jeju National University

*Ho-Young Kwak (kwak@jejunu.ac.kr), School of Computer Engineering, Jeju National University

• Received: 2018. 11. 15, Revised: 2018. 12. 14, Accepted: 2018. 12. 15.

• This research was supported by the 2018 scientific promotion program funded by Jeju National University

더욱이 공사가 진행 중일 때 심의를 통해 기간을 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 오히려 공사비용이 낭비되는 역효과가 나타날 수 있다.

2. Utility-pipe conduit

서울시 등 비교적 큰 도시에서는 지하공동구를 통해 전기, 가스, 통신시설 등 지하 매설물을 공동수용 할 수 있는 지하시설을 건설하여 관리하고 있다.

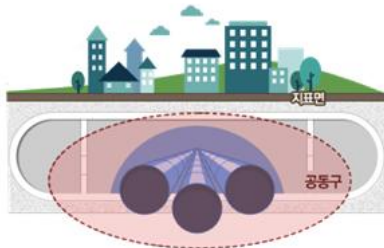


Fig. 1. Utility-pipe conduit

지하공동구를 활용하면 중복공사 문제가 일어나지 않지만 보통은 전력시설과 통신시설 전용으로만 많이 쓰이고 있으며 서울 이외에 중소도시에서는 그만큼의 수요가 없고 상하수도과 같이 사용할 경우 습기에 따른 안전사고 등의 이유로 지하공동구 구축은 현실적으로 어렵다.

3. UPIS (<http://upis.go.kr/upispweb/>)

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.

하지만 도시시설 공사에 대한 구체적인 계획보다는 전국의 도시시설 공사 계획에 대한 통계를 분석하는데 주목적이 있다.

4. Urban Seoul (<http://urban.seoul.go.kr/4DUPIS/index.do>)

서울시에서는 도시계획과 관련된 별도의 서울도시계획포털 서비스를 제공한다. 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 서비스를 제공받을 수 있다.

하지만 서울도시계획포털 역시 중복공사에 대한 별도의 플래닝 시스템을 제공하고 있지 않고 있으며 공간정보를 지번주소로 표현함으로써 위치에 대한 정확도가 떨어진다.

5. 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.[6]

우리나라도 측량법(2003.1.1.) 개정에 따라 측지기준계(Geodetic Datum)가 지역좌표계에서 세계좌표계로 변경되었다.[7] WGS84는 [Fig. 2]와 같이 GPS좌표와 실시간으로 호환될 수 있으며 동경측지계로의 좌표변환이 불필요하다는 장점이 있다.

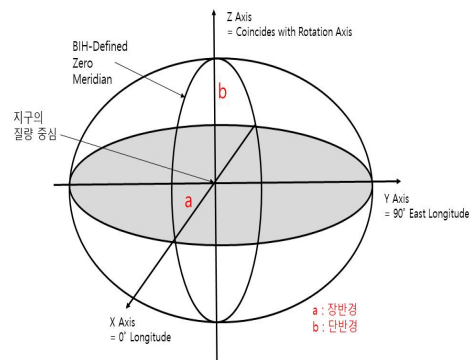


Fig. 2. WGS84[8]

6. Research Trends

현재 도시 시설공사는 공정 계획의 부실로 인해 원활한 공정관

Table 1. Research Trends

Title	Contents	Compare
Development of spatio-temporal data model for the spatial information production(2016)[14]	Information link between current and past of country basic chart and normal image map and numerical display model.	It just presents a space and time information, but it fails to present a shared urban construction model in the schedule plan model.
A methodology for an effective utilization of process simulation modeling techniques for construction planning and scheduling(2015)	It reduces costs by establishing an initial plan based on the resources invested in the construction project.	In an experiment relying on a typical construction process, a shared model for urban construction was not presented.
Study on GIS-Based Roadway Construction Planning(2005)[11]	It was implemented in an integrated environment such as GIS for efficient and scientific construction planning.	Space scheduling cannot be presented as a shared model along with time information.
Study on the Development of Scheduling Software in Building Construction(2003)	It proposed a new schedule planning system that analyzed the operational status of the schedule control software.	As a study of the management of the work plan and construction control software, separate process planning and shared models were not presented.

