산업융합연구 제20권 제7호 pp. 57-64, 2022
ISSN 2635-8875 / e-ISSN 2672-0124
DOI : https://doi.org/10.22678/JIC.2022.20.7.057

지하공간통합지도 관리 시스템의 효율적인 운영을 위한 공간 데이터 갱신 방법

이봉준[1*], 고훈준[2]
[1](주)씨엠월드 대표 CEO, [2]경인여자대학교 소프트웨어융합과 교수

Spatial Data Update Method for Efficient Operation of the Integrated Underground Geospatial Map Management System

Bong-Jun Lee[1*], Hoon-Joon Kouh[2]
[1]CEO, CmWorld Corporation
[2]Professor, Department of Software Convergence, Kyung-In Women's University

요 약 지하공간에는 다양한 구조물들이 있고 그 구조물들의 지하공간 데이터는 지하공간통합지도 관리 시스템(IUGMMS)에서 3D 데이터로 관리되고 있다. 작업자는 준공도서 제출 프로그램으로 변경된 지하공간 데이터를 반영한 통합지도 전체를 IUGMMS에 전송하여 갱신하고 있다. 그러나 통합지도 파일의 크기가 크기 때문에 전송하고 갱신하는 시간이 지연되는 문제점이 있다. 본 논문에서는 변경된 통합지도와 IUGMMS에 저장되어 있는 통합지도에서 공간특성정보를 각각 구하고 비교해서 변경된 지하정보 데이터가 있는 통합지도만 추출하여 전송하고자 한다. 실험 결과, 기존 방법은 전송하려는 통합지도의 영역이 넓을수록 통합지도를 전송하는 시간과 갱신하는 시간이 파일 크기에 비례하여 증가하였지만, 제안한 방법은 변경된 지하공간 데이터가 포함된 통합지도만 전송하기 때문에 전송 시간이 짧았고 갱신하는 시간도 짧았다. 그 결과 변경된 통합지도를 전송하고 갱신할 때 발생하는 시간의 지연을 줄일 수 있었다.

키워드 : 지하공간 데이터, 준공도서 제출 프로그램, 전송 시간, 공간특성정보, 지연 시간

Abstract There are various structures in the underground space, and the structures is managed as 3D data in Integrated Underground Geospatial Map Management System(IUGMMS). The worker transmits and updates the integrated map including the changed underground geospatial data to IUGMMS with the completed book submission program. However, there is a problem in that the transmission time and the update time is delayed because the size of the integrated map file is large. In this paper, we try to extract and transmit only the changed integrated map by obtaining and comparing each spatial characteristic information of the integrated map. As a result of the experiment, the transmission time of the suggestion method is short and the update time is also short than the transitional method because the suggestion method transmits only the integrated map including the changed underground geospatial data. As a result, it was possible to reduce the delay time in transmitting and updating the changed integrated map.

Key Words : Underground Geospatial Data, Completed Book Submission Program, Transmission Time, Spatial Characteristic Information, Delay Time

This article is supported by the Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement (KAIA) grant funded by the Ministry of Land, Infrastructure and Transport (Grant : 20DCRU-B158151-01).

*Corresponding Author : Bong-Jun Lee(bjlee@cmworld.co.kr)

Received April 26, 2022 Revised June 3, 2022
Accepted July 20, 2022 Published July 28, 2022

1. 서론

최근 지하공간에는 다양한 구조물이 많아서 이에 대한 지하공간 데이터의 효율적인 관리가 필요하다. 기존의 지하공간 데이터는 공간 객체 데이터와 속성 데이터로 이루어져 있으며, 지하구조물의 종류에 따라 관련 지자체에서 각각 관리하고 있었다. 그러나 데이터의 갱신이 지속적으로 이루어지지 않아서 데이터의 정확도가 떨어졌다. 또한 지학공간데이터가 2D 형태로 관리되고 있어서 지하구조물의 정확한 깊이 및 형태가 명확하지 않았다. 그래서 현장의 작업자가 지하구조물을 작업할 때 지하구조물의 정확한 위치를 파악하는데 어려움이 많았고, 주위의 다른 지하구조물의 위치를 파악하는데도 어려워서 다른 구조물을 파손하는 경우도 빈번하게 발생하였다[1,2].

한국건설기술연구원에서는 2015년부터 지하 공간 데이터의 효율적인 관리를 위하여 지하공간통합지도 관리시스템(Integrated Underground Geospatial Map Management System)[3-5]을 개발하고 있다. 이 시스템은 여러 기관에 분산되어 있던 전국 지하구조물의 모든 지하공간 데이터를 한 곳으로 모았다. 그리고 지하공간 데이터와 지형정보 데이터를 합친 통합지도를 구축한다. 또한 기존 2D 데이터로 관리 되던 지하공간 데이터를 3D 데이터[6,7]로 만들어 통합 관리함으로써 현장에서 작업의 위치를 안전하고 쉽게 확인할 수 있도록 한다. 또한 다른 지하구조물의 위치도 쉽게 확인하여 다른 구조물을 파손하지 않고 작업을 할 수 있게 지원한다[3].

