

합성 데이터 생성을 위한 환경 및 이벤트 도구 개발

2024.09.29 ~ 2024.11.31

(주)모두텍

2024.10.02

개발내용

- **시뮬레이션 환경 모델링 엔진**

- 표준노드링크 기반 지리공간 데이터베이스 생성 및 저장 관리 기능
- 커넥션 자동 생성 기능
- 신호현시 자동 매핑 기능

- **시뮬레이션 이벤트 모델링 엔진**

- 위치(엣지, 교차로, 특정 위치, 영역) 설정
- 이벤트 속성(발생시간, 지속시간, 타입(사고, 공사 등) 설정

- **GUI 기능**

- 노드, 링크, 커넥션 가시화 + 편집
- 교차로별 커넥션 가시화 + 편집
- 신호 현시 가시화 + 편집

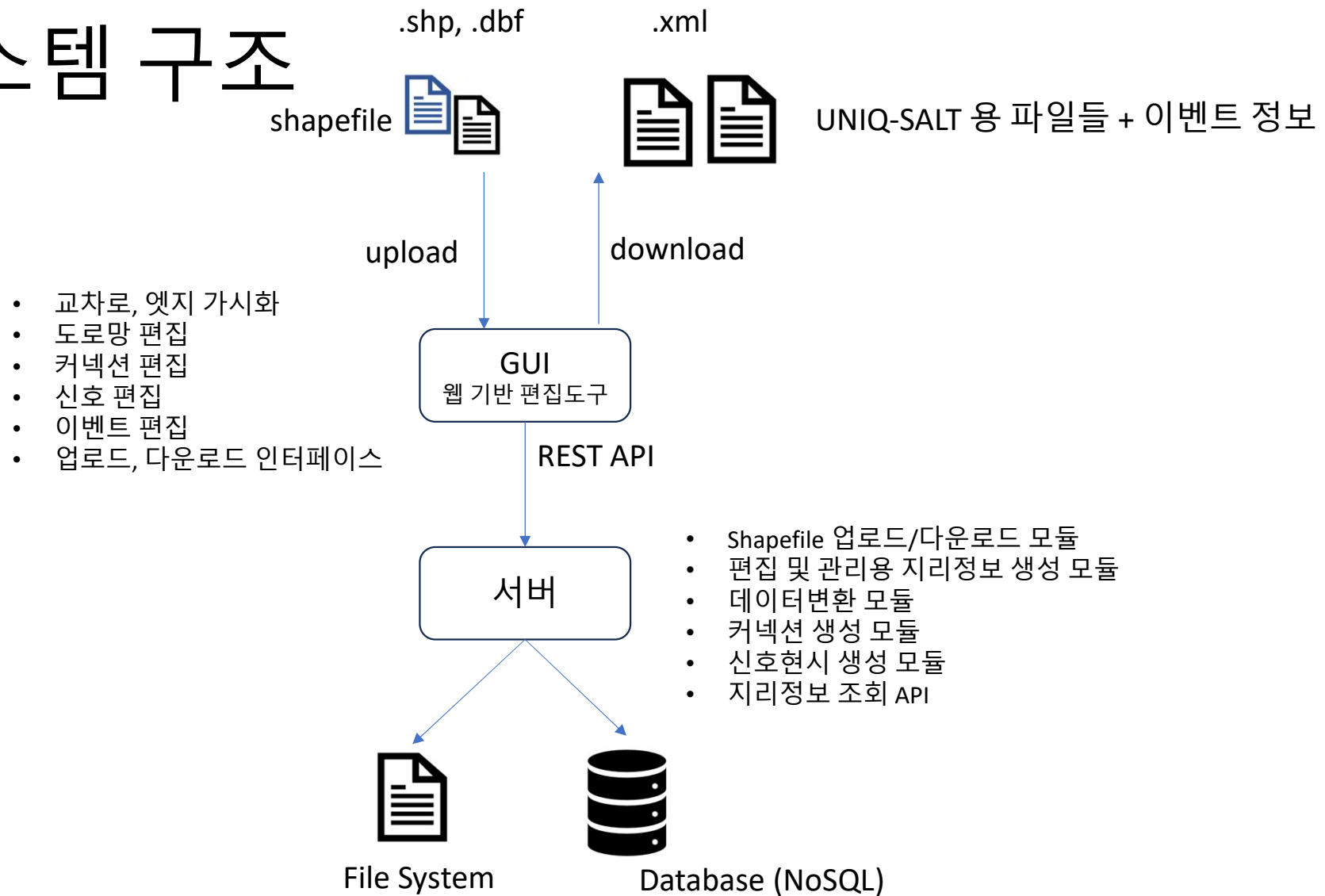
- **데이터 변환**

- 시뮬레이터용 포맷으로 변환 및 다운로드 제공

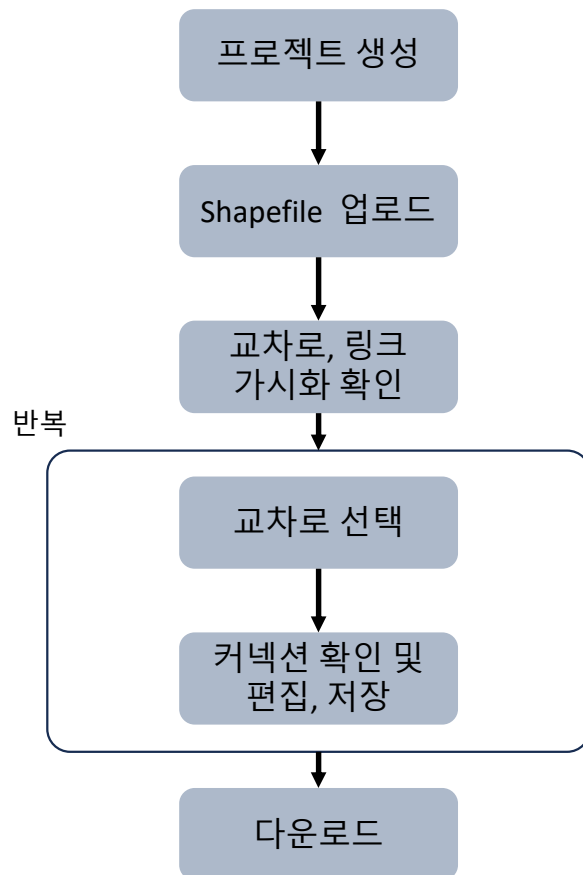
개발환경

- 프레임워크/라이브러리
 - Node.js v20.16.0
 - Nuxt v3.13 MIT
 - Maptalks 1.0.0 [BSD-3-Clause license](#)
 - shapfile **BSD-3-Clause**
 - <https://www.npmjs.com/package/shapfile>
 - Mongoose MIT
- 데이터베이스
 - MongoDB

