



Result Report Week 14

Vehicle-to-everything (V2X) Simulation

1. VANET 시뮬레이션 준비 및 실행 과정

OpenStreetMap 지도 가져오기

OpenStreetMap을 통해 신촌 지역의 지도를 ‘map.osm’ 파일로 다운로드 한다.

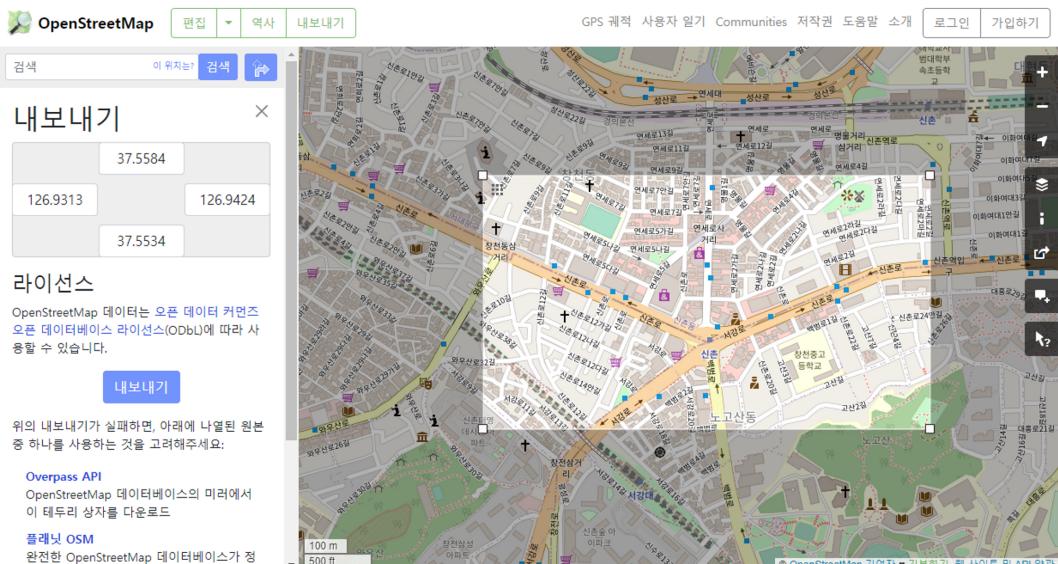


Figure 1: OpenStreetMap 지도 다운로드

SUMO 상에서 map 구현

‘map.osm’ 파일을 이용해 terminal 상에서 ‘2.net.xml’ 파일을 생성한다.

```
veins:~/src/sumo-1.11.0% cd bin
veins:~/src/sumo-1.11.0/bin% netconvert --osm-files map.osm -o 2.net.xml
Warning: Environment variable SUMO_HOME is not set, schema resolution will use slow website lookups.
Warning: Environment variable SUMO_HOME is not set, using built in type maps.
Warning: Ignoring track count 2 for edge '321131945'.
Warning: Ignoring track count 2 for edge '1053328249'.
Warning: Discarding unusable type 'waterway.drain' (first occurrence for edge '584516019').
Warning: No way found for reference '314593337' in relation '4228024'
Warning: Ignoring restriction relation '4228024' with unknown from-way.
Warning: No way found for reference '314593337' in relation '4228025'
Warning: No way found for reference '314593337' in relation '4228025'
Warning: Ignoring restriction relation '4228025' with unknown from-way.
Warning: Ignoring restriction relation '4228025' with unknown to-way.
Warning: to-edge '315306676' of restriction relation could not be determined
Warning: Ignoring restriction relation '4241824'.
Warning: to-edge '524657956' of restriction relation could not be determined
Warning: Ignoring restriction relation '4274865'.
Warning: Ambiguity in turnarounds computation at junction '6072030525'.
Warning: Found sharp turn with radius 8.86 at the start of edge '1101388302#1'.
Warning: Lane '317191790#0_0' is not connected from any incoming edge at junction '3234334524'.
Warning: The traffic light '3208011912' does not control any links; it will not
```