통합지도의 갱신은 작업자가 지하구조물의 작업을 마친 후에 변경된 내용을 관리하는 지역의 통합지도에 반영을 한다. 그리고 변경된 통합지도 파일을 준공도서 제출 프로그램으로 IUGMMS에 전송하여 갱신한다. 그러나 변경된 통합지도를 갱신할 경우 기관에서 관리하고 있는 전체 영역의 통합지도 정보 데이터를 IUGMMS로 전송하기 때문에 지연 시간이 발생한다. 또한, IUGMMS는 기존에 저장되어 있는 지하공간 데이터를 삭제하고 새롭게 전송받은 2D 데이터를 3D 데이터로 변경하여 저장한다. 따라서 지하공간 데이터를 갱신하는데도 시간 지연이 발생한다.

지하공간 데이터를 갱신하는 시간 지연 문제를 해결하기 위해서 [8]에서는 IUGMMS에서 전송된 모든 지하공간 데이터를 갱신하는 것이 아니라 변경된 지하공간 데이터 객체와 변경되지 않은 지하공간 데이터 객체를 분리하여, 변경된 객체만 3D 데이터로 변경하여 갱신하는 방법을 제안하였다. 그러나 준공도서 제출 프로그램에서 IUGMMS에 전송하는 통합지도 데이터는 수 킬로미터에서 수십 킬로미터 영역의 모든 데이터를 전송하기 때문에 전송 지연이 발생한다. 또한 IUGMMS에서는 전송된 통합지도 파일에 있는 지하공간 데이터의 변경 여부를 확인하여 저장한 후에 갱신하기 때문에 데이터의 변경 여부를 확인하여 저장하는 시간도 많이 소요된다. 따라서 시스템 전체의 시간 지연을 해결하기에는 한계가 있다.

본 논문에서는 지하공간 데이터를 갱신하는데 발생하는 지연 시간을 줄이기 위해서 준공도서 제출 프로그램은 지하공간 통합지도 파일을 IUGMMS에 모두 전송하는 것이 아니라 IUGMMS에 저장되어 있는 지하공간 데이터와 비교하여 변경된 데이터가 있는 영역의 통합지도만 전송하는 방법을 제안하고자 한다. 이 방법은 변경된 지하공간 데이터가 있는 통합지도만 전송하기 때문에 전송 시간을 줄일 수 있고 IUGMMS는 변경된 통합지도만 저장하고 전체 영역이 아닌 변경된 통합지도에서만 변경된 객체를 분리하여 갱신하면 되기 때문에 전송 시간과 갱신 시간을 모두 줄일 수 있다.

2장에서는 현재 개발이 되고 있는 IUGMMS에서 지하공간 데이터를 갱신하는 절차의 구조를 설명하고 이때 발생하는 지하공간 데이터의 갱신 지연 시간 문제점을 설명한다. 3장에서는 데이터의 갱신 지연 시간 문제를 해결하기 위해 본 논문에서 제안하는 방법을 서술하고, 4장에서는 실험을 통해 제안한 방법과 기존 방법과의 데이터 처리시간을 분석한다. 5장에서는 결론을 서술한다.

2. 지하공간통합지도 관리 시스템

지하공간통합지도 관리 시스템(IUGMMS)은 전국의 지하공간에 있는 상수관, 하수관, 지하주차장, 지하철 역사, 지하철 선로, 통신 선로 등의 다양한 지하구조물의 지하공간 데이터를 3D 데이터로 만들어 저장하고 관리한다. 현장의 작업자는 지하구조물을 작업할 때 3D 모형으로 확인할 수 있기 때문에 2D 모형보다 작업의 위치를 쉽게 이해하고 다른 지하구조물의 간섭으로부터 보호를 받을 수 있다.

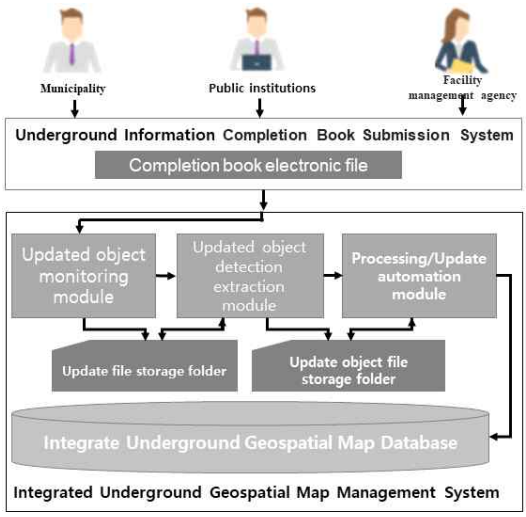

Fig. 1. The system structure for managing underground geospatial data in IUGMMS

Fig. 1은 현재 준공도서 제출 프로그램에서 통합지도 파일을 전송하여 IUGMMS에서 지하공간 데이터를 갱신하는 부분의 구조도이다. IUGMMS의 동작 과정은 다음과 같다.