시스템 구조



사용자 시나리오

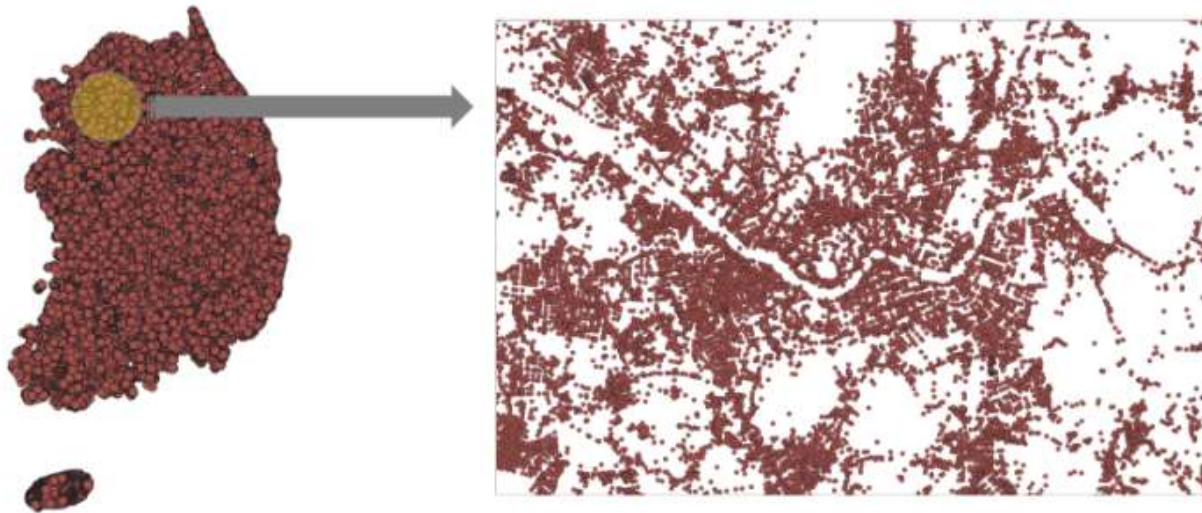


- 프로젝트 생성
 - 프로젝트 별로 데이터 관리
- Shapefile 업로드
 - 4개의 파일을 업로드 해야 함
 - 노드 → .shp, .dbf
 - 링크(엣지) → .shp, .dbf
- 다운로드
 - 프로젝트에 포함된 모든 데이터 다운로드
 - node.xml, connection.xml, events.xml, etc... 파일 다운로드
- 프로젝트 삭제
 - 프로젝트와 관련된 모든 데이터 삭제

표준 노드 링크

- 표준노드 링크 기반 개발 진행
 - 대한민국 전체 x
 - 필요한 지역별로 잘라서 사용
 - 필수입력: .shp, .dbf 두 개 파일
- 제약사항
 - shp, dbf 는 다음 인코딩과, 프로젝션으로 설정 되어 있어야 함
 - 필요에 따라 QGIS 등을 별도로 이용
 - 인코딩: UTF-8
 - Projection: EPSG:4326
 - 표준노드 링크 포맷이 아닌 경우는 무시

Node



NODE_ID	NODE_TYPE	NODE_NAME	TURN_P	REMARK
3680002100	101	수성2교차로	0	NULL
1865949201	101	둔곡국가산업단...	0	NULL
3280218301	101	-	0	교차로명없음
3280218201	101	-	1	교차로명없음
3280218101	101	여수성환고가교	1	NULL
1865963901	101	-	0	교차로명없음
1865963801	101	-	0	교차로명없음
1865963701	101	-	0	교차로명없음
2980010700	101	대지삼거리	0	NULL
2230002405	101	주피엔시오산공...	1	NULL
2230002801	101	음궁주택앞교차...	1	NULL
1865949501	101	구룡동경로당	0	NULL
2230150801	101	-	1	교차로명없음
2230149701	101	-	1	교차로명없음
2230150401	101	-	0	교차로명없음
2230151101	101	-	0	교차로명없음
2230151201	101	-	0	교차로명없음

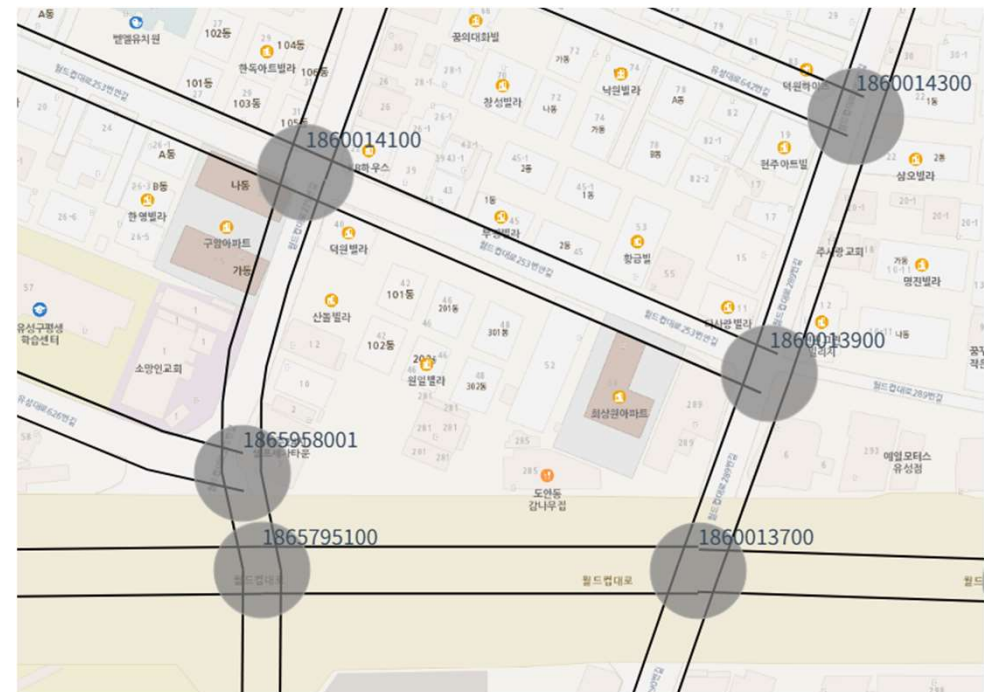
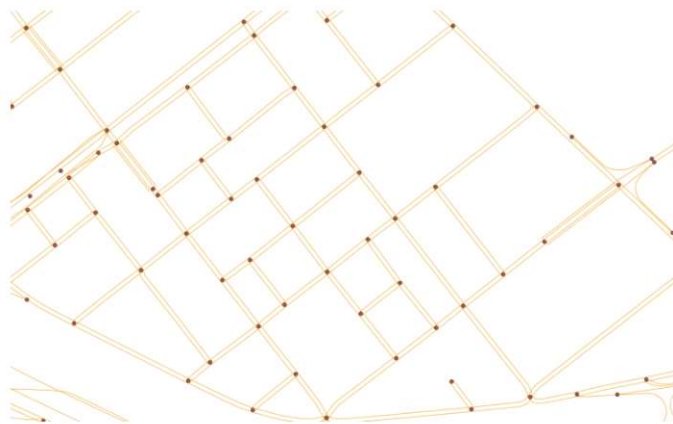
링크