Figure 2: 2.net.xml 파일 생성

typemap.xml 파일을 이용해 terminal 상에서 ‘2.poly.xml’ 파일을 생성한다.

```
veins:~/src/sumo-1.11.0/bin% polyconvert --net-file 2.net.xml --osm-files map.osm --type-file typemap.xml -o 2.poly.xml
Warning: Environment variable SUMO_HOME is not set, schema resolution will use slow website lookups.
Success.
veins:~/src/sumo-1.11.0/bin%
```

Figure 3: 2.poly.xml 파일 생성

terminal 상에서 ‘random.Trips.py’ 코드를 이용해 n개의 차량 위치를 랜덤하게 설정한 ‘2.rou.xml’ 파일을 생성한다. 이번 실험에서는 10, 30, 50, 100개의 차량으로 실험을 4번 진행한다.

```
veins:~/src/sumo-1.11.0/bin% python /home/veins/src/sumo-1.11.0/tools/randomTrips.py --net-file 2.net.xml --route-file 2.rou.xml --begin 0 --end 10 --length 1 --ignore-errors --begin 0 --end 10 --no-step-log --no-warnings -o 2.rou.xml
Warning: Environment variable SUMO_HOME is not set, schema resolution will use slow website lookups.
Success.
veins:~/src/sumo-1.11.0/bin%
```

Figure 4: 2.rou.xml 파일 생성

앞서 생성한 ‘2.net.xml’, ‘2.poly.xml’, ‘2.rou.xml’ 파일을 시뮬레이션을 진행할 Home/src/veins/examples/veins 폴더로 이동시킨다. 폴더 내의 ‘erlangen.launchd.xml’, ‘erlangen.sumo.cfg’ 파일이 이 3개의 파일을 사용하도록 코드를 수정한다.

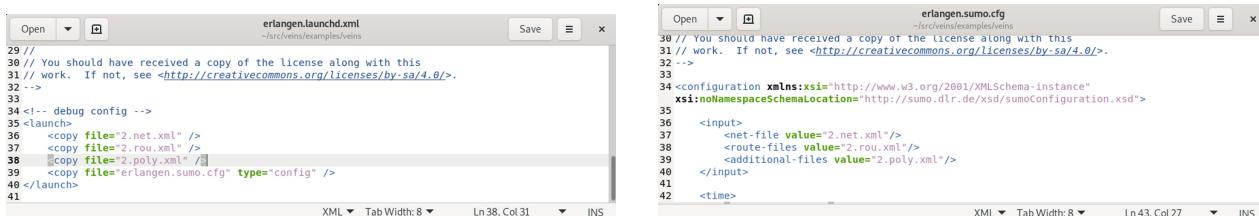


Figure 5: erlangen.launchd.xml, erlangen.sumo.cfg 파일 수정

omnetpp.ini 파일 수정

‘omnetpp.ini’ 파일의 Mobility 부분을 아래와 같이 수정한다.

```
#####
# Mobility
#####
*.node[*].veinsmobilityType = "org.car2x.veins.modules.mobility.traci.TraCIMobility"
*.node[*].mobilityType = "TraCIMobility"
*.node[*].mobilityType.debug = true
*.node[*].veinsmobilityType.debug = true
*.node[*].veinsmobility.x = 0
*.node[*].veinsmobility.y = 0
*.node[*].veinsmobility.z = 0
*.node[*0].veinsmobility.accidentCount = 1
```

Figure 6: omnetpp.ini 파일 Mobility 부분

이번 실험은 RSU 없이 차량간의 V2V 통신만 이용하기 때문에 ‘omnetpp.ini’의 RSU setting 부분과 RSUExampleScenario.ned 파일의 RSU 설정을 지운다.

시뮬레이션 실행

위의 설정들을 바탕으로 시뮬레이션을 진행했다. 아래의 그림은 차량의 개수를 각각 10, 30, 50, 100개로 설정한 시뮬레이션의 구동 화면이다.