리가 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. [Table 2]는 공정 계획의 개선과 시공간 정보 등을 활용한 다양한 연구 동향들을 본 연구와 비교한 내용이다.

III. The Proposed System

본 장에서는 위경도를 활용한 공간정보로 공사들 간의 교차점을 계산하고, 시간정보를 통해 타 공사들 간의 중복 기간을 파악하여 간섭공간을 구한 후 우선순위를 통해 플래닝 하는 시스템을 제시한다.

1. GIS data representation by urban construction types

도시공사에서는 기본적으로 [Table 3]과 같이 공사의 등록번호와 발주기관, 시공업체 정보, 공사의 종류에 대한 데이터가 공통으로 들어간다.

Table 2. Common Data

Registration Number	Ordering Organization	Constructor	Type of construction
---------------------	-----------------------	-------------	----------------------

공간정보를 일반 지번주소로 표시하게 되면 정확한 공사의 위치를 파악할 수 없다. 본 연구에서는 국제표준인 세계측지계 (WGS84) 좌표를 사용하여 공간정보의 위치를 나타낸다.

공통 데이터를 제외하고 도시공사를 표현하는데 필요한 공간정보 데이터는 [Table 4]과 같다.

Table 3. GIS Data

Starting Point		Midpoint		End Point	
latitude	longitude	latitude	longitude	latitude	longitude

공간정보에서 공사의 위치는 하나의 시작점과 하나의 종료점으로 이루어지는데 여러 개의 중간점을 연결하여 공사의 자세한 위치 표현이 가능하다. 또한 두 선의 교차점 방정식을 통해 도시공사에서 공간의 중복 여부를 확인할 수 있다.

[Fig. 3]과 같이 도로공사와 상수도공사가 같은 공간에서 진행한다고 가정한다면 위도와 경도에 대한 교차점을 다음과 같이 구할 수 있다.

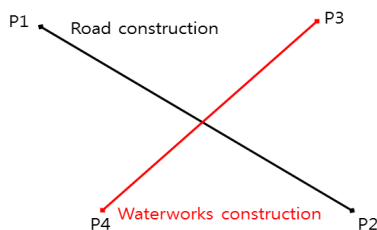


Fig. 3. longitude and latitude' point of intersection

도로공사는 시작점 P1과 종료점 P2로 이루어져 있으며, 상수도공사는 시작점 P3과 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.

$$(1-t)P_1 + tP_2 = (1-s)P_1 + sP_2 \dots\dots\dots (4)$$

이 식을 다시 x, y로 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 t를 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 s를 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, y는 식(9)과 식(10)으로 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, y가 두 직선에 대한 교점 즉, 위경도 공간에서 중복으로 공사가 이루어지고 있는 지점이다.

t와 s의 값이 0과 1 사이를 벗어나는 경우 두 선은 교차하지 않는다. 그리고 s와 t를 구하는 공식에서 분모가 0인 경우 두 선은 평행하다는 의미가 된다.

2. Time data representation by urban construction types

정확한 플래닝 모델을 구축하기 위해서는 공간의 위치뿐만 아니라 시간에 대한 정보가 표현되어야 한다[9]. 본 연구에서 시간정보는 공사의 시작일자와 종료일자 그리고 굴착을 할 수 없는 굴착불가기간으로 나타낸다. 굴착불가기간이란 「도로법 시행령」에 따라 도로 노면에 대해 신설·확장 또는 개량할 날부터 3년 이내 굴착을 할 수 없는 기간을 말한다.

하나의 도시공사를 표현하는데 필요한 시간정보 데이터는

[Table 5]와 같다.

Table 4. Time Data

Construction start period	Construction end period	Drilling ban period
---------------------------	-------------------------	---------------------

도로공사와 상수도공사가 아래와 같은 시간에 진행된다고 가정한다면 공사의 시작일자와 종료일, 도로굴착 불가기간 등을 통해 도시공사에서 [Fig. 4]와 같이 시간의 중복 여부를 확인할 수 있다.



Fig. 4. The intersection of time

3. Identification of interferences with other construction sites

공간정보를 통해 교차점을 확인하고 시간정보를 통해 중복된 부분을 구하게 되면 타 공사와의 간섭공간을 구할 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 아래의 [Fig. 5]와 같이 진행된다고 가정한다.