첫째, 작업자가 지하정보준공도서 제출 프로그램(underground information completion book submission program)[9]으로 지하공간 데이터가 포함되어 있는 통합지도 파일을 IUGMMS로 전송한다.

둘째, IUGMMS의 변화객체 모니터링 모듈(updated object monitoring module)[10]은 전송된 파일을 기존 데이터와 비교한다. 최초로 전송된 파일이거나 지하공간 데이터가 변경된 파일인 경우 갱신파일 저장 폴더에 저장하고, 기존 데이터와 동일한 변경되지 않은 파일인 경우에는 전송된 파일을 삭제한다.

셋째, 변화객체 탐지 추출 모델(updated object detection extraction module)[8]은 갱신파일 저장 폴더에서 변경된 통합지도 파일을 읽어서 변경된 객체를 추출한다. 추출한 객체는 변화객체 파일 저장 폴더에 저장한다.

넷째, 가공/갱신 자동화 모듈(processing/update automation module)은 변화객체 파일 저장 폴더에서 변경된 객체 파일을 읽어서 3D 모형 데이터를 생성하고, 지하공간통합갱신 데이터베이스(integrate underground geospatial map database)에 3D 모형 데이터를 저장하여 데이터를 갱신한다. 갱신된 3D 데이터는 각 기관의 작업자는 지하구조물을 공사할 때 IUGMMS에 저장되어 있는 지하공간 3D 데이터를 모바일 뷰어로 확인하면서 작업할 수 있다.

그러나 준공도서 제출 프로그램에서 통합지도를 전송할 때 마다 관리하고 있는 전체 영역의 지하공간 데이터를 전송해야 하고 IUGMMS은 전송받은 모든 데이터를 검사하고 갱신하기 때문에 지연 시간이 발생하는 문제점이 있다.

[8]에서는 변화객체 탐지 추출 모듈에서 변경된 객체와 변경되지 않은 개체를 분리하여, 변경된 객체만 3D 데이터로 변경할 수 있는 방법을 제안함으로써 지하공간 데이터의 처리 지연 시간을 줄이고자 하였다. 지하공간 데이터는 공간 객체 데이터와 속성 데이터로 이루어져 있으며, 지하공간 데이터의 변경 내역을 검출하기 위해서 각 공간 객체의 포인트들과 속성 데이터의 변경 사항을 비교했다. 객체 정보의 변경 사항의 비교는 주어진 객체의 MBR(Minimum Bounding Rectangle)에 포함되는 비교 대상 공간 정보를 찾아서 각 객체의 포인트가 일치하는 객체들을 순차적으로 제거하고, 제거되지 않는 객체에 대하여 일정 오차율의 범위에 포함되는지 확인하여 포인트의 개수, 포인트의 위치 등을 비교를 통하여 변경 여부를 판단하였다[8]. 이 방법은 통합지도 갱신의 지연시간을 줄일 수는 있지만 데이터를 전송하는 시간과 IUGMMS에서 갱신하는 전체 시간에 비해서는 적은 시간이기 때문에 근본적인 문제를 해결하지는 못한다.

본 논문에서는 지하공간 데이터를 전송하고 갱신하는데 발생하는 지연 시간을 줄이기 위해서 지하정보 준공도서 제출 프로그램에서 지하공간 데이터를 모두 전송하는 것이 아니라 변경된 지하공간 데이터만 찾아서 변경된 데이터가 있는 통합지도 파일만 전송하는 방법을 제안하고자 한다. 준공도서 제출 프로그램에서 변경된 객체만을 추출하기 위해서 [8]에서 제안한 방법을 변경된 지하공간데이터를 추출하기 위해서 준공도서 제출 프로그램에 적용해보려고 하였다. 그러나 이 방법은 객체 대 객체를 비교하는 방식이고 IUGMMS는 보안상의 이유로 객체를 외부로 전송할 수 없는 구조로 설계되어 있기 때문에 준공도서 제출 프로그램은 IUGMMS에 저장되어 있는 통합지도 객체를 가져올 수 없고 따라서 이 방법을 준공도서 제출 프로그램에 적용할 수 없다. 따라서 본 논문에서는 지하정보 준공도서

제출 프로그램에서 직접적인 객체 간 비교를 사용하지 않으면서도 객체의 변경 여부를 파악할 수 있는 방법을 제안하고자한다.