F_NOE, T_NODE 를 이용해서 방향성 판단

LINK_ID	F_NODE	T_NODE	LANES	ROAD_RANK	ROAD_TYPE	ROAD_NO	ROAD_NAME	ROAD_USE	MULTI_LINK	CONNECT	MAX_SPD	REST_VEH	REST_W	REST_H	LENGTH	REMARK
1860689001	1865963801	1865963701	2	107	000	-	국제과학로	0	0	000	30	0	0	0	414.856757644...	NULL
1860688901	1865963701	1865963801	2	107	000	-	국제과학로	0	0	000	30	0	0	0	414.211971670...	NULL
3280619601	3280218301	3280218501	2	107	003	-	-	0	0	000	30	0	0	0	102.163660638...	도로명없음
3280619701	3280218501	3280218301	2	107	003	-	-	0	0	000	30	0	0	0	102.036940227...	도로명없음
3280618801	3280218201	3280218101	2	107	000	-	-	0	0	000	30	0	0	0	347.266336856...	도로명없음
3280618901	3280218101	3280218201	2	107	000	-	-	0	0	000	30	0	0	0	350.773947539...	도로명없음
2980305001	2980010700	2980115701	1	103	000	40	예덕로	0	0	000	60	0	0	0	702.846071464...	NULL
2980304901	2980115701	2980010700	1	103	000	40	예덕로	0	0	000	60	0	0	0	702.660888119...	NULL
2230367601	2230002801	2230150801	2	107	000	-	-	0	0	000	60	0	0	0	204.798469184...	도로명없음
2230367701	2230150801	2230002801	2	107	000	-	-	0	0	000	60	0	0	0	194.109118781...	도로명없음
3410136601	3410005901	3410050701	2	103	000	23	영대로	0	0	000	70	0	0	0	1258.57907372...	NULL
3410136501	3410050701	3410005901	2	103	000	23	영대로	0	0	000	70	0	0	0	1256.71214799...	NULL
2150262101	2150000901	2150098001	2	106	000	364	삼육사로	0	0	000	30	0	0	0	56.8409811106...	NULL
2150262201	2150098001	2150000901	2	106	000	364	삼육사로	0	0	000	30	0	0	0	55.7657669982...	NULL
1860643301	1865950101	1865950201	2	107	000	-	국제과학9로	0	0	000	60	0	0	0	171.235400835...	NULL
1860643401	1865950201	1865950101	2	107	000	-	국제과학9로	0	0	000	60	0	0	0	171.691947978...	NULL
1860643701	1865950201	1865950301	2	107	000	-	국제과학9로	0	0	000	60	0	0	0	115.838708751...	NULL
1860643801	1865950301	1865950201	2	107	000	-	국제과학9로	0	0	000	60	0	0	0	115.685847590...	NULL



- 링크들이 서로 붙어 있음
- 매우 다양한 형태의 모양



Shapefile

- .shp 과 .dbf 로 구성됨
- Connection 생성을 위해서는 Node, Link 두 가지 데이터 필요
 - 총 4개의 파일 업로드 해야 함
 - node.shp, node.dbf + edge.shp, edge.dbf
- Node 와 Link 를 분리해서 업로드
- 커넥션 생성은 이후 사용자 요청 시 수행 하도록
 - 파일이름과 순서 등이 다를 수 있음

데이터 변환

Shapefile 을 가시화 및 편집용 데이터로 변환

- 입력(업로드): 가시화 및 편집용 데이터로 변환
 - shp 파일 업로드 → 변환(편집 및 가시화용도) → DB 저장
- 출력(다운로드): UNIQ-SALT 용으로 변환
 - 데이터베이스에서 선택한 프로젝트 정보를 기반으로
 - salt 용으로 변환 후 link, node, connection, events 다운로드 제공

GUI

- 교차로/엣지 가시화
- 커넥션 뷰어/편집
- 신호 뷰어/편집
- 이벤트 추가/삭제/편집

+

아이디	설명	소유자	등록일	기능
project-1	대전지역 합성데이터	admin	2024-09-20 10:00:48	<div><div></div><div>✕</div></div>
p2	유성지역 합성데이터	admin	2024-09-20 14:32:02	<div><div></div><div>✕</div></div>
myproject	xxx	admin	2024-09-26 15:33:53	<div><div></div><div>✕</div></div>