Fig. 5. Two construction projects

교차점 방정식을 통해 [Fig. 6]과 같이 위도 33.4561, 경도 126.5633에서 두 공사 사이에 교차점이 나타난 것을 확인할 수 있다.



Fig. 6. Intersections occurred

공간정보에서 교차점이 나타나면 [Table 6]에서처럼 두 공사의 시간정보에서 중복된 부분의 계산이 가능하게 된다.

Table 5. Duplicate time information

Type of construction	Construction start period	Construction end period	Drilling ban period
Road construction	2017.3.5. 09:00	2018.3.5. 18:00	2021.3.5. 18:00
Waterworks construction	2018.5.15. 09:00	2020.5.15. 18:00	2023.5.15. 18:00

4. Urban facility priority

도시시설은 [Fig. 7]과 같이 매설물의 위치에 따라 지하철에서 도로까지 공사에 대한 우선순위를 정할 수 있다.

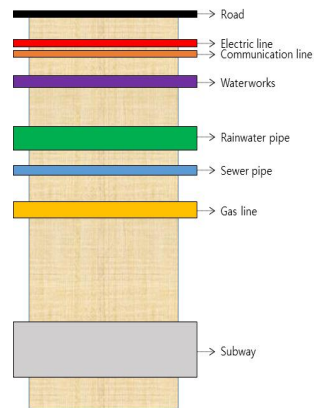


Fig. 7. Location of Urban facility[10]

보통 도시시설 공사는 [Fig. 7]과 같이 공사의 종류에 따라 시공할 위치까지 굴착이 이루어지고 공사가 완료된 후 역순으로 굴착된 시설을 복구하는 방법으로 진행된다.[10]

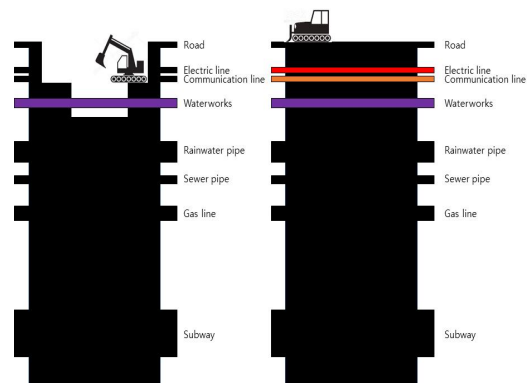


Fig. 8. How to recover after drilling[10]

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

Table 6. Urban Facility Priority

Priority	Type of construction
7	Road construction
6	Electric line, Communication line
5	Waterworks
4	Rainwater pipe
3	Sewer pipe
2	Gas line
1	Subway

도로공사와 상수도공사가 위도 33.4561, 경도 126.5633의 교차공간에서 2018년 5월 15일 오전 9시에 아래 [Fig. 9]와 같이 간섭공간이 발생했다고 가정한다.

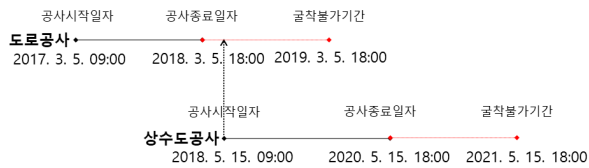


Fig. 9. Before comparing priorities

두 공사의 간섭공간이 발생되면 우선순위에 따라 상수도 공사가 도로공사보다 우선되므로 위상정렬을 사용하여 두 공사의 시간정보를 [Fig. 10]과 같이 서로 변경하는 것이 가능하다.

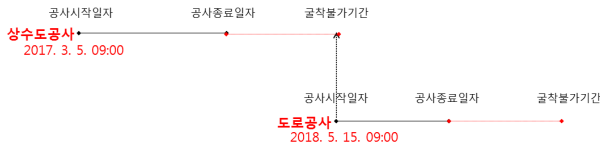


Fig. 10. After comparing priorities using topological sorting

Table 7. Common data and GIS data Table

Index	Registration Number	Ordering Organization	Constructor	Type of construction
Starting Point latitude	Starting Point longitude	End Point latitude	End Point longitude	

IV. Implementation

1. Research data

실제 도시시설 공사의 계획 단계에서 공통 테이블 및 공간정보 테이블은 아래 [Table 8]과 같고 테이블에 들어갈 데이터들이 아래와 같다고 가정한다. 데이터의 키 값은 인덱스와 등록번호를 기준으로 한다.