3. 지하공간 데이터의 효율적인 갱신방법

본 장에서는 준공도서 제출 프로그램에서 IUGMMS으로 지하정보 데이터가 포함된 통합지도를 전송하는 시간을 줄이고 IUGMMS에서 데이터를 갱신하는 시간을 줄이기 위한 방법을 제안한다.

본 논문에서 제안하는 방법은 지하정보 준공도서 제출 프로그램에서 IUGMMS에 저장되어 있는 객체와 직접 비교를 피하고 해당 공간의 공간특성정보(Spatial Characteristic Information)를 찾아 비교함으로써 준공도서 제출 프로그램에서 변경된 지하 공간 데이터를 찾고 변경된 데이터가 있는 영역의 통합지도 파일만 IUGMMS에 전송하여 전송 지연 시간을 줄이고자 한다. 또한 이 방법은 IUGMMS에서 전체 데이터를 처리하여 3D 데이터로 변환하여 저장하는 시간에 비해 변경된 객체 데이터만 가지고 갱신 처리하기 때문에 갱신 시간도 줄 일 수 있다.

제안하는 방법을 구현하기 위해서 Fig. 1에서 설명한 지하정보 준공도서 제출 프로그램과 변화객체 모니터링 모듈의 기능을 변경한다. Fig. 2는 Fig. 1에서 설명한 지하정보 준공도서 제출 프로그램과 변화객체 모니터링 모듈의 기능을 본 논문에서 제안하는 방법으로 변경한 부분의 시스템 구조를 보여주고 있다.

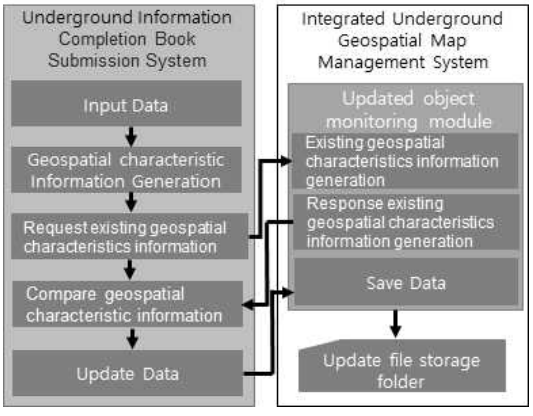

Fig. 2. The Structure for efficient management of geospatial data

Fig. 2의 동작과정은 다음과 같다. 첫째, 지하정보 준공도서 제출 프로그램에서 전송하려는 공간 데이터로 부터 공간특성정보를 생성하고 IUGMMS에게 기존 공간특성정보를 요청한다. 둘째, 변화 객체 모니터링 모듈은 갱신파일 저장 폴더에서 전송하려는 공간 데이터 영역과 동일한 지역의 기존 데이터 파일을 찾고 기존 데이터 파일로부터 공간특성 정보를 생성하여 지하정보 준공도서 제출 프로그램으로 보낸다. 셋째, 지하정보 준공도서 제출 프로그램은 생성한 공간특성정보와 전송 받은 공간특성정보 값을 비교하여 두 개의 값이 같으면 통합지도 파일을 전송하지 않고 값이 다르면 전송한다. 넷째, 변화 객체 모니터링 모듈은 전송된 통합지도 파일이 있다면 갱신파일 저장 폴더에 저장한다. 기존 방법에서는 전송된 통합지도에서 지하공간 데이터의 변경여부를 검사하지만 본 논문에서 제안하는 방법은 변경된 데이터만 전송되기 때문에 변경여부를 검사할 필요가 없다.

전송하려는 지하공간 데이터와 IUGMMS에 저장되어 있는 지하공간 데이터를 비교하기 위해 필요한 공간특성정보는 임의 영역에 대한 객체의 배치 정보를 말한다. 객체의 배치 정보는 특정 객체가 임의의 영역 내에서 어떤 위치에 있는지에 대한 정보를 나타낸 것으로 공간 내에 분포하는 객체에 포함된 포인트의 위치 정보를 말한다. 지하공간특성정보를 생성하기 위해서는 첫째, 데이터 영역을 공간특성정보로 만들기 위한 임의의 단위 영역으로 통합지도를 구분하여 생성하고 둘째, 각 변으로부터 객체의 포인트 매핑 거리를 계산하여 공간특성정보를 생성한다.

1단계 : 단위 영역 생성

본 논문에서는 갱신하려는 통합지도 영역의 크기가 지역에 따라 수 킬로미터에서 수십 킬로미터로 넓기 때문에 통합지도를 임의의 크기로 분할하여 타일 구조[11]로 만든다. 그리고 이렇게 만들어진 여러 개의 타일에서 지하공간 데이터가 변경된 타일의 통합지도만 전송하는 것이다. 타일은 분할 크기에 따라 적용 결과가 미세한 성능차이를 보일 수 있겠지만 본 논문에서는 타일의 한 개의 크기를 256m × 256m의 크기로 정사각형의 데이터 영역으로 나누어 통합지도를 생성한다.

