

Fundamental Seminar

vol.7

Huge set of alternatives & Multi Agent Simulation

2018.5.25

Fukuda lab

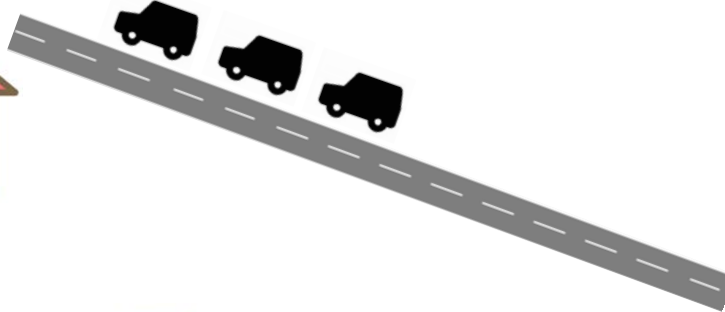
Noriko KANEKO

Complex Systems

複雑系；
相互に関連する複数の要因が合わさって全体としてなんらかの性質，あるいはそういった性質から導かれる振る舞いを見せる系。
その全体としての挙動は個々の要因や部分からは明らかでない。

→交通システムも複雑系！

- 人，自動車，鉄道，バス
- 道路ネットワーク，線路ネットワーク
- タクシー会社
- 天候
- 災害，イベントetc...