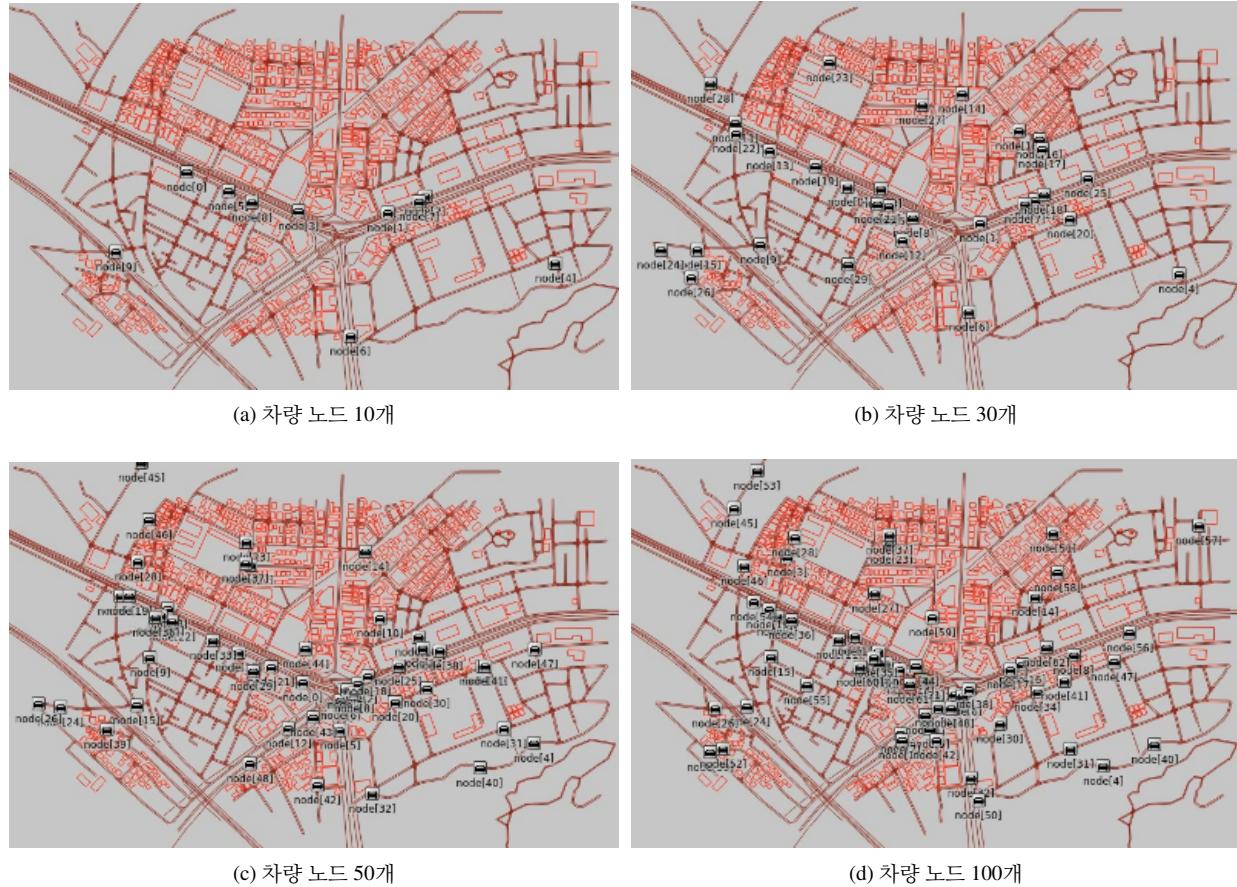


Figure 7: VANET Simulation Result

OpenStreetMap으로 가져온 신촌 지역의 지도가 시뮬레이션에 적용되어 도로와 건물이 그대로 재현된 것을 확인할 수 있다.

