

# 위상학적 지도를 위한 어노테이션 도구 개발

손찬영, 오지용\*, 정윤수  
한국전자통신연구원 대경권연구센터

{cysohn, jiyongoh, yoonsu}@etri.re.kr

## Development of Annotation Tool for Topological Map

Chanyoung Sohn, Jiyong Oh, and Yun-Su Chung  
Electronics and Telecommunications Research Institute

### 요 약

위상학적 지도는 중요한 정보만 남아 있고 불필요한 세부 사항이 제거되도록 단순화된 다이어그램의 유형이다. 위상학적 지도는 이동 로봇의 임의 공간에서 이동하기 위한 데이터로 활용하는 것이 가능하다. 본 논문에서는 위상학적 지도의 어노테이션을 위한 그래픽 사용자 인터페이스 기반의 이미지 어노테이션 도구를 개발하였다. 마우스를 이용한 사용자 입력을 활용하여 이미지의 임의의 위치에 정점과 정점을 잇는 간선을 지정할 수 있다. 또한 입력된 데이터를 XML 파일로 저장하고 수정함으로써 다양한 응용에 활용 가능하도록 하였다.

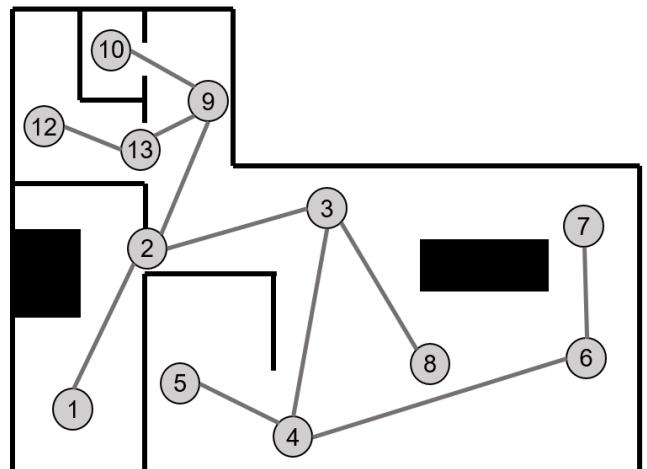
### I. 서 론

모바일 로봇이 작업공간 내 이동을 위해서는 작업을 수행하는 공간에 대한 정보가 필요하며 그러한 정보를 위상학적 지도로 표현하기도 한다. 위상학적 지도는 주변 환경의 특징 간의 관계를 표현하다. 따라서 일반적으로 위상학적 지도는 정점과 그 정점을 잇는 간선으로 표현하는 지도를 말한다. 지도에는 규모가 없으며 거리와 방향은 변경될 수 있지만 점 간의 관계는 유지된다. 이러한 정보는 로봇분야에서 자율주행 등을 위하여 활용되고 있다[1].

본 논문은 이러한 위상학적 지도를 위해 사람이 직접 어노테이션할 수 있는 도구를 개발했다. 사용자는 이미지 위에 정점과 간선을 그릴 수 있으며 이 속성들을 이용하여 로봇의 예상되는 작업환경에 대한 정보를 저장하거나 변경한다. 이렇게 저장된 데이터를 통해 로봇에게 해당 지도를 매핑하여 주행을 위한 좌표로 사용할 수 있도록 한다.

### II. 본론

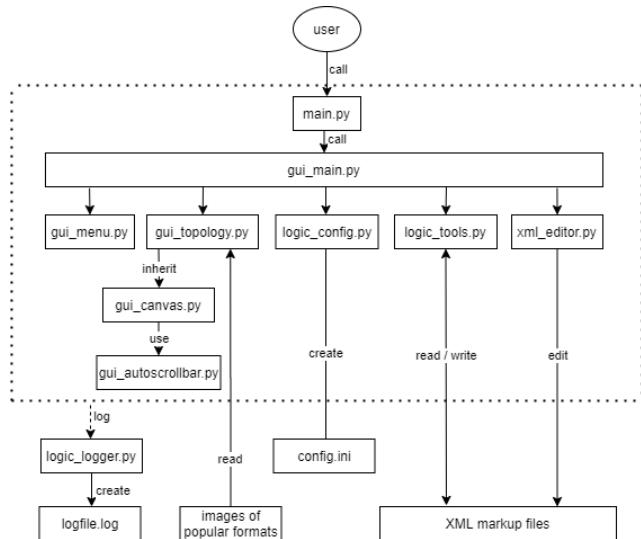
본 논문에서는 위상학적 지도를 어노테이션할 수 있는 도구를 개발한다. 먼저 위상학적 지도를 이루는 개체인 정점과 간선을 그릴 수 있다. [그림 1]은 위상학적 지도의 예시를 보여준다[2]. 정점은 지도 상의 유의미한 독립된 공간을 의미하도록 지정할 수 있으며 간선은 서로 다른 두 개의 정점을 연결하는 선분으로 표현할 수 있다.