Complex Systems

➤ 複雑系へのアプローチ

Macroscopic

仮定を使用して複雑さを減らし，集計レベルでの計算を行う

長所；計算が楽，集計データのみあればOK

短所；多くの影響を無視，一様の行動しか表現できない

例；四段階推定法

Microscopic

各々の機構とその影響を表現する

長所；複雑系の大部分を表現できる，多様な行動を表現できる

短所；計算負荷が大きい，非集計データが必要

Complex Systems

Macroscopic

仮定を使用して複雑さを減らし，集計レベルでの計算を行う

長所；計算が楽，集計データのみあればOK

短所；多くの影響を無視，一様の行動しか表現できない

例；四段階推定法

4 段階推定法

- ①生成交通量の予測
- ②発生集中交通量の予測
- ③分布交通量の予測
- ④分担交通量
- ⑤発生・集中交通量の予測

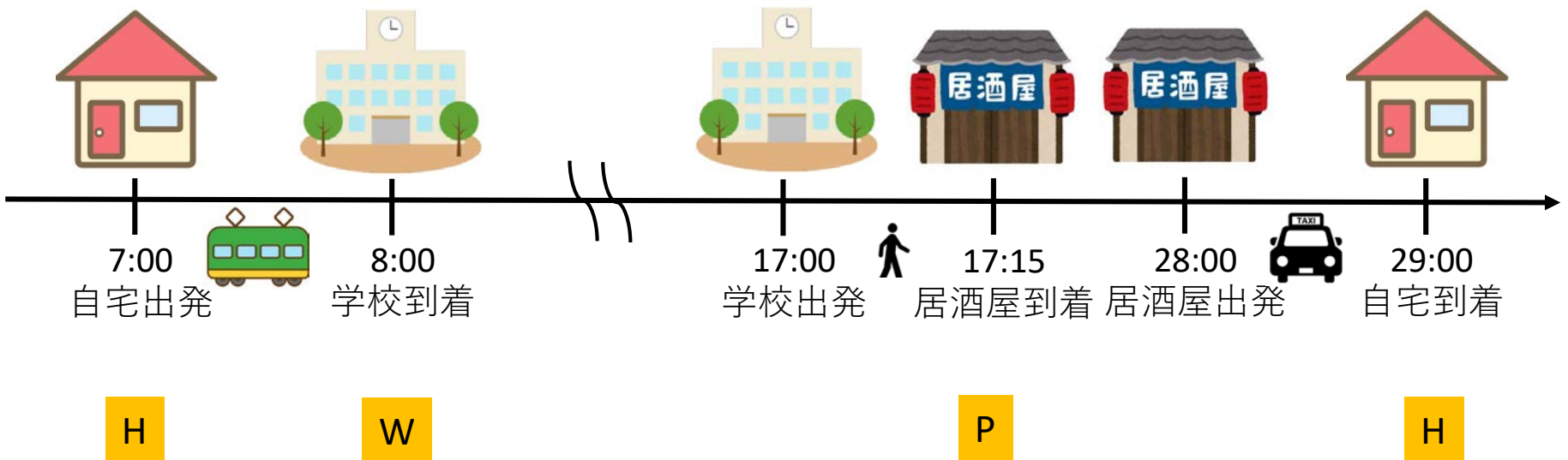
- 時刻の概念の欠落
混雑，時刻表，通行止め...
などが表現できない

Complex Systems

Activity Based Model

「すべての移動は活動の派生需要である」

- アクティビティパターンを選択肢集合として列挙する離散選択型モデル
- 一定のルールに従ってパターンを生成するルールベースドモデル
- 時空間制約下で実行可能な活動列を探索するネットワーク探索型モデル



Simulation

Simulation;

実世界では再現が困難である現象を，想定される法則などを組み込み，仮想環境で再現すること

Macro Simulation

システム全体を一つのモデルで表現し，現象の再現を行う

→システム全体の挙動観察はできるが，構成要素間の相互作用を表現できない

Micro Simulation

人などの行動主体をモデル化し，それらの行動の集積として現象の再現を行う

→個々の主体のふるまいの多様性を表現できる



Activity Based Approachと相性◎

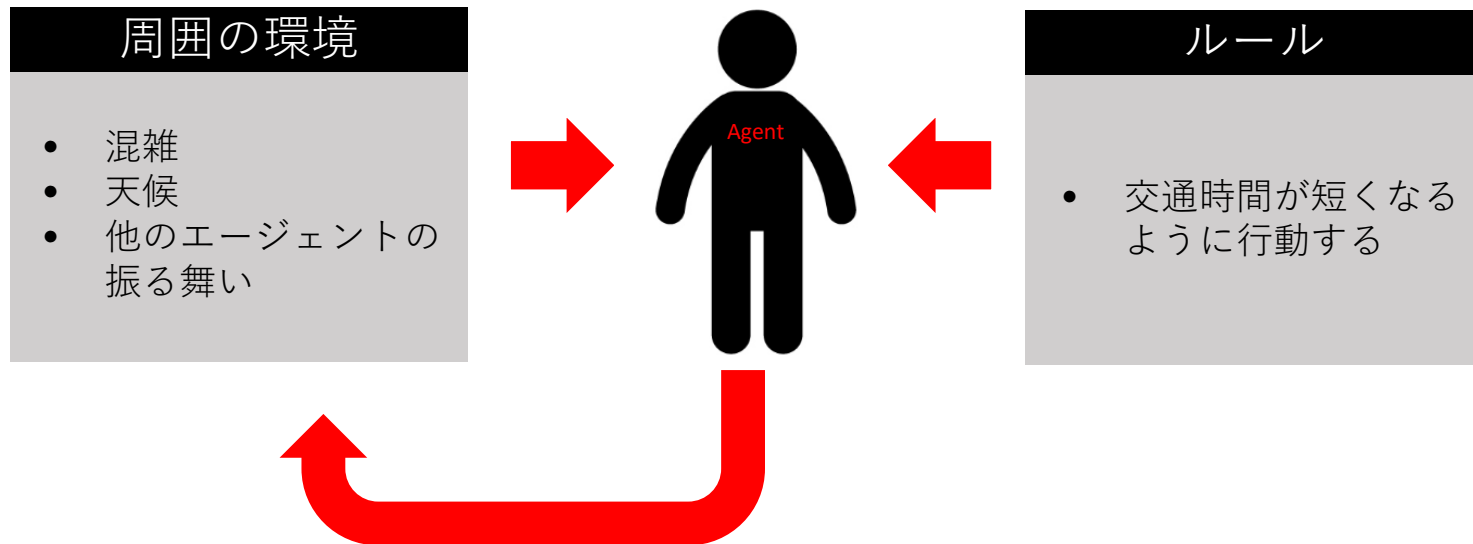
Multi Agent Simulation

Multi Agent Simulation ;

複数のエージェントに同時進行的に各々のルールをもと、それぞれが相互作用を受けながら実行させるシミュレーション

Agent ;