만약 작업자가 갱신하려는 영역이 1280m × 768m라고 가정하면 Fig. 3과 같이 가로세로 256m의 정사

각형 영역으로 가로 5개, 세로 3개 모두 15개의 타일 영역이 생성된다.

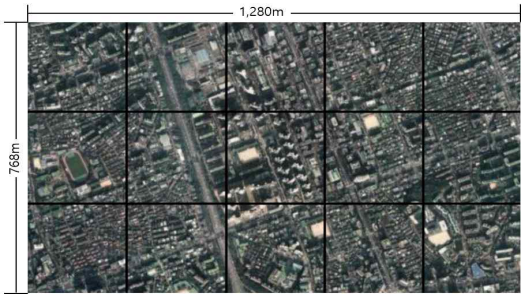

Fig. 3. The area of tile structure

2단계 : 한 영역 내의 공간특성 정보 생성

1단계에서 생성한 한 개의 타일 영역 안에는 여러 개의 지하공간 데이터 객체가 존재할 수 있고 한 개의 객체에는 한 개 이상의 포인트가 존재할 수 있다. 따라서 한 영역 안에 n개의 포인트가 존재할 수 있다. P_i를 i번째 포인트라고 하면 $i = 1,2,3....,n$로 표시할 수 있다. 각 타일 영역의 각 변으로 부터 객체의 포인트와의 거리를 구할 수 있다.

$D_{i,lside}$를 i 번째 포인트에서 영역의 좌측 변까지의 거리라고 하고, $D_{i,tside}$를 i 번째 포인트에서 영역의 상단 변까지의 거리라고 하면 한 개의 타일 안에 있는 좌측 변과 상단 변에 대한 모든 포인트들의 거리의 합은 다음과 같다.

$$SD_{lside} = \sum_{i=1}^{n} D_{i,lside}$$

$$SD_{tside} = \sum_{i=1}^{n} D_{i,tside}$$

Fig. 4의 예와 같이 한 개의 타일 영역 안에 7개의 포인트가 있다고 가정하자. Fig. 4의 a는 각각의 포인트로부터 좌측 변까지의 거리를 구하고 그 값들의 합을 보여주고 있으며 SD_{lside}의 값이 279를 의미한다. b는 각각의 포인트로부터 상단 변까지의 거리를 구하고 그 값들의 합을 보여주고 있으며 SD_{tside}의 값이 355를 의미한다.

식 (1)로부터 준공도서 제출 프로그램의 공간특성정보 $SD_{lside,client}$, $SD_{tside,client}$와 IUGMMS에서 공간특성정보 $SD_{lside,server}$, $SD_{tside,server}$를 구할 수 있다.

$$SD_{lside,dient} = \sum_{i=1}^{n} D_{i,lside,dient}$$

$$SD_{tside,dient} = \sum_{i=1}^{n} D_{i,tside,dient}$$

$$SD_{lside,server} = \sum_{i=1}^{n} D_{i,lside,server}$$

$$SD_{tside,server} = \sum_{i=1}^{n} D_{i,tside,server}$$

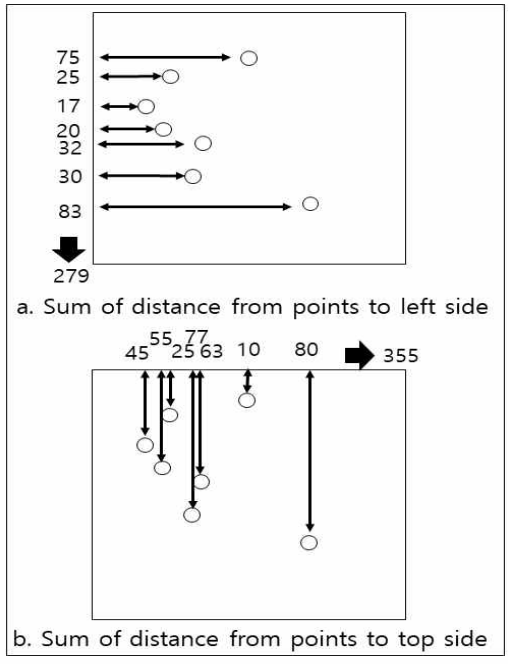

Fig. 4. Example of sum of distances from points to each side

IUGMMS에 저장되어 있는 지하정보 객체 데이터는 보안 때문에 준공도서 제출 프로그램으로 전송할 수는 없으나, 공간특성정보 $SD_{lside,server}$, $SD_{tside,server}$는 객체가 아닌 숫자 값이므로 준공도서 제출 프로그램으로 전송할 수 있다.

