

스마트터널기술위원회

# Annual Activity Report

## 2022-Annual Activity Report

### 스마트터널 기술위원회

기술위원장 : 김 양 군

간 사 : 고 태 영 , 최순옥 , 조우철 , 정 호 영

#### 1) 1차 모임 : 위원회 창설후 위원간 상견례

- 일 시 : 2022년 07월 07일, 17:00-18:30
- 장 소 : 터널지하공간학회 회의실
- 의 제 : 기술위원회 창설 상견례 및 활동계획 협의
- 참석자 : 김양군, 최순옥, 조우철, 도종욱, 송명규, 송재준, 심승보, 오주영, 이호성, 정윤영 (10명)



[사진1] 모임 관련 사진

## 회의 내용

- 위원간 상호 인사
- 위원회 활동계획서 주요 내용 설명
  - 스마트기술의 정의 및 활동 계획
- 주요 현안 공지 및 협의
  - 스마트기술별 세부 그룹으로 구분 여부 : 활동계획서에 포함된, 자체 기술세미나 및 기술토론회(2년차 1회)를 대비한 효율적인 조직 운영 필요(예 : AI그룹, BIM그룹, 기타 기술 그룹)
    - 상기 사항에 대한 결정은 오늘 참석하지 않은 위원들 포함한 모든 위원들에게 이메일로 의견 청취후 결정
  - 스마트기술 분야별 전문가 확보 : AI 및 BIM을 비롯한 ICT, 로봇 기술등
  - 위원회 모임 주기 :
    - 분기별 1회 (7, 10, 1, 4월) : 대면모임 및 Zoom 모임
    - 자체 기술세미나 시기 : 10월 또는 4월중
- 향후 행사 계획 : 10월중 자체 모임(정확한 날짜는 향후 협의하여 결정)

## ※ 세부그룹 구성

- 상기 1차 모임에서의 제안에 따라 각 위원들의 의견을 청취후 위원회를 3가지 세부 기술분야로 구분
- 목적 : 위원회의 주요 활동(자체기술 세미나, 기술보고서, 기술토론회)을 보다 효율적으로 수행
- 위원회내의 모든 활동내용 및 자료, 회의 등은 모두 다같이 참여하고 공유할 수 있지만, 위원회 주요 활동을 수행시 또는 외부용역과제 수행시에만 전문성을 위해 그룹별로 활동(자료조사 및 작성, 각 그룹내 협의, 용역과제검토 등)

세부분야	간사	위원수	위원
AI분야	최순욱	9	최순욱, 고태영, 김광엽, 송명규, 심승보, 이호성, 정윤영, 정재훈, 이승원
BIM분야	조우철	5	조우철, 길기오, 신영진, 이효인, 양희용
기타분야	정호영	8	정호영, 박준경, 도종욱, 송재준, 오원섭, 유일형, 오주영, 추진호
미분류	-	5	김양균(총괄), 강제기, 김기석, 박치면, 신영완, 신휴성, 오종양

## 2) 2차 모임 : 위원회 1차 기술세미나

- 일 시 : 2022년 10월 12일, 15:30-18:30
- 장 소 : 터널지하공간학회 회의실
- 의 제 : 스위스 Amberg사 및 위원회 기술세미나
- 참석자 : 김양균, 최순욱, 조우철, 길기오, 도종욱, 송명규, 신영진, 양희용, 오원섭, 이효인, 추진호, 박치면 (총 12명)



[사진2] 모임 관련 사진

## 회의 내용

1) 스위스 AMBERG LOGLAY(Amberg사 자회사)사, 스마트건설부문 담당자 세미나

- Inga-Leena Schwager
- 시간 : 15:30-16:30
- 주제 : Smart construction on supply chain, processes and logistics

2) 위원회 자체 세미나

- 시간 : 17:00-18:30
- AI분야 : 한양대학교 송 명규 특임교수
  - 주제 : Two Phases LSTM 모델을 이용한 TBM굴진 중 지반침하량 예측

**4. LSTM을 이용한 지반 침하량 예측** Two phases LSTM 모델을 활용한 TBM 굴진중 지반침하량 예측

**Machine Data**

- Penetration
- Change
- Force of tool cylinder (G-A)
- Force cutting wheel
- Current Pressure Real (ance 1)
- Pressure excitation (channel 1)
- Rotation speed 1 screw conveyor drive
- Calculated excavation material depending on advance 1
- Actual quantity of excavated material (belt scale 1)
- Stroke Stroke Calculator
- Action energy CW 1