自分の周囲の状況を認識し、それに基づいて、一定のルールのもとで自律的に行動する主体のこと (Ex)ヒト, 生物

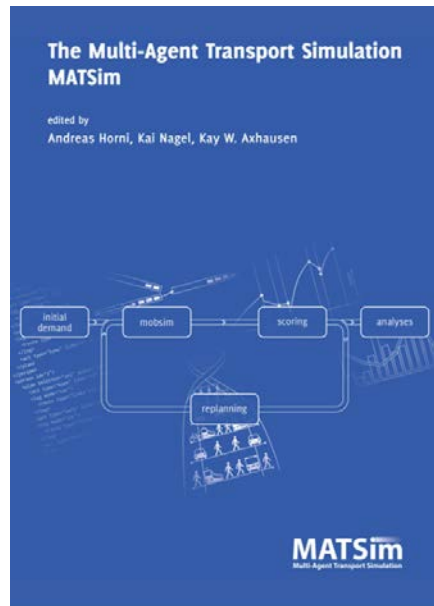


MATSim

Multi-Agent Transport Simulation → MATSim

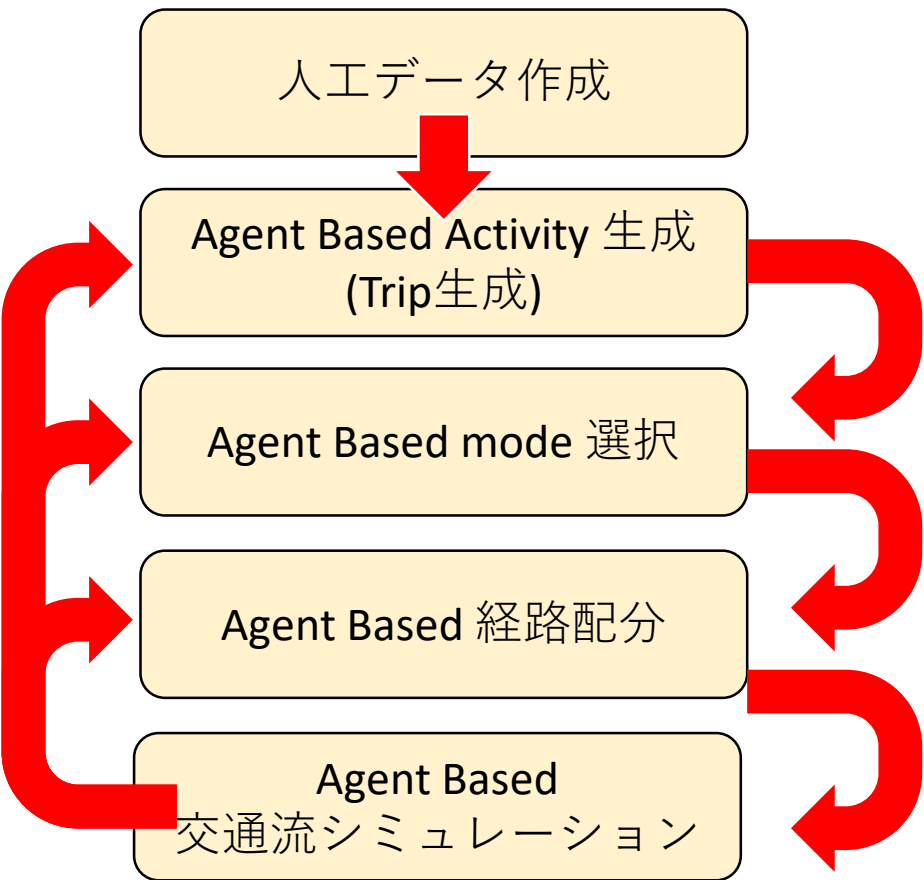
- 交通マルチエージェントシミュレーター
- Developed by ETH Zurich and TU Berlin
- Javaで記述
- 詳細は