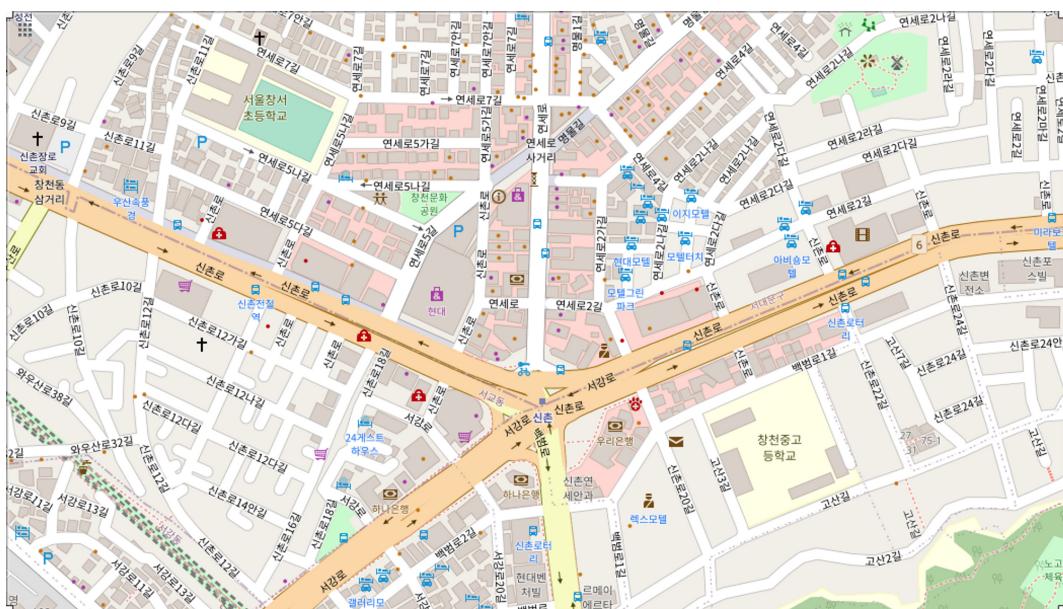


Figure 8: OpenStreetMap 신촌 지역 지도

2. VANET 시뮬레이션 결과

차량 노드 [0]의 속도 그래프 비교

아래의 그림은 차량의 개수가 각각 10, 30, 50, 100개로 설정한 시뮬레이션의 차량 노드 [0]의 속도 그래프이다. 4개의 시뮬레이션 모두 유사한 속도 그래프를 얻을 수 있었다. 사고 발생으로 정지한 시간만 조금씩 차이가 날뿐 그래프의 모양과 속도의 크기, 전체 시간은 차이가 거의 없었다.

시뮬레이션 구동 화면을 분석한 결과, 차량 노드 [0]의 생성 위치와 경로가 모두 같았다. 생성 위치와 경로가 같기 때문에 그래프의 모양이 유사한 것이다. 차량 노드의 위치와 경로를 생성하는 ‘random.Trips.py’의 랜덤 시드가 고정되어 있기 때문에 각 시뮬레이션의 첫 번째 차량인 차량 노드 [0]의 위치와 경로가 모두 똑같이 생성된 것으로 보인다.

또, 시뮬레이션 진행중에 교통 체증을 거의 볼 수 없었는데, 시뮬레이션에 사용된 지도의 도로 폭이 넓고 우회할 수 있는 경로가 많기 때문으로 보인다. 차량 노드 100개까지는 교통 체증 없이 충분히 수용할 수 있었다. 이러한 이유로 차량 속도의 크기와 목적지 도달 시간이 유사했다.