- (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, 22.4535, 126.5637, 22.4535, 126.5637)

Index 1 등록번호 #1998010207 도로공사의 중간점 위경도 데이터는 [Table 9]의 별도 테이블에서 아래와 같이 입력된다.

Table 9. longitude and latitude table at midpoint

Index	Registration Number	Midpoint latitude	Midpoint longitude	Midpoint latitude	Midpoint longitude
-------	---------------------	-------------------	--------------------	-------------------	--------------------

- (1, #1998010207, 33.4556, 126.5838, 33.4552, 126.5843)

시간정보 테이블은 [Table 10]과 같고 테이블에 들어갈 데이터는 아래와 같다. 본 연구에서 굴착불가기간은 임의로 모든 공사에 대해 공사종료일자로부터 1년이라 가정한다.

Table 10. Time data table

Index	Registration Number	Construction start period	Construction end period	Drilling ban period
-------	---------------------	---------------------------	-------------------------	---------------------

- (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).

2. Implemented a program

시공간 정보를 이용한 도시시설공사 플래닝 시스템을 구현한 결과는 [Fig. 11]과 같다. 프로그램은 스프링프레임워크를 기반으로 구현하였으며, JAVA 1.8 버전과 WAS(Web Application Server)로 아파치톰캣 9.0을 이용하였고, Maven을 통해 자바 라이브러리를 관리하였다. 공간정보의 위경도 표현은 다음지도 API를 활용하였다.

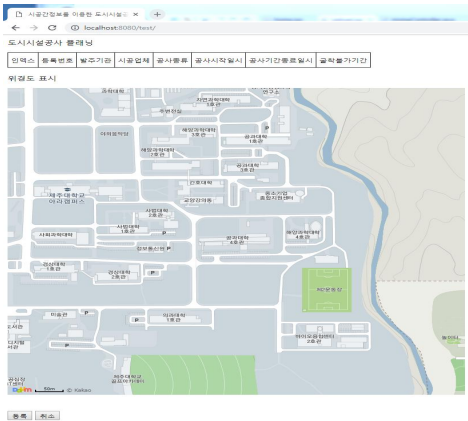


Fig. 11. Program capture screen

Index 1 등록번호 #1998010207 도로공사의 데이터를 입력하면 [Fig. 12]와 같은 결과가 나온다.

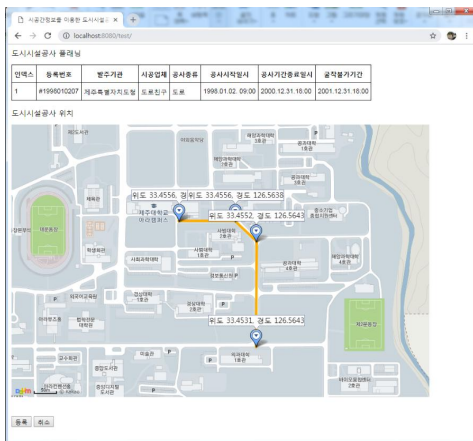


Fig. 12. Register the Road construction

3. Program results

실험데이터와 구현된 프로그램을 바탕으로 도시 시설공사 플래닝 시스템을 직접 실험하였다.

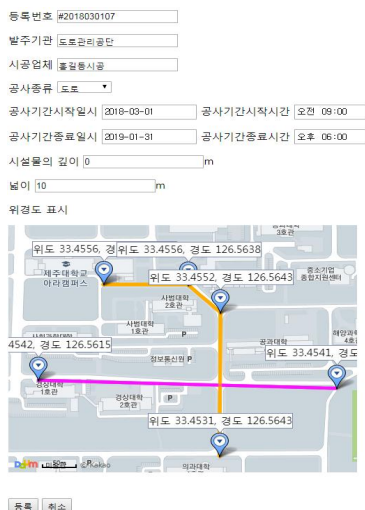


Fig. 13. Two road construction

데이터의 순서대로 [Fig. 13]과 같이 먼저 등록번호 #1998010207의 도로공사와 #2018030107의 도로공사가 입력되어 공간정보에서 교차점을 확인한다.