<https://www.ubiquitypress.com/site/books/10.5334/baw/>

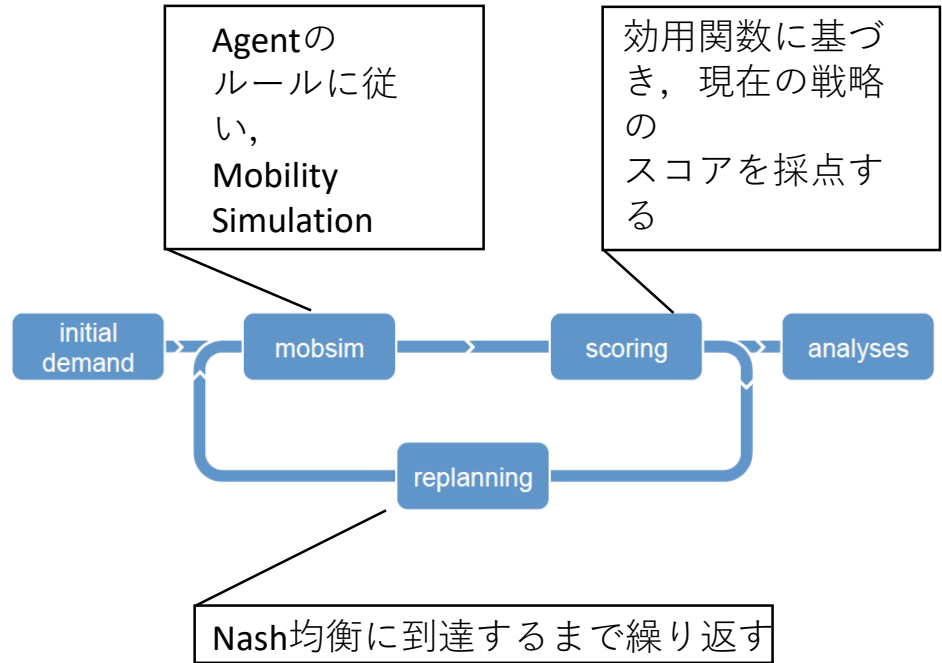


MATSim

➤ MATSimの中での4段階推定法



➤ MATSimの均衡探索



ゲーム理論

- プレイヤー n 人
- プレイヤー i は, 戦略 S_i をもつ
- プレイヤーは効用 U を最大化させたい

Nash 均衡

プレイヤーが戦略を変えても, もうこれ以上よくなるように戦略を割り当てた状態

MATSim

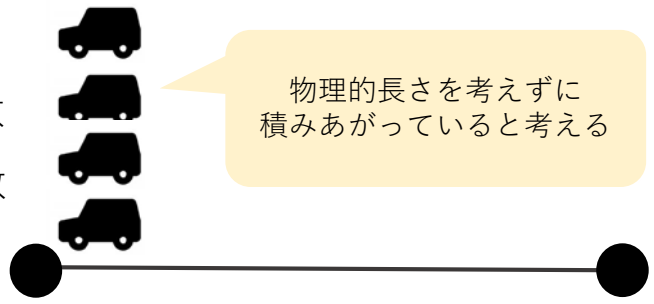
➤ 渋滞の表し方 : Point Queue Model
...渋滞現象を最も完結に表現するモデル