프로젝트 등록

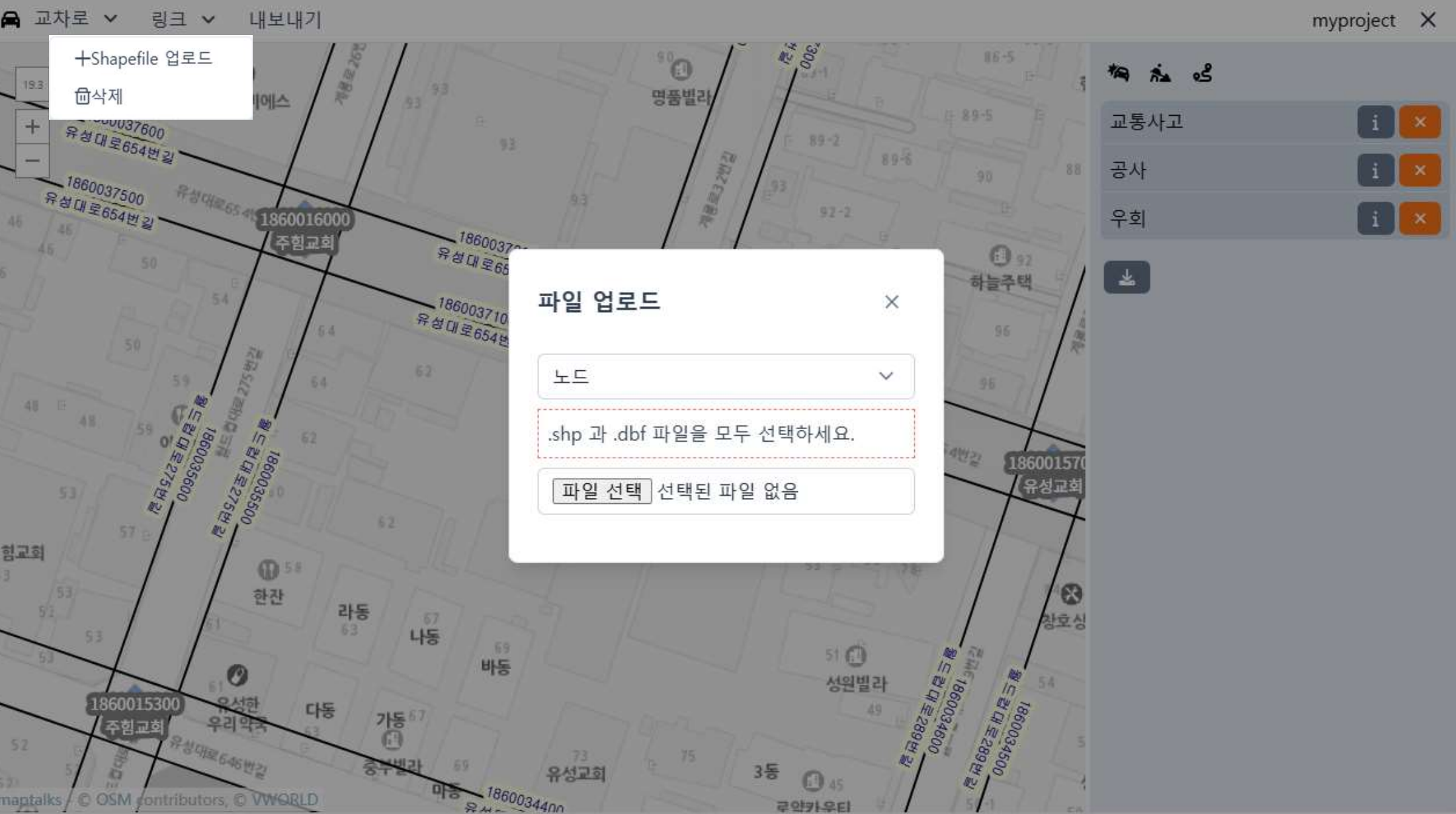
✕

Enter Project ID

Enter Project Description

취소

저장



+Shapefile 업로드
📁삭제

myproject X



- 교통사고 i X
- 공사 i X
- 우회 i X



파일 업로드 X

노드 V

.shp 과 .dbf 파일을 모두 선택하세요.

파일 선택 선택된 파일 없음



교통사고

공사

우회

다운로드

+Shapefile 업로드

🗺️삭제



교통사고

i ✕

공사

i ✕

우회

i ✕

📄

Connections

UNIQ-SALT Connection Example

```
<connections>
  <connection from="553800929" to="553804241" fromLane="0" toLane="0"/>
  <connection from="553800929" to="553804260" fromLane="0" toLane="0"/>
  <connection from="553800929" to="553810515" fromLane="0" toLane="0"/>
  <connection from="553801079" to="-553801079" fromLane="0" toLane="0"/>
  <connection from="553801080" to="553801092" fromLane="0" toLane="0"/>
  ...
</connections>
```

Connection 생성

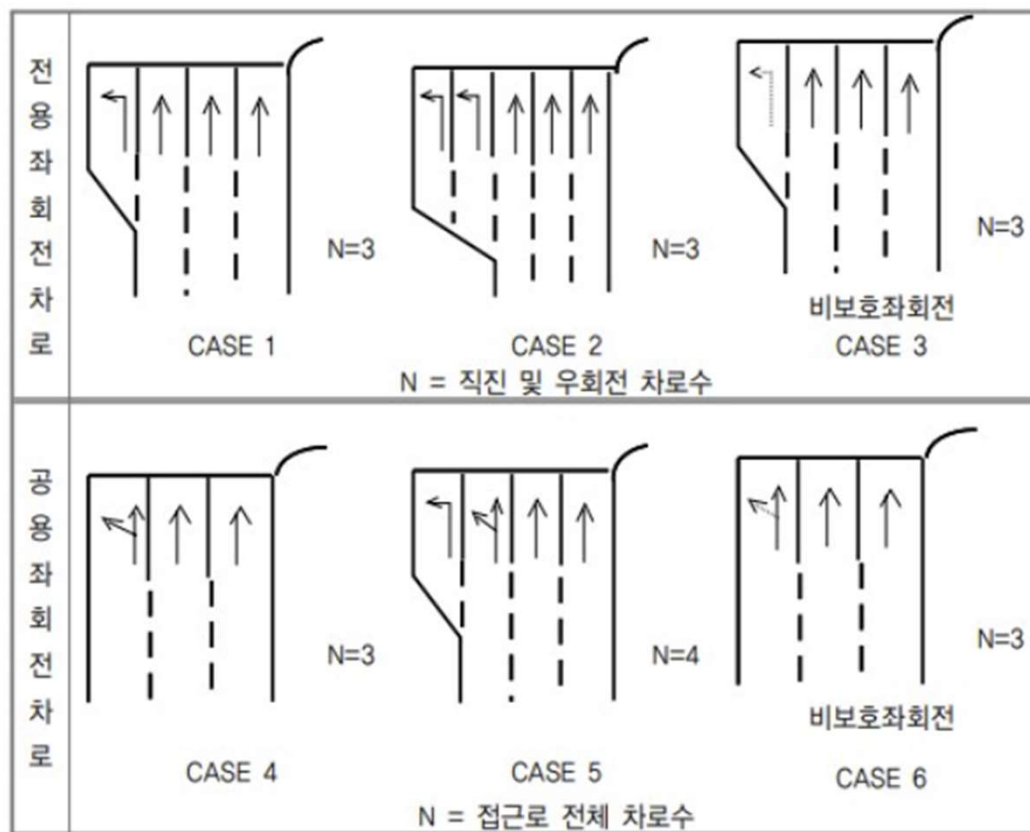
- Connection 자동 생성
 - 링크(도로)의 기하학적 형태 고려
 - 유턴, 좌회전, 직진, 우회전 판단
 - 직진전용, 좌회전전용, 유턴 차선 등이 함께 고려 되어야 함
 - 0차로: 좌회전, 직진, 마지막차로: 직진, 우회전
 - 나머지차선: 직진(동일한 차선으로...)
- 편집
 - GUI 상에서 교차로 선택
 - 교차로에 연결된 링크, 차선, 및 마커(선택자) 가시화
 - 차선(from lane)과 차선(to lane) 커넥션 생성, 삭제, 저장 ➔ 단축키 + 마우스 조합
- 이슈
 - GUI 에서 커넥션 가시화 할 때 모양 잡기가 쉽지 않음
 - Connection 자동 생성 ➔ 가능한 범위내에서