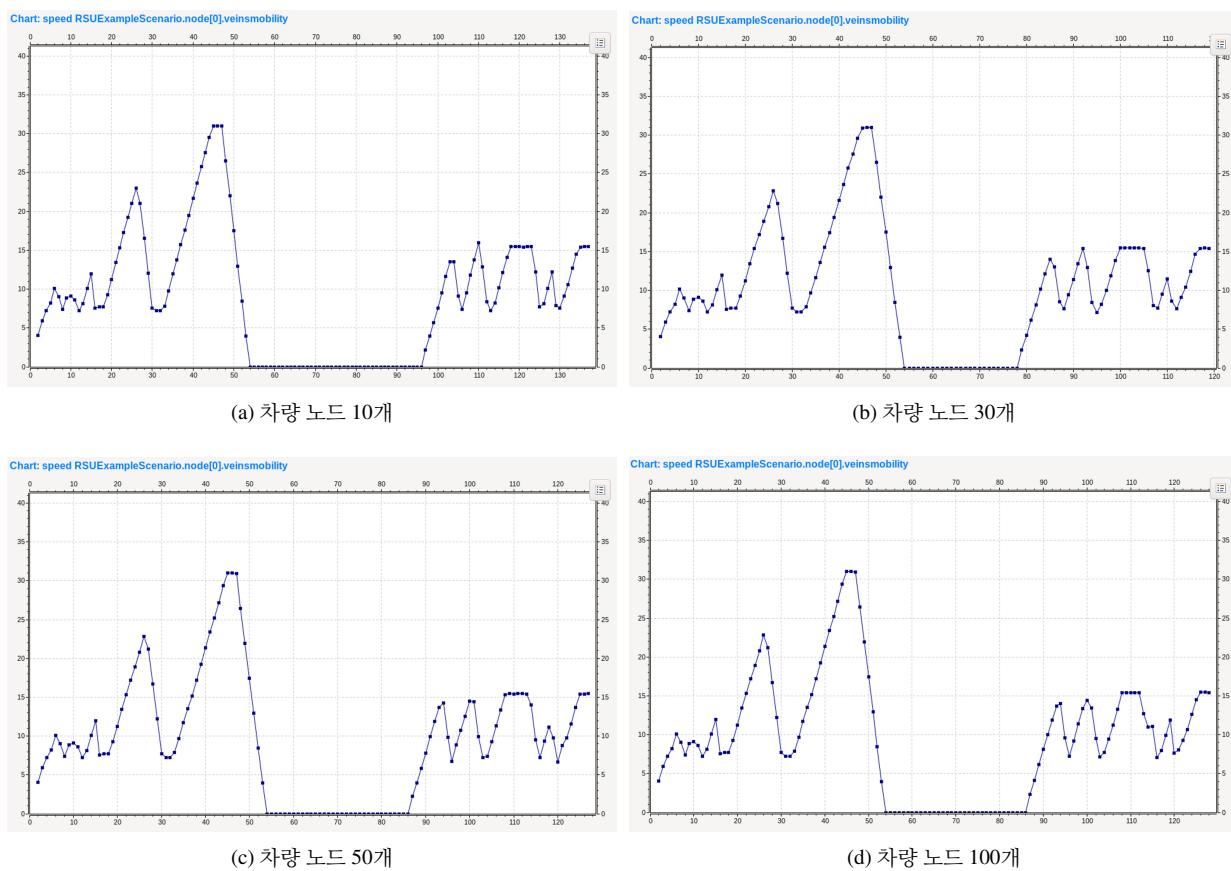


Figure 9: 차량 노드 [0]의 속도 그래프

전체 차량 노드 개수 대비 Broadcast message을 수신한 차량 노드 개수의 percentage 비교

아래의 그림과 같이 시뮬레이션에서 각 차량이 수신한 Broadcast message의 개수를 조사했다. 이를 통해 전체 차량 노드 개수 대비 Broadcast message를 하나 이상 수신한 차량 노드의 개수의 percentage를 구했고, 차량의 개수가 각각 10, 30, 50, 100개로 설정한 4개의 시뮬레이션에 대하여 이 값을 비교했다.

Browse Data						
Here you can see all data that come from the files specified in the Inputs page.						
runID filter			module filter		ReceivedBroadcasts	
Experiment	Measurement	Replication	Module		Name	Value
Default	#0		RSUExampleScenario.node[0].nic.mac1609_4	ReceivedBroadcasts	2.0	
Default	#0		RSUExampleScenario.node[1].nic.mac1609_4	ReceivedBroadcasts	3.0	
Default	#0		RSUExampleScenario.node[2].nic.mac1609_4	ReceivedBroadcasts	4.0	
Default	#0		RSUExampleScenario.node[3].nic.mac1609_4	ReceivedBroadcasts	0.0	
Default	#0		RSUExampleScenario.node[4].nic.mac1609_4	ReceivedBroadcasts	0.0	
Default	#0		RSUExampleScenario.node[5].nic.mac1609_4	ReceivedBroadcasts	5.0	
Default	#0		RSUExampleScenario.node[6].nic.mac1609_4	ReceivedBroadcasts	3.0	
Default	#0		RSUExampleScenario.node[7].nic.mac1609_4	ReceivedBroadcasts	3.0	
Default	#0		RSUExampleScenario.node[8].nic.mac1609_4	ReceivedBroadcasts	2.0	
Default	#0		RSUExampleScenario.node[9].nic.mac1609_4	ReceivedBroadcasts	2.0	