$$E(t) = A(t) - D(t) \Leftrightarrow \dot{e}(t) = \lambda(t) - \mu(t)$$

$A(t)$: リンク終端にあるボトルネックに時刻 t までに到着した累積台数

$D(t)$: リンク終端にあるボトルネックを時刻 t までに出発する累積台数

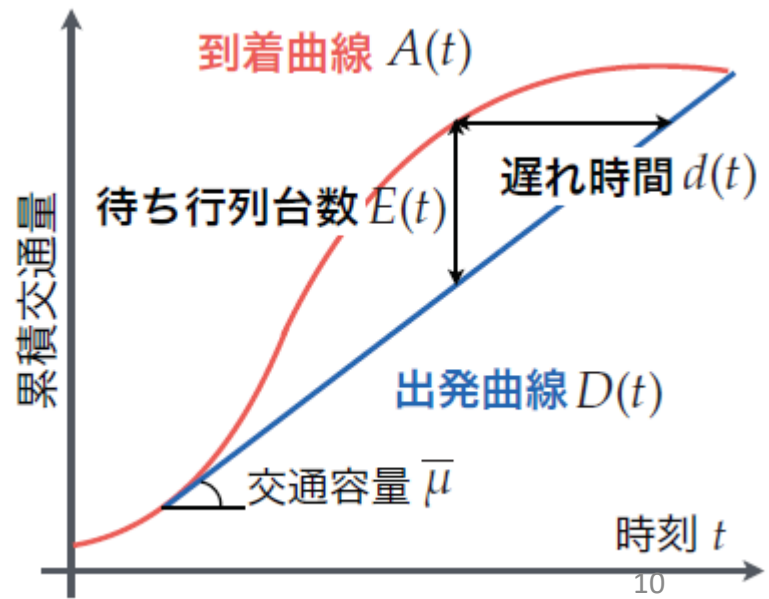
$E(t)$: 時刻 t の待ち行列台数



ここで、流入交通流率 $\lambda(t) = \dot{A}(t)$, 流出交通流率 $\mu(t) = \dot{D}(t)$ であるので、PQモデルの流出交通流率は

$$\mu(t) = \begin{cases} \bar{\mu} & \text{if } E(t) > 0 \\ \min. [\lambda(t), \bar{\mu}] & \text{if } E(t) = 0 \end{cases}$$

First In First Out(FIFO)原則が成り立つので、待ち行列遅れ $d(t)$ は累積到着/出発曲線の水平距離として表現される



MATSim

Javaで記述

MASをするためのクラス群

```
20 package org.matsim.analysis;
21
22 import java.io.BufferedReader;
23 import java.io.IOException;
24 import java.text.DecimalFormat;
25 import java.util.Collections;
26 import java.util.List;
27 import java.util.Vector;
28
29 import org.apache.log4j.Logger;
30 import org.matsim.core.util.Charts.BarChart;
31 import org.matsim.core.util.io.IOUtils;
32
33 public class Bins {
34
35     protected double interval;
36     protected int numberOfBins;
37     protected double maxVal;
38     protected String desc;
39     protected List<BinEntry> entries = new Vector<BinEntry>();
40     protected double [] bins;
41
42     private final static Logger log = Logger.getLogger(Bins.class);
43
44     public Bins(double interval, double maxVal, String desc) {
45         this.interval = interval;
46         this.maxVal = maxVal;
47         this.numberOfBins = (int) Math.ceil((maxVal / interval));
48         this.desc = desc;
49         this.bins = new double[this.numberOfBins];
50     }
51     public void addValues(double[] values, double[] weights) {
52         for (int index = 0; index < values.length; index++) {
53             this.addValue(values[index], weights[index]);
54         }
55     }
56     public void addVal(double value, double weight) {
57         int index = (int) Math.floor(value / interval);
58         // value > maximum value are assigned to the last bin
59         if (value > maxVal) {
60             index = this.numberOfBins - 1;
61         }
62         // value < 0.0 value are assigned to the first bin
63         if (value < 0.0) {
64             log.error("Value < 0.0 received");
65             index = 0;
66         }
67         this.bins[index] += weight;
68         this.entries.add(new BinEntry(value, weight));
69     }
70     public void clear() {
71         this.entries.clear();
72         this.bins = new double[this.numberOfBins];
73     }
74 }
```

```
<terminated> RunMatsim_braess2 [Java Application] C:\Program Files\Java\jre8.0.610\bin\java.exe (2018/05/20 14:47:16)
2018-05-20 14:51:43,729 INFO PopulationWriter:139 Population written to: ./output_braess2/output_plans.xml.gz
2018-05-20 14:51:43,729 INFO Counter:67 [PopulationWriter] dumped person # 100
2018-05-20 14:51:43,745 INFO NetworkWriter:68 writing network to file: ./output_braess2/output_network.xml.gz...
2018-05-20 14:51:43,745 INFO NetworkWriter:71 done
2018-05-20 14:51:43,745 INFO Config:160 setting context to file://C:/Users/n.kaneko/Desktop/matsim-example-project-master/matsim-example-project-master/
2018-05-20 14:51:43,792 INFO VehicleWriter:V1:55 Vehicles written to: ./output_braess2/output_vehicles.xml.gz
2018-05-20 14:51:43,792 INFO Counter:67 [HouseholdWriter] dumped household # 0
2018-05-20 14:51:43,792 INFO LanesWriter:65 using LaneDefinition:30
2018-05-20 14:51:43,792 INFO LanesWriter:74 writing to file: ./output_braess2/output_lanes.xml.gz
2018-05-20 14:51:43,869 INFO ControllerListenerManagerImpl:126 calling notifyShutdown on org.matsim.analysis.ModeStatsControllerListener
2018-05-20 14:51:43,869 INFO ControllerListenerManagerImpl:126 calling notifyShutdown on org.matsim.analysis.ScoreStatsControllerListener
2018-05-20 14:51:43,869 INFO ControllerListenerManagerImpl:126 calling notifyShutdown on org.matsim.analysis.TravelDistanceStatsControllerListener
2018-05-20 14:51:43,876 INFO ControllerListenerManagerImpl:129 all ControllerShutdownListeners called.
2018-05-20 14:51:43,876 INFO MatsimHuntTimeModifications:81 S H U T D O W N --- shutdown completed.
2018-05-20 14:51:43,876 INFO OutputDirectoryLogging:146 closing the logfile, i.e. messages sent to the logger after this message are not written to the logfile.
2018-05-20 14:51:43,876 INFO OutputDirectoryLogging:146 closing the logfile, i.e. messages sent to the logger after this message are not written to the logfile.
```