Connection 자동 생성 절차

- 교차로 별로
 - 노드의 incoming, outgoing 엣지 목록 조회
 - 각 엣지 별로 차선 생성
 - 개별 링크의 LANES 속성과 Geometry(위도/경도) 값 이용해서 차선 생성
 - 차선위에 마커 생성 (교차로중심으로 부터 일정 간격 오프셋 적용)
 - incoming 엣지 별로
 - outgoing edge의 상대적인 위치 판단 및 방향 계산
 - 유턴, 좌, 직, 우회전 판단 로직 생성
 - 개별 엣지들에 대해서 연결 생성

연결규칙

- 가장 왼쪽 차선
 - 좌회전 연결
 - 동일차선 직진 연결
- 진입로의 가장 오른쪽 차선
 - 우회전 연결
 - 동일 차선의 직진 연결
- 직진 차선
 - 각 진입 차선 i 는 직진 방향의 차선 i 에 연결
 - 진입 차선 수가 진출 차선 수보다 많은 경우, 초과 차선은 연결 x



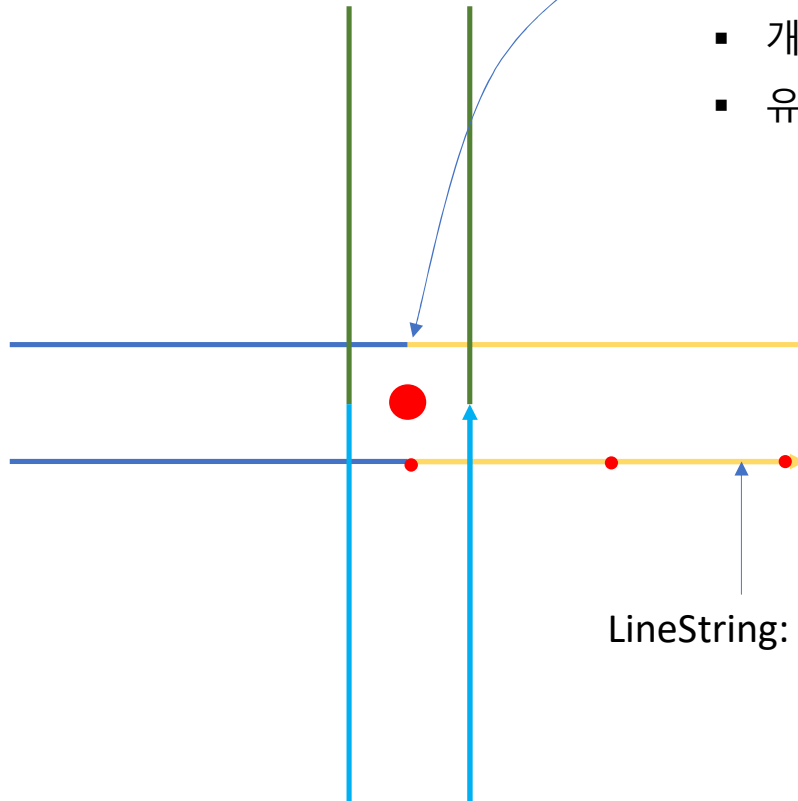
차선별 속성을 알아야 커넥션 생성이 가능한 것으로 보임

- 좌회전 차로의 형태

- 해당 정보가 없을 때 생성 방법은?

링크구조

- 서로 맞닿아 있음
- 엣지의 위치정보 계산 어려움
- 개별 교차로는 다양한 기하학적 모양을 가지고 있음
- 유턴, 좌회전, 우회전, 직진 판단을 위한 추가정보 생성 필요