Figure 10: 각 차량이 수신한 Broadcast message의 개수, 차량 노드 10개 시뮬레이션 예시

4개의 시뮬레이션의 전체 차량 노드 개수 대비 Broadcast message를 수신한 차량 노드의 개수는 뚜렷한 증감 경향성 없이 76%부터 90%까지 유사한 결과를 보였다.

지도의 가장자리에 위치해 있거나, 이동 경로가 짧을 경우 Broadcast message를 전혀 수신하지 못하는 경우가 발생하는 것으로 예상되는데, 4개의 시뮬레이션 모두 차량 위치가 랜덤 생성되어 이 비율이 비슷하기 때문에 Broadcast message를 수신한 차량의 비율 역시 유사하게 나온것으로 보인다.

차량 노드 개수	Broadcast message 수신한 차량 노드 개수	percentage
10	8	80%
30	23	76.7%
50	44	88%
100	90	90%

Table 1: 전체 차량 노드 개수 대비 Broadcast message를 수신한 차량 노드의 개수

모든 차량 노드의 Total busy time의 합 비교

아래의 그림과 같이 시뮬레이션에서 각 차량 노드의 busy time을 조사했다. 이를 통해 모든 차량 노드의 Total busy time을 구했고, 차량의 개수가 각각 10, 30, 50, 100개로 설정한 4개의 시뮬레이션에 대하여 이 값을 비교했다.

Browse Data						
Here you can see all data that come from the files specified in the Inputs page.						
runID filter			module filter	Scalars (10 / 331) Histograms (0 / 0)		
Experiment	Measurement	Replication	Module	Name	Value	
Default	#0		RSUExampleScenario.node[0].nic.mac1609_4	ReceivedBroadcasts	2.0	
Default	#0		RSUExampleScenario.node[1].nic.mac1609_4	ReceivedBroadcasts	3.0	
Default	#0		RSUExampleScenario.node[2].nic.mac1609_4	ReceivedBroadcasts	4.0	
Default	#0		RSUExampleScenario.node[3].nic.mac1609_4	ReceivedBroadcasts	0.0	
Default	#0		RSUExampleScenario.node[4].nic.mac1609_4	ReceivedBroadcasts	0.0	
Default	#0		RSUExampleScenario.node[5].nic.mac1609_4	ReceivedBroadcasts	5.0	
Default	#0		RSUExampleScenario.node[6].nic.mac1609_4	ReceivedBroadcasts	3.0	
Default	#0		RSUExampleScenario.node[7].nic.mac1609_4	ReceivedBroadcasts	3.0	
Default	#0		RSUExampleScenario.node[8].nic.mac1609_4	ReceivedBroadcasts	2.0	
Default	#0		RSUExampleScenario.node[9].nic.mac1609_4	ReceivedBroadcasts	2.0	

Figure 11: 각 차량의 busy time, 차량 노드 10개 시뮬레이션 예시

4개의 시뮬레이션에서 모든 차량 노드의 Total busy time은 차량 노드 개수가 증가함에 따라 크게 증가했다.

차량 노드의 개수가 많아질수록 Broadcast message를 더 많이 송신하고, Broadcast message를 수신하는 차량도 많아지기 때문에 Total busy time이 증가한다.

차량 노드 개수	Total busy time(s)
10	0.0000644
30	0.000557
50	0.00164
100	0.00357

Table 2: 모든 차량 노드의 Total busy time