Fig. 2에서 설명한 봐와 같이 준공도서 제출 프로그램은 준공도서 제출 프로그램에서 생성한 공간특성정보 $SD_{lside,client}$, $SD_{tside,client}$와 IUGMMS에서 생

성한 $SD_{lside,server}$, $SD_{tside,server}$ 값을 비교하여 변경된 지하정보 데이터가 있는 타일을 찾는다.

Table 1. Comparison Algorithm of Server Data and Client Data

```
While(Area ≠Null) Do
  If SDlside,server=Null and SDtsid,server=Null then
    Add all geospatial information map of
    client to server
  Elseif SDlside,server=SDlside,client and
                SDtsid,serve=SDtsid,clien then
    Do not upload all geospatial information
    map of client to server
 Else
    Upload changed geospatial information
    map of client to server
  End If
End While
```

Table 1은 공간특성정보를 비교하여 통합지도를 처리하는 방법을 설명하고 있다. Table 1과 같이 $SD_{lside,server}$와 $SD_{tside,server}$의 값이 모두 *Null*이면 현재 전송하려는 타일의 통합지도가 신규 데이터로 IUGMMS에는 전송된 적이 없기 때문에 저장되어 있는 지하공간 데이터가 없다는 의미이다. 따라서 준공도서 제출 프로그램은 통합지도 데이터를 IUGMMS로 전송하고 갱신을 한다. 그리고 $SD_{lside,client}$와 $SD_{lside,server}$의 값이 동일하고 $SD_{tside,client}$와 $SD_{tside,server}$의 값이 모두 동일하다면 전송하려는 통합지도 영역의 지하공간 데이터가 IUGMMS에 저장되어 있는 지하공간 데이터와 동일하다는 뜻이므로 이 타일의 통합지도는 서버로 전송하지 않고 갱신은 하지 않는다. $SD_{lside,client}$와 $SD_{lside,server}$의 값이 동일하지 않거나 $SD_{tside,client}$와 $SD_{tside,server}$의 값이 동일하지 않으면 전송하려는 통합지도의 공간 데이터가 변경되었다는 뜻이므로 변경된 지하공간 데이터가 포함된 타일의 통합지도를 IUGMMS로 전송하고 갱신한다. 이 과정을 모든 타일에 대해서 적용한다.

이와 같이 준공도서 제출 프로그램에서 전체 영역의 통합지도가 아닌 각각의 타일 별로 비교해서 변경된 공간정보가 있을 경우에 변경된 지하공간 데이터가 포함된 타일의 통합지도만 IUGMMS로 전송하기 때문에 전송시간을 줄일 수 있다. 또한 IUGMMS에서는 지하공간 데이터가 변경된 영역의 통합지도 만을 관리 할 수 있기 때문에 3D 데이터로 변경하여 저장하는 갱신 시간도 줄 일 수 있다.

4. 실험 결과

본 논문에서 제안한 방법의 성능을 확인하기 위해서 본 장에서는 준공도서 제출 프로그램에서 통합지도를 IUGMMS에 전송하고 갱신객체 모니터링 모듈에서 전송받은 데이터를 처리하여 저장하는 시간에 대해서 기존 방법과 본 논문에서 제안하는 방법을 비교하였다.

실험을 위해서 기존 IUGMMS, 지하정보 준공도서 제출 프로그램과 본 논문에서 제안한 방법을 적용한 IUGMMS, 지하정보 준공도서 제출 프로그램을 로컬네트워크에 구성하였다. IUGMMS와 지하정보 준공도서 제출 프로그램의 하드웨어는 Intel Core i5-10400 CPU, RAM 16G, SSD 1T로 각각 구성하였다.

실험데이터는 충청북도의 지하구조물이 있는 지역의 통합지도를 사용하였다. 일반적으로 지역마다 관리되고 있는 통합지도 영역의 크기가 다르다는 점을 고려하여 이 지역의 일부를 작은 영역부터 큰 영역으로 크기가 다른 임의의 10개의 영역으로 통합지도를 준비하였다. 10개의 통합지도의 파일 크기는 0.94MB에서 420.1MB와 같다.

첫 번째 실험은 IUGMMS에 전송하려는 통합지도가 없는 경우로 진행하였다. 기존 방법은 통합지도 전체 파일 한 개를 전송하고 본 논문에 제안한 방법은 통합지도를 타일로 나누어 각각 모두를 전송하였지만 처리 시간은 오차 범위 내에서 유사했다. Fig. 5와 같이 제안하는 방법은 통합지도 크기에 따라 타일을 생성하고 공간특성정보를 생성하는 시간이 늘어나는 것을 확인할 수 있었지만 기존 방법에서는 변화 객체 모니터링 모듈이 전송받은 통합지도 전체에 대해서 지하공간 데이터의 변경 유무를 검사하는 시간이 있기 때문에 두 방법의 처리 시간은 비슷하였다.