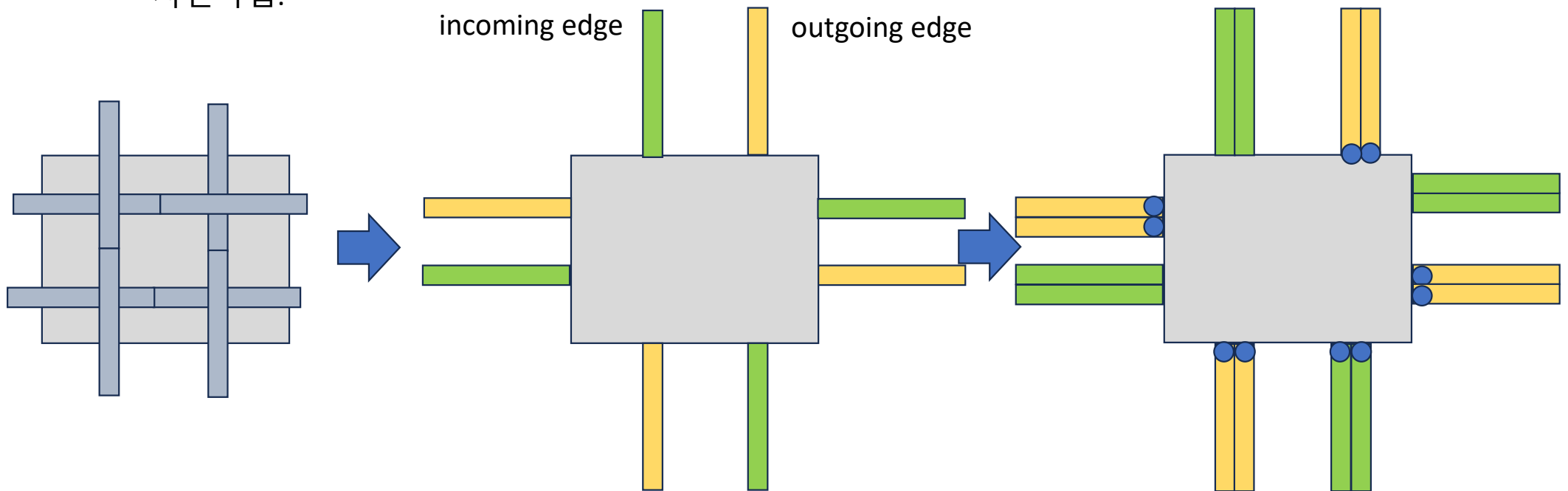
LineString: $[[x,y],[x,y],...]$



- 각 엣지의 임계위치를 계산 (교차로내 붙은 부분을 뒤로 후퇴)
- 차선 생성 (번호 할당) 0부터
- 기준엣지로부터 위치 판단
- 차선과 차선을 연결

Connection 생성

사전작업:

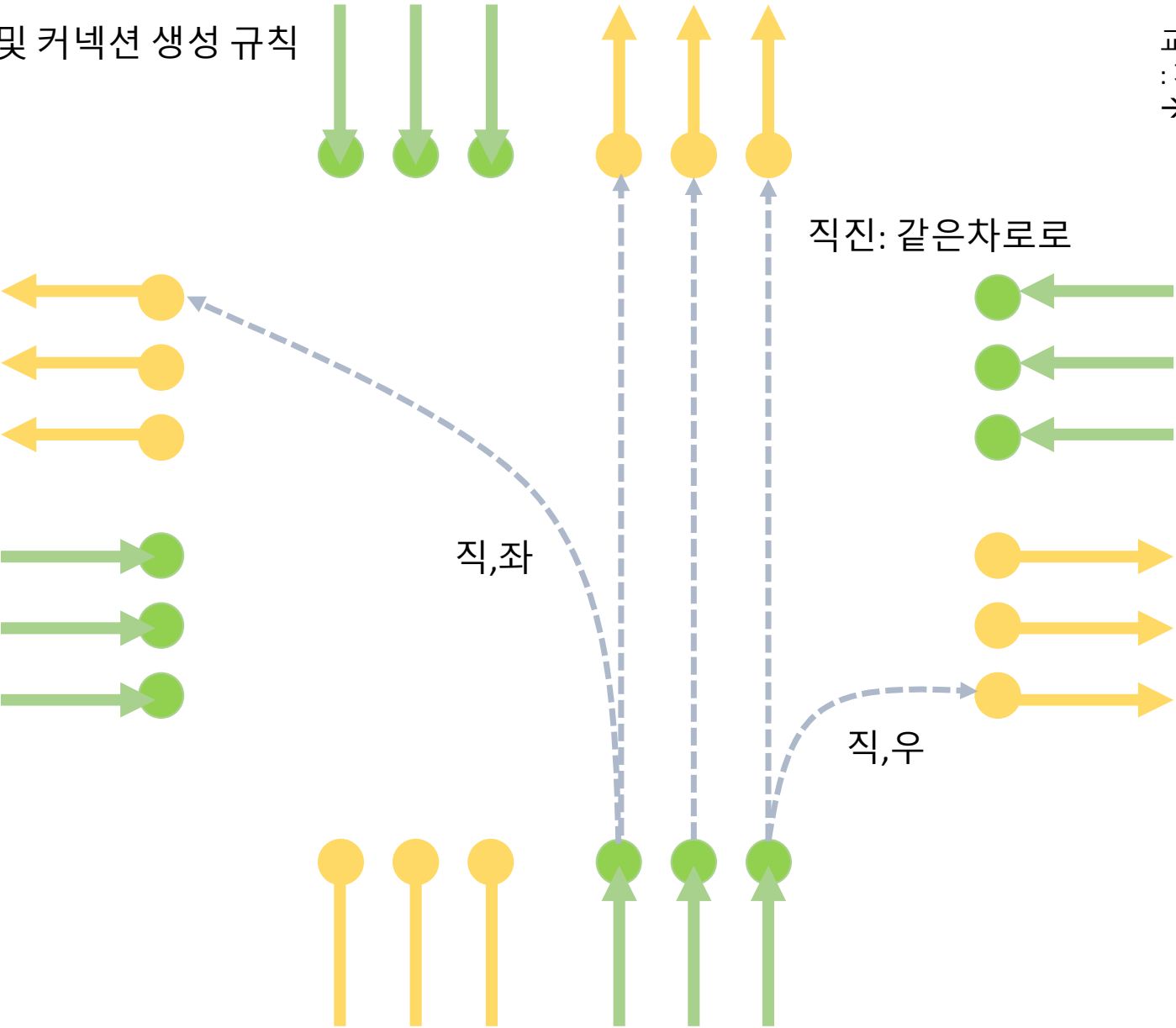


- incoming, outgoing edge 판단
 - F_NODE, T_NODE
- offset 적용

- 차선 생성
 - LANES
- 상대위치 판단

차선 생성 및 커넥션 생성 규칙

교차로에 따라 부정확 부분 발생 가능성
: 차선 겹침 등
→ 커넥션 편집 어려움 발생

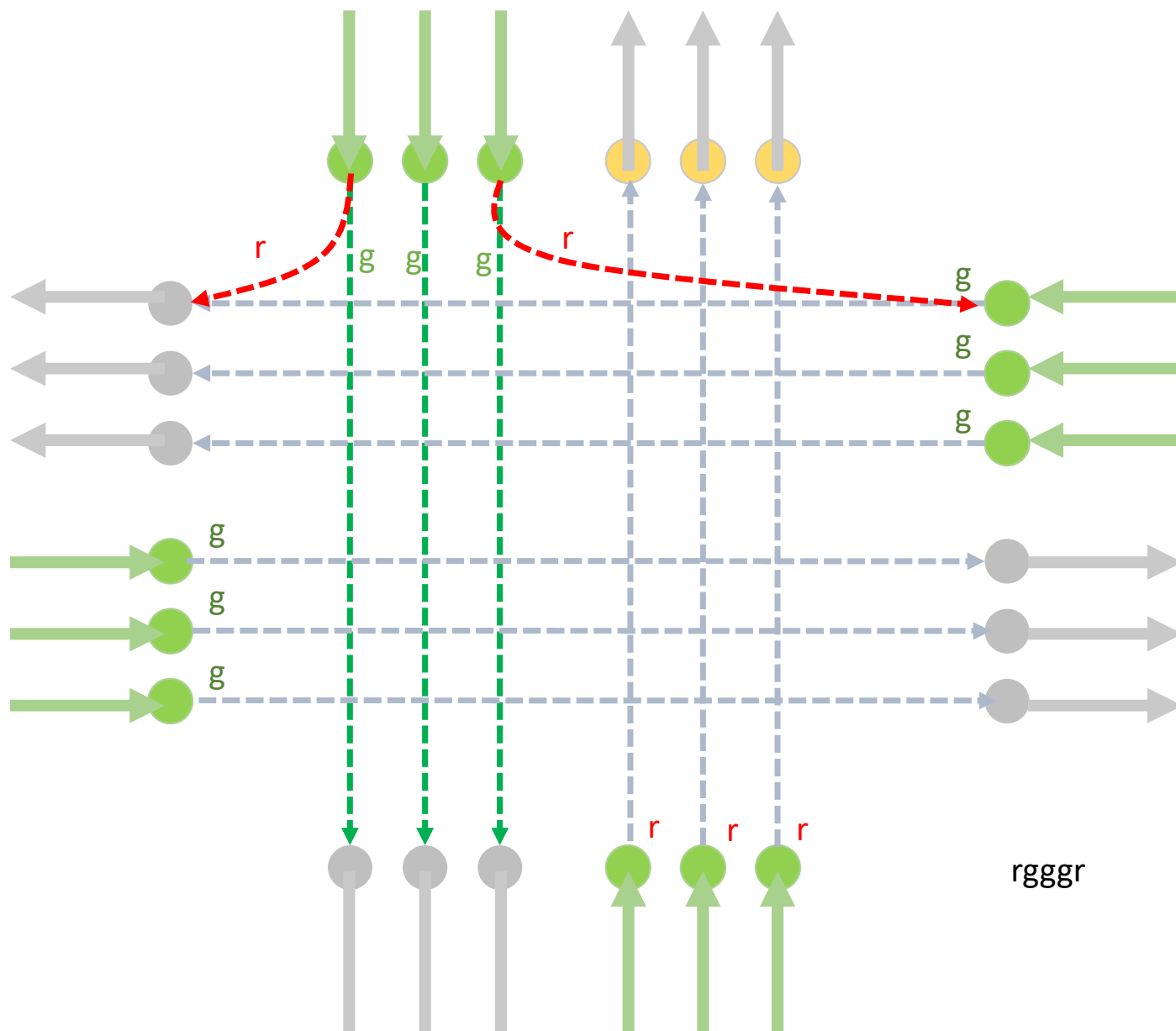


고려사항

- 자동 생성된 커넥션 완벽 X
 - 설정된 규칙에 따라서 기본 커넥션만 생성
 - 사람이 개입해서 적절히 수정해야 함
 - 교차로 개수가 많은 경우 일일이 편집 해야 하나?
 - 불완전한 상태로 사용해도 무방하나?

신호현시 매핑

- 커넥션별로 정북, 왼쪽부터 시계방향으로



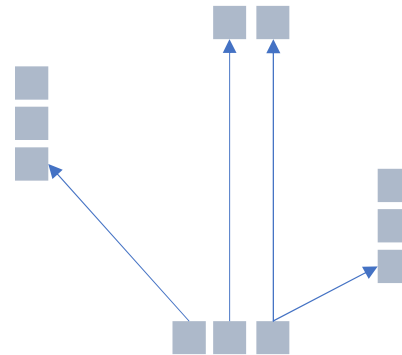
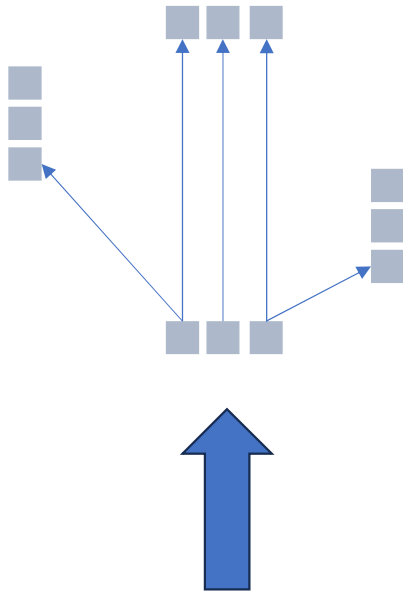
1. rrrgggrrrggg
2. rrryyyrryyy
3. gggrrrgggrrr
- ...

rgggr

- connection 순서
 - 정북방향 가장 오른쪽 차선(0) 부터 시작해서 시계방향으로...

커넥션 생성 규칙 필요

- 여러가지 조건들이 있음...
- 좌회전 전용, 직진 전용
- 출발, 도착지의 차선이 다른 경우
- 좌회전, 직진 동시 신호
- 기본 규칙 필요...



도로망 편집?