Table 11. Time duplication does not occur

Index	R N	Type	Construction start period	Construction end period	Drilling ban period
1	#1998010207	Road	1998.01.02. 09:00	2000.12.31. 18:00	2001.12.31. 18:00
2	#2018030107	Road	2018.03.01. 09:00	2019.01.31. 18:00	2020.01.31. 18:00

교차점이 발생하여 [Table 11]과 같이 시간정보를 확인하지만 두 공사 사이에 중복이 일어나지 않아 간섭공간이 발생하지 않았고 플래닝 없이 입력된 값이 그대로 화면에 표출된다.

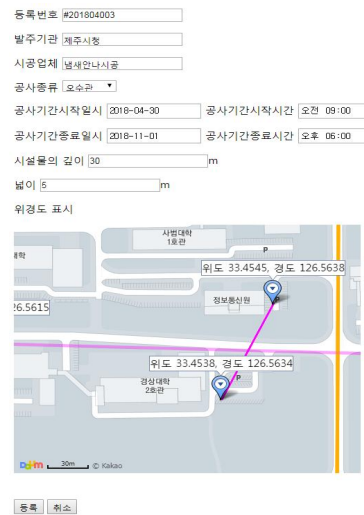


Fig. 14. Interference occur Sewer pipe construction

다음 [Fig. 14]과 같이 등록번호 #2018043003 제주시청의 오수관 공사에서 기존 #2018030107의 도로공사 사이에 [Table 12]와 같이 간섭공간이 발생했다.

Table 12. Before comparing time data Index 2 and 3

Index	R N	Type	Construction start period	Construction end period	Drilling ban period
2	#2018030107	Road	2018.03.01. 09:00	2019.01.31. 18:00	2020.01.31. 18:00
3	#2018043003	Sewer	2018.04.30. 09:00	2018.11.01. 18:00	2019.11.01. 18:00

간섭공간이 나타나면 우선순위에 따라 오수관 공사가 도로 공사보다 우선순위가 높기 때문에 [Table 13]과 같이 우선순위가 높은 곳의 공사시작일자를 우선순위가 낮은 공사시작일자로 변경되고 공사기점에 맞춰 각각 플래닝이 진행된다.

Table 13. After planning schedule Index 2 and 3

Index	R N	Type	Construction start period	Construction end period	Drilling ban period
2	#2018030107	Road	2019.10.03. 09:00	2020.09.02. 18:00	2021.09.02. 18:00
3	#2018043003	Sewer	2018.03.01. 09:00	2018.10.02. 18:00	2019.10.02. 18:00

이번에는 [Fig. 15]와 같이 등록번호 #2018060506A 한국 전력공사에서 발주한 전력공사가 #2018030107 도로공사와 #2018043003 오수관 공사 사이에 간섭공간이 발생하였다.



Fig. 15. Interference occur Electric power construction

먼저 공간정보 교착점이 발생함에 따라 전력공사와 도로공사 사이에 간섭공간을 확인한다.

Table 14. Before comparing time data Index 2 and 4

Index	R N	Type	Construction start period	Construction end period	Drilling ban period
1	#1998010207	Road	1998.01.02. 09:00	2000.12.31. 18:00	2001.12.31. 18:00
2	#2018030107	Road	2019.10.03. 09:00	2020.09.02. 18:00	2021.09.02. 18:00
3	#2018043003	Sewer	2018.03.01. 09:00	2018.10.02. 18:00	2019.10.02. 18:00
4	#2018060506A	Electric	2018.06.05. 09:00	2018.11.07. 18:00	2019.11.07. 18:00

전력공사가 도로공사보다 우선순위가 높기 때문에 플래닝이 진행되고 그 결과는 [Table 15]와 같다.

Table 15. After planning schedule Index 2 and 4

Index	R N	Type	Construction start period	Construction end period	Drilling ban period
1	#1998010207	Road	1998.01.02. 09:00	2000.12.31. 18:00	2001.12.31. 18:00
2	#2018030107	Road	2021.03.06. 09:00	2022.02.05. 18:00	2023.02.05. 18:00
3	#2018043003	Sewer	2018.03.01. 09:00	2018.10.02. 18:00	2019.10.02. 18:00
4	#2018060506A	Electric	2019.10.03. 09:00	2020.03.05. 18:00	2021.03.05. 18:00

바로 다음 교차점이 일어나는 오수관 공사와 도로공사 사이에 간섭공간을 확인하지만 [Table 16]과 같이 시간의 중복이 일어나지 않아 플래닝이 일어나지 않는다.