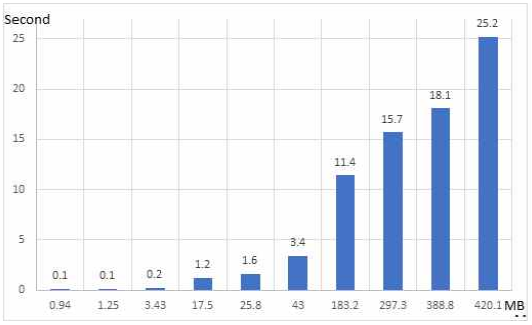

Fig. 5. Spatial characteristic data generation time

두 번째 실험은 10개 영역의 통합지도에서 지하공간 데이터 중 한 개 영역의 상수관 객체의 일부를 수정하여 비교하였다.

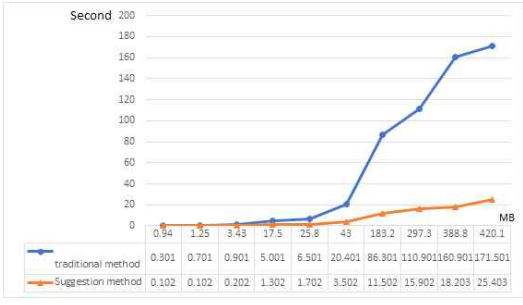

Fig. 6. Geospatial data processing time of the traditional method and the suggestion method

Fig. 6은 10개 영역에 대해서 준공도서 제출 프로그램에서 지하공간 데이터를 포함하고 있는 통합지도 전체를 전송하여 갱신객체 모니터링 모듈에서 데이터를 저장하는 기존 방법과 변경된 지하공간 데이터가 있는 통합지도만 전송하여 갱신객체 모니터링 모듈에서 데이터를 저장하는 본 논문에서 제안하는 방법과의 처리 시간 비교를 보이고 있다. 통합지도 영역의 크기 즉 데이터의 크기가 작은 경우에는 기존 방법과 제안 방법이 통합지도를 처리하는 시간에서 큰 차이를 보이지 않았으나 통합지도 영역의 크기가 증가할수록 제안 방법은 변경된 한 개 타일의 통합지도만 전송하기 때문에 지하공간 데이터를 처리하는 시간의 증가가 작지만 기존 방법은 모든 통합지도를 전송하여 처리하기 때문에 지하공간 데이터를 처리하는 시간이 기하급수적으로 늘어나는 것을 확인 할 수 있다.

일반적으로 작업자가 지하공간 데이터를 작업하는 영역이 항상 일부 영역이기 때문에 영역 전체를 전송하여 저장하는 기존 방법 보다는 준공도서 제출 프로그램에서 영역을 타일로 나누어 공간정보 특성 데이터를 구하고 지하공간 데이터의 변경된 영역만 찾아서 전송하여 처리하는 시간이 지연시간이 적게 발생한다는 것을 알 수 있다.

세 번째 실험은 변경되지 않은 지하공간 데이터가 포함된 통합지도를 전송하였다. 기존 방법은 통합지도를 전송하여 변경여부를 검사하기 때문에 Fig. 6과 동일한 시간이 소요되었고 제안한 방법은 전송할 통합지도가 없기 때문에 전송 시간만큼 줄었고 전체적인 결과는 Fig. 6과 같이 두 번째 실험의 결과와 유사했다. 실제 시스템 환경에서는 실험 결과 보다 더욱 차이를 보일 것으로 보인다.

5. 결론

IUGMMS은 전국에 있는 모든 지하공간 데이터를 3D 데이터로 통합 관리하는 시스템으로 개발되고 있다. 여러 기관의 작업자는 관리하는 지하구조물의 지하공간 데이터가 변경되었을 경우 준공도서 제출 프로그램으로 변경된 지하공간 데이터가 포함된 통합지도를 IUGMMS에 전송하여 갱신한다. 그러나 이 과정에서 작업자가 관리하고 있는 영역 전체의 통합지도를 IUGMMS에 전송하기 때문에 전송 시간 지연이 발생하였다. 또한 IUGMMS는 전송된 통합지도에서 모든 지하공간 데이터의 변경 여부를 확인하여 3D 데이터로 변경하기 때문에 통합지도를 갱신하는 시간이 지연되는 문제점도 있었다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해서 본 논문에서는 작업자가 준공도서 제출 프로그램으로 지하공간 데이터를 포함한 통합지도를 전송할 때 통합지도 전체를 전송하는 것이 아니라 IUGMMS의 저장되어 있는 지하공간 데이터와 비교하여 변경된 지하공간 데이터 영역의 통합지도만 전송하는 방법을 제안하였다. 지하공간 데이터가 변경된 영역을 찾기 위해서 IUGMMS에서 기존 객체 정보를 받아야 하지만 IUGMMS의 보안 정책 때문에 지하공간 객체 데이터를 외부로 전송할 수 없어서 객체간의 직접 비교를 피하고 전송하려는 지하공간 데이터와 IUGMMS에 있는 지하공간 데이터의 공간정보특성 값을 계산하여 비교함으로써 준공도서 제출 프로그램에서 변경된 데이터를 찾는 방법을 제안하였다. 이 방법은 지하공간 데이터의