**그림 11. 머신러닝을 위한 시계열 기계 데이터**

**그림 12. Penetration에 대한 파라미터들의 PCC**

- 학습으로부터 굴진량, 챔버압, 베토량이 굴진속도와 연관성이 있는 것을 알 수 있음.
- PCC(Pearson correlation coefficient)를 사용하여 파라미터들과 굴진속도의 민감도 분석
 
$$r_{xy}(x_i) = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2}}$$
  - $y_i$  : i번째 인자에 대응하는 굴진속도,
  - $x_i$  : i번째 영향인자의 값
  - $n$  : 샘플의 개수
- 파라미터들과 굴진속도와의 민감도 분석 결과
  - Torque, thrust, pressure, screw RPM 은 mild positive
  - 챔버압과 베토량 및 Stroke 은 negative correlation.
  - > 토크, 추력은 굴진속도와 비례, 챔버압은 굴진속도와 반비례 관계

**4. LSTM을 이용한 지반 침하량 예측** Two phases LSTM 모델을 활용한 TBM 굴진중 지반침하량 예측

**SM#08 Settlement vs Epochs Train Cases**

**그림 19. Evolution of the trained sequences of settlement(SM#8).**

**SM#02 Settlement vs Epochs Test Cases**

**그림 20. Evolution of the trained sequences of settlement(SM#2).**

**SM#03 Settlement vs Epochs Test Cases**

**그림 21. Evolution of the trained sequences of settlement (SM#3).**

- 그림 19 ~ 20 는 Training sets(측정 #8,#2,#3)의 실제 계측값과 학습에 의한 예측값을 비교
  - 13epoch부터 실제값에 가까운 값을 예측하는 경향
  - 49 epoch 에서는 거의 정확하게 예측.
  - phase2 모델의 test set의 예측 정확도가 높은 것은 phase1의 hidden layer weight가 phase2의 침하 학습에 적절한 feature로 전달됨을 의미함.

- 기타분야 : 국토안전관리원 추 진호 박사
  - 주제 : 스마트터널 유지관리 사례

### Tunnel Scanner

Based on images

Speed 10km/hr

Full section at once

HD video data (precision 0.1mm)

Based on LiDAR

### Example of robot in tunnel

Endoscope

Mobile CCTV

- BIM분야 : 동부엔지니어링(주) 길 기오 상무
  - 주제 : BIM개요 및 양평-이천 고속도로 BIM 적용사례

### 1. BIM 기본 개념

#### 1.2 BIM(Building Information Modeling) 이란?

**형상 정보 (Geometry Information)**



**Visual Information (외형 형상)**

**Location Information (위치)**

**Geographic Information (지리·지형)**

**속성 정보 (Property Information)**



**Meta Information (가상-추상)**

**Quantity Information (수량)**

**Schedule Information (공정·시간)**

**Other Information (기타)**



형상 정보 (Geometry Information) 로 → 간섭 체크, 시공성 검토, 환경 분석 등  
 속성 정보 (Property Information) 로 → 공정관리, 물량산출 및 견적 등

5 동부엔지니어링

### 3. 터널 BIM 모델링 사례

#### 3.1 양평~이천간 고속도로 (제2공구) - CATIA V5

상세설계 단계 BIM 프로세스 : ① 지형/지층 모델 구축 ② 공중별 3차원 상세 모델 ③ 공중별 도면 ④ 수량 산출

**1 지형 및 지층 모델 구축 (측량 및 지반조사 결과 반영)**



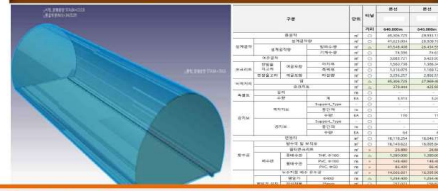
**2 공중별 3차원 모델 설계**



**3 공중별 도면 작성(3D H 2D)**



**4 공중별 수량 산출**



구분	단위	수량	비고
총량	km	1.000	
구간별	km		
구간1	km	0.500	
구간2	km	0.500	

노선 선정에 따라 전구간에 3차원 상세 BIM 모델을 설계, 모델로부터 도면 작성 및 수량산출

23 동부엔지니어링