Table 16. Before comparing time data Index 3 and 4

Index	R N	Type	Construction start period	Construction end period	Drilling ban period
1	#1998010207	Road	1998.01.02. 09:00	2000.12.31. 18:00	2001.12.31. 18:00
2	#2018030107	Road	2021.03.06. 09:00	2022.02.05. 18:00	2023.02.05. 18:00
3	#2018043003	Sewer	2018.03.01. 09:00	2018.10.02. 18:00	2019.10.02. 18:00
4	#2018060506A	Electric	2019.10.03. 09:00	2020.03.05. 18:00	2021.03.05. 18:00

다음으로 [Fig. 16]과 같이 Index 5 #2018070106B 통신공사와 Index 6 #2018120506A2 전력공사가 각각 입력된다.

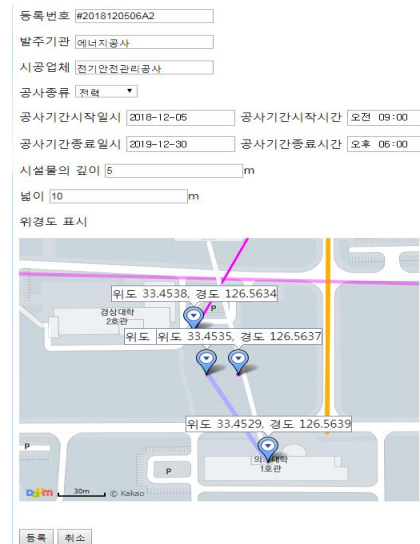


Fig. 16. Interference occur Communication construction

통신공사는 Index 4 #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 플래닝할 수 있다. 본 연구에서는 전력공사에 맞춰 Index 5 #2018070106B 통신공사의 공사시작일자를 조정하였다.

Table 17. After planning schedule Index 5 and 6

Index	R N	Type	Construction start period	Construction end period	Drilling ban period
1	#1998010207	Road	1998.01.02. 09:00	2000.12.31. 18:00	2001.12.31. 18:00
2	#2018030107	Road	2021.03.06. 09:00	2022.02.05. 18:00	2023.02.05. 18:00
3	#2018043003	Sewer	2018.03.01. 09:00	2018.10.02. 18:00	2019.10.02. 18:00
4	#2018060506A	Electric	2019.10.03. 09:00	2020.03.05. 18:00	2021.03.05. 18:00
5	#2018070106B	Communication	2019.10.03. 09:00	2020.03.04. 18:00	2021.03.04. 18:00
6	#2018120506A2	Electric	2018.12.05. 09:00	2019.12.30. 18:00	2020.12.30. 18:00

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

6개의 도시시설공사를 실험한 결과 [Table 17]과 같이 도로공사, 오수관, 전기, 통신 등의 공사 일정이 서로 중복 없이 플래닝 되었고 그 결과는 [Fig. 17]과 같다.



Fig. 17. Complete Planning system

V. Conclusions

본 연구에서는 다양한 도시시설 발주처들이 발주하고 있는 도시시설 공사 발주 정보의 공유 모델을 제시하였다. 또한 이렇게 수집된 공사정보를 이용하여 공사 순서를 플래닝 하는 방법을 제시하였다.

기존의 공사 발주 방법은 동시다발적인 도시 공사에서 정교한 정보 공유모델의 부재로 인해 비효율적이고 체계적이지 못한 공사계획이 수립되었다. 결국 각 기관에서 발주된 공사들이 정교하지 못하게 계획됨으로 인하여 공사비가 상승되고 공사 계획과는 다르게 예산이 낭비되는 결과가 나타난 것으로 분석되었다.

본 연구의 공유모델을 바탕으로 하면 동시다발적으로 발생하고 있는 도시 시설공사 계획을 체계적이고 효율적으로 운영·관리할 수 있다.

또한 플래닝 시스템을 도입하여 도시시설 공사들 간에 중복 공사 등의 발생 원인을 사전에 배제하였고 철저한 계획 수립으로 공사 기간을 단축시키는 방안도 함께 마련하였다.