[그림 1] 위상학적 지도

따라서 지도 상의 X, Y 좌표와 그 정점의 아이디를 기본 속성으로 가져야 하며 서로 다른 아이디를 갖는 정점은 같은 중심 좌표를 가질 수 없다. 간선은 두 개의 정점을 잇는 선분이다. 따라서 한 개의 간선은 서로 다른 두 개의 정점 아이디를 속성으로 가진다. 또한 간선의 방향을 나타내기 위하여 시작 정점과 도착 정점으로 구분하여 속성을 가진다. [그림 2]는 구현한 시스템의 전체 구조이다[3]. 이미지의 확대, 축소, 이동이 가능한 캔버스를 상속하여 전체적인 그리기 기능을 담당하는 토플로지를 작성한다. 토플로지는 도구의 핵심 기능인 정점과 간선을 그리는 역할을 담당한다. 그리기 상태가 정점 그리기 상태인 경우 사용자로부터 클릭 이벤트를 받으면 해

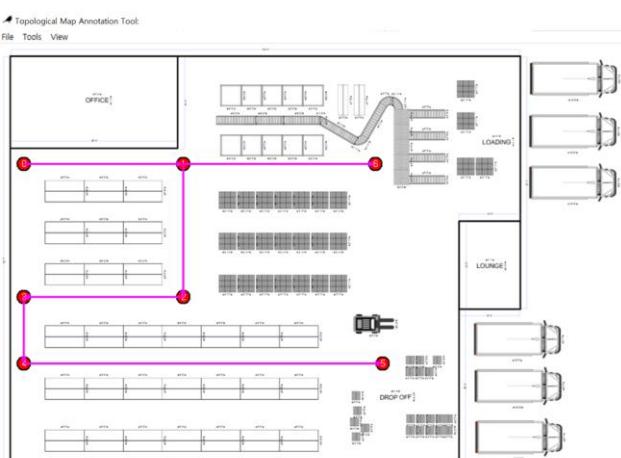
당 커서 위치에 정점을 그린다. 사용자 편의성을 위하여 그려진 정점에는 그 정점의 아이디를 표시하며 드래그 이벤트를 통해 정점의 위치를 실시간으로 이동할 수 있도록 한다. 커서 위치에 따른 실제 이미지상의 좌표가 이미지 스케일에 따라 달라지기 때문에 그 값을 이미지 스케일에 따른 좌표 값 변환을 통해 변수에 해당 값을 저장한다. 정점을 삭제할 때는 정점과 연결된 간선을 확인한다. 간선은 언제나 시작 정점과 도착 정점을 가지기 때문에 연결된 모든 간선을 삭제하도록 한다.



[그림 2] 프로그램 구조

마찬가지로 그리기 상태가 간선인 경우 사용자로부터 클릭 이벤트를 받아 커서 위치에 간선의 시작과 끝을 그린다. 이 때 간선은 언제나 서로 다른 두 개의 정점을 잇는 선분이므로 정점이 아닌 영역을 지정할 수 없다.

간선은 각 속성을 정점의 아이디를 시작 위치와 도착 위치로 사용하므로 이를 변환하여 그려야 한다. 앞서 저장된 정점 데이터로부터 정점의 아이디를 이용하여 좌표를 구하고 이를 통하여 간선을 캔버스 위에 그린다. [그림 3]은 실제 이미지 위에 사용자가 간략하게 작성한 예시를 보여준다. 붉은색 원이 정점을 의미하고, 자주색 선이 간선을 의미한다. 정점은 지도 상의 유의미한 위치에 표시하고 한 개의 정점은 여러 개의 간선과 이어질 수 있다.



[그림 3] 위상학적 지도 어노테이션

그려진 개체를 담고 있는 사전 자료 형은 사용자 입력에 의해 XML 파일로 저장된다. 이 때 앞서 설명한 속성은 XML 태그로 변환되고 필수적으로 포함되어야 한다. 저장과 동시에 XML 파일을 수정하고 저장할 수 있는 편집기를 사용할 수 있다. 이 편집기는 그래픽 기반 인터페이스로 사용자가 저장하거나 불러온 XML 파일의 속성을 읽고 각 속성에 따른 값의 변경을 할 수 있도록 돋는다. 단 각 정점과 간선의 아이디는 사용자가 수정할 수 없도록 비활성화 한다. [그림 4]는 XML 편집기의 일부분을 보여준다.



[그림 4] XML 기반의 위상학적 지도 속성 편집기

### III. 결론

본 논문에서는 파이썬을 활용한 위상학적 지도 어노테이션 도구 개발에 대한 구조를 설명하고 이를 구현하였다. 이 도구는 Windows 와 Linux 환경에서 사용 가능하도록 구현되었으며 제안한 도구를 통하여 이미지 상의 정점과 간선을 그릴 수 있고 적절한 속성을 사용할 수 있다. 또한 저장된 XML 데이터는 이동 로봇의 자율주행 등, 작업공간의 이동을 위한 데이터로써 활용이 가능하다.

### ACKNOWLEDGMENT

본 연구 논문은 한국전자통신연구원 연구운영지원사업의 일환으로 수행되었음. [20ZD1130, 지능제어기반 스마트 기계 및 로봇 기술 개발]

### 참 고 문 헌

- [1] 최창혁, 이진선, 송재복, 정우진, 김문상, 박성기, 최종석, “이동로봇의 주행을 위한 토플로지컬 지도의 작성,” 제어로봇시스템학회 논문지, 8(6), pp. 492-497. 2002.
- [2] Sujan, V. A., Meggiolaro, M. A., & Belo, F. A. W., “A new technique in mobile robot simultaneous localization and mapping,” Sba: Controle & Automação Sociedade Brasileira de Automatica, 17(2), 189-204. 2006.
- [3] “manual\_image\_annotation1,” <https://doi.org/10.5281/zenodo.3947099>, 2018.