비교를 IUGMMS가 아닌 지하정보 준공도서 제출 프로그램에서 진행할 수 있었다. 또한 타일지도의 전체 영역을 한 번에 비교하지 않고 공간을 일정 단위의 타일로 분할하여 각각의 영역별로 비교함으로써 지하공간 데이터가 변경된 부분이 있을 경우 그 타일 영역의 통합지도만 IUGMMS에 전송하였다. 그 결과 변경된 영역만 추출하여 전송할 수 있어서 통합지도의 전송 지연 시간을 줄일 수 있었고 IUGMMS에서는 변경된 지하공간 데이터를 추출할 필요가 없기 때문에 갱신하는 시간도 줄일 수 있었다.

REFERENCES

[1] S. K. Cho, Y. T. Kim, J. Y. Choi & Y. G. Jang. (2020). 3-Dimensional Object Visualization Method Considering the Security on Mobile Service System for Underground Spatial Information Integrated maps, *Proceeding of Korean Society for Geospatial Informatio,* 115-118.

[2] J. M. Kim & S. H. Han. (2019). A Proposal for the Development and Application of Underground Space Integration Map Using3D Spatial Information Data, *Proceeding of Korean Society for Geospatial Information Science,* 89-92.

[3] MOLIT. (2020). Development of technology for renewal automation and field utilization on the integrated underground geospatial information map, *R&D plan,* 1-30.

[4] Y. G. Jang, D. H. Park, J. Y. Woo & W. K. Yoon. (2015). A Study on Establishing Basic Plan of Constructing Underground Spatial Integration Map for Underground Safety Management, *Proceeding of Korean Society of Civil Engineers,* 89-92.

[5] Y. G. Jang & D. H. Park. (2018). A Study on Link Plan Underground Safety Information System for Underground Spatial Information Map, *Proceeding of Korean Geo-Environmental Society,* 75-76.

[6] B. Y. Lee, B. S. Hwang & W. J. Cho. (2017). Precision Analysis of Geotechnical Information for the 3D Integrated Underground Space Map, *Journal of the Korean Geoenvironmental Society, 18(4),* 5-12. DOI : 10.14481/JKGES.2017.18.4.5

[7] D. H. Park, Y. G. Jang, H. S. Choi. (2018). A Study on the Construction Plan of 3D Geotechnical Information for the Support of Underground Space Safety. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies, 21(1),* 23-24. DOI : 10.11108/KAGIS.2018.21.1.023

[8] K. S. Kim, H. S. Lee & J. W. Kim (2020). A Study on Updated Object Detection and Extraction of Underground Information, *Journal of Korea Software Assessment and Valuation Society, 16(2),* 99-107.

[9] Y. G. Jang, D. H. Park & J. S. Ryu. (2020). Enhancement of the Underground Information Integration System by Expanding the Use of Underground Space Integration Map, *Proceeding of Korean Society of Civil Engineers,* 1635-1636.

[10] B. J. Lee. (2021). Operation Technique of Spatial Data Change Recognition Data per File, *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies, 24(4),* 184-193. DOI : 10.11108/KAGIS.2021.24.4.184

[11] Y. T. Kim & H. J. Kouh. (2022). Design of Caching Scheme for Mobile Underground Geospatial Information Map System. *Journal of Convergence for Information Technology, 12(1),* 7-14. DOI : 10.22156/CS4SMB.2022.12.01.007

이 봉 준(Bong-Jun Lee) [정회원]

· 1990년 2월 : 중앙대학교 기계공학(공학사)
· 2010년 5월~현재 : ㈜씨엠월드 대표이사

· 관심분야 : 실시간지리정보, 공간분석, 공간모델링
· E-Mail : bjlee@cmworld.co.kr

고 훈 준(Hoon-Joon Kouh) [정회원]

· 2000년 2월 : 인하대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
· 2004년 2월 : 인하대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
· 2004년 3월~현재 : 경인여자대학교 교수

· 관심분야 : Mobile 기술, 디지털 영상, 디지털 음악
· E-Mail : hjkouh@kiwu.ac.kr