이를 위하여 공간적으로 중복되는 공사를 파악하는 방법을 연구하였고, 파악된 공사가 일정 단위시간 내에 이루어지는 지

를 파악하는 방법도 제시하였다. 예를 들어 도로 공사와 도상수도 공사가 일정 공간과 일정시간 안에 발주가 이루어진다면, 비록 도로 공사 발주가 시간적으로 먼저 발주되었다 하더라도 상수도 공사를 먼저 수행할 수 있도록 플래닝할 수 있다.

이를 통해 막대한 예산이 들어가는 시설공사의 비용절감 효과를 얻을 수 있다. 향후 연구에서는 시설공사를 구역별로 세분화 하고 시공간 정보를 상세하게 플래닝 하여 더욱 정교한 정보 공유의 모델로 만들 필요가 있다.

REFERENCES

- [1] Ministry of Land, Infrastructure and Transport. "Urban planning status" e-nara index , 2017. 8.
- [2] Hojeong Song, Jaehyun Choi, "A methodology for an effective utilization of construction equipment for highway construction projects", Korea Journal of Construction Engineering and Management v.15, no.6, 2014. 11.
- [3] Lee, Kyung-eun, "The Study on the Priority of Cost-Increasing Factors in Public Construction Projects", Dong-A University Construction department of engineering, 2011. 12.
- [4] Hwang, Jun-hwa, "A study on the practical issues of overhead cost due to extension of time for public works" Kwangwoon University Graduate School of Construction LegalAffairs, 2015. 7.
- [5] Sangjung Kim, Jaesub Lee, " An Optimal Scheduling Method Using Probability on the Estimation of Construction Duration", Korea Journal of Construction Engineering and Management, Vol.5 No.6, 2004. 12.
- [6] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, "(A)datum transformation is island and sea around Korea", 2004. 1.
- [7] Bae, Sang-jin, "(The) digital road map using WGS-84 coordinates system", Busan University Department of Civil Engineering, 1998. 2.
- [8] Yang Keun Woo, "(A) study on the accuracy of absolute coordinate base on ITRF coordinate system", Kyung Gi University Department of Civil Engineering,2004. 12.
- [9] Kang, Sang-Hyeok, "GIS Application for Planning Roadway Construction", Korea Institute of Construction Engineering and Management, 2003. 4. pp.565-568
- [10] Seoul-si, "Communication道Seoul路:Road special work Introduction procedure" 2015. 9.
- [11] Jongwon Seo, Sanghyuk Kang, "Study on GIS-Based Roadway Construction Planning", Korean Society of civil engineers, v25 n.2-D, 2005. 3.
- [12] Song, Ho-jeong , Choi, Jaehyun , "A methodology for

construction scheduling through an effective utilization of process simulation modeling techniques”, The Regional Association of Architectural Institute of Korea Vol.17 No.6, 2015. 12.

- [13] Choi, Hae Jin, “(A) Study on the Development of Scheduling Software in Building”, Kyungwoon University Department of Architectural Engineering, 2003. 2.
- [14] Kim, Chang Woo, “Development of Spatio-temporal Data Model for the Spatial information Production”, Sungkyunkwan University Department of Civil and Environmental Engineering, 2016. 2.

Authors



Jaehyeon Shin received the B.S. degree in Computer System from Konkuk University, Korea, in 2008. He is interested in Artificial Intelligence and Geographic Information System.



Sang-Joon Lee received the B.S., M.S. and Ph.D. degrees in Computer Science and Engineering from Chung-Ang University, Korea, in 1984, 1989 and 1992, respectively. Dr. Lee joined the faculty of the Department of Computer Engineering at

Jeju National University, Jeju, Korea, in 1993. He is currently a Professor in the Department of Computer Engineering, Jeju National University. He is interested in intelligent system, computer algorithm.



Ho-Young Kwak received the B.S., M.S. and Ph.D. degrees in Computer Science from Hong-Ik University, Korea, in 1983, 1985 and 1990, respectively. Dr. Kwak joined the faculty of the Department of Computer Engineering at Jeju National University,

Jeju, Korea, in 1990. He is currently a Professor in the Department of Computer Engineering, Jeju National University. He has served as the Vice-president of The Korean Society of Computer Information. He is interested in IT-Medical convergence, USN, IoT Technology and software system.