- 노드를 추가하고 노드와 노드를 연결하는 링크를 만드는 작업?
- 도로망 편집 2가지
 1. shapefile로 부터 획득한 정보 기반 → 편집기능만
 2. 처음부터: 노드 추가 → 링크 추가 (추후)
- 도로망 편집
 - 교차로 추가/삭제 및 속성 편집
 - 링크 추가/삭제 및 속성 편집
 - 두 교차 연결
 - 지도 상에서 노드와 노드를 선택하면 링크를 추가하는 방식
 - from, to, lanes,
- → 추후 개발

데이터 관리

- 프로젝트 단위
 - 모든 데이터는 프로젝트 단위로 관리
 - 프로젝트 삭제시 모든 데이터 삭제
 - SHP, DBF 파일 업로드
 - Node, Link , Connection, Event
- MongoDB 저장
 - nodes, links, connections, events

Database Schema

- Projects
 - project_id
 - owner_id
 - created
- Nodes
 - project_id
 - node_id
 - properties
- Links
 - project_id
 - link_id
 - properties
- Connections
 - fromEdge, fromLane, toEdge, toLane
- Events
 - groupId, eventType, location, timeRange

- ▶ CONTACTS_DB
- ▶ admin
- ▶ blog
- ▶ config
- ▶ gwlogs
- ▶ local
- ▶ map
- ▶ map_v2
- ▶ simulation_results
- ▼ sss
 - edges
 - nodes ...
 - projects ...

[+ ADD DATA](#) [EXPORT DATA](#)  

1 - 20 of 1457      

```
_id: ObjectId('66ed080d0cc2a3a992434fab')
projectId: "project-1"
type: "Feature"
▶ properties: Object
▶ geometry: Object
```

```

_id: ObjectId('66ed080d0cc2a3a992434fac')
→ projectId: "project-1"
type: "Feature"
▶ properties: Object
→ NODE_ID: "1865968801"
  NODE_TYPE: "101"
→ NODE_NAME: "구룡동752-1"
  TURN_P: "0"
  UPDATEDATE: "20230519"
  REMARK: null
  HIST_TYPE: null
  HISTREMARK: null
→ ▶ geometry: Object
  type: "Point"
  ▶ coordinates: Array (2)
    0: 127.3581686921216
    1: 36.45311749255796
```

```
_id: ObjectId('66ed080d0cc2a3a992434fad')
projectId: "project-1"
type: "Feature"
▶ properties: Object
```

CONTACTS_DB

admin

blog

config

gwlogs

local

map

map_v2

simulation_results

sss

edges

nodes

projects

ADD DATA

EXPORT DATA



1 - 20 of 4099



_id: ObjectId('66ed1abe5d94baf17c60e177')



projectId: "project-1"

type: "Feature"

properties: Object

LINK_ID: "1860129000"

F_NODE: "1860045700"

T_NODE: "1860045800"

LANES: 1

ROAD_RANK: "104"

ROAD_TYPE: "000"

ROAD_NO: ""

ROAD_NAME: "엑스포로466번길"

ROAD_USE: "0"

MULTI_LINK: "0"

CONNECT: "0"

MAX_SPD: 30

REST_VEH: "0"

REST_W: 0

REST_H: 0

C-ITS: "0"

LENGTH: 137.265907774835

UPDATEDATE: "20230519"

REMARK: null

HIST_TYPE: null

HISTREMARK: null

geometry: Object

type: "LineString"

coordinates: Array (2)

0: Array (2)

0: 127.40648414252173

1: 36.39785677400801

1: Array (2)

0: 127.4049540483993

1: 36.397861555358915

시뮬레이션 이벤트 모델링 도구

Project1

환경 추가

환경목록

환경 1

환경 2

환경 3

환경 4

환경 5

이벤트 종류별 아이콘

클릭추가

이벤트1

이벤트2

환경1

이벤트1

이벤트 2

이벤트: 이벤트1

이벤트 종류: 도로통제

범위: 반경 5km

발생시간

2018-07-22

024.10.15.10:00

2018년 07월

일 월 화 수 목 금 토

1 2 3 4 5 6 7

8 9 10 11 12 13 14

15 16 17 18 19 20 21

22 23 24 25 26 27 28

29 30 31 1 2 3 4

5 6 7 8 9 10 11

삭제

오늘

저장

추가한 이벤트들을
하나의 이벤트 모음으로 저장

이벤트 추가 방법

1. 이벤트 추가

1. 지도의 특정 위치에 이벤트 추가 (Point)
2. 다각형을 이용해서 선택함 범위에 이벤트 추가 (Polygon, Rectangle)
3. 특정 노드 선택하여 이벤트 추가
4. 특정 링크 선택하여 이벤트 추가

2. 이벤트 속성 편집

1. 이벤트 발생 시점
2. 이벤트 지속 기간 (from datetime, to datetime)
3. 이벤트 종류 (사고, 우회, 행사 등)

위 방법중 가장 적합한 방법 우선 개발 나머지는 추후 고려

시나리오 생성



project1 지역1, 도로망

- node.xml
- edge.xml
- connection.xml
- tss.xml

환경1

- 이벤트1 10:00 ~ 11:00 지하철도 폐쇄
- 이벤트2 교통사고



환경2

- 이벤트1 12:00 ~ 17:00 지하철도 폐쇄

조합

도로망1



환경1



시나리오

환경을 선택할 수 있도록...

질문

- 엣지의 LANES 정보로만 차선을 생성해도 되나?
 - 일단은 그렇게 해야 함
 - 좌회전, 직진 전용 차로, 유턴가능 차로 등의 정보가 있나?
 - 대전은 있지만 다른 지역은 판단 안됨
 - 커넥션 생성시 고려해야 할 사항들이 있는가?
 - 모두 고려할 수 없으니 기본 규칙을 정해서 적용 하도록 함
- 규모
 - 교차로가 매우 많은데 모두 편집 대상인가?
 - 광역시 교차로 모두를 수작업 편집 가능 한가?
 - 유성구 교차로 약 **1457**개
 - 유성구 정도로 제한해서 수행
 - 자동으로 생성된 연결정보 한계 → 수작업 반드시 필요

어려움

- 다양한 형태의 기하학적 모양의 교차로
 - 모든 교차로에 대해서 시각적으로 적절한 UI 구현 어려움
 - 복잡한 교차로의 경우 차선의 겹침 등 발생
 - 적절한 모양 생성 어려움
 - 엣지의 위치정보가 교차로 내부까지 연결되어 있음
 - 2거리, 3거리, 4거리, 5거리 판단 및 처리
 - 도로의 형태에 따라 커넥션 규칙도 달라져야 함 (5거리에서 직진 판단 등)