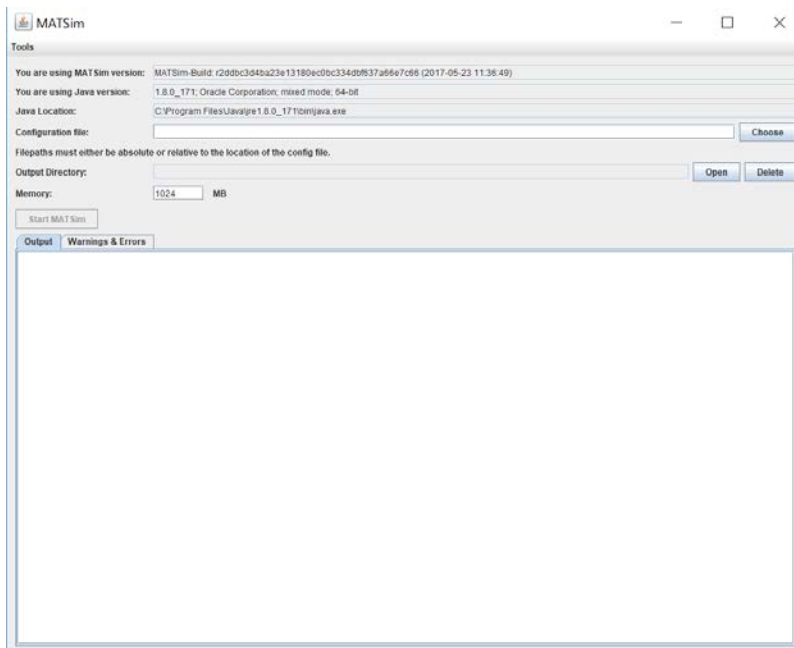
難しいので、今回は簡単に行きます！

MATSim

➤ MATSim Standalone と呼ばれる方式

基本的なMAS機能を搭載，input file を編集することでシミュレーション結果を得る。
簡単だが，応用はできない。(NLにする，鉄道を組み込むなど...)

→本格的に使いたい人はJavaを勉強しましょう！



Xml(Extensible Markup Language):

視覚表現や文章構造を記述するマークアップ言語のひとつ，基本的にテキストファイルで構成，データ管理に便利

最低限必要なもの

- **Config.xml** :
MATSimに与える設定を記述
- **Network.xml** :
node,linkを定義してネットワークを記述
- **Plan.xml**
初期状態のplanをActivity Baseに記述

その他

- **Facilities.xml** :
店や学校などの施設を記述
 - **Vehicle.xml** :
乗り物の容量などを記述
- などなど

Multi Agent Simulation

➤ Configuration file = MATSim への指示を書き込む

```
1<?xml version="1.0" ?>
2<!DOCTYPE config SYSTEM "http://www.matsim.org/files/dtd/config_v2.dtd">
3<config>
4
5  <module name="global">
6    <param name="randomSeed" value="4711" />
7    <param name="coordinateSystem" value="Atlantis" />
8  </module>
9
10 <module name="network">
11   <param name="inputNetworkFile" value="network_braess.xml" />
12 </module>
13
14 <module name="plans">
15   <param name="inputPlansFile" value="plans100braess2.xml" />
16 </module>
17
18 <module name="controller">
19   <param name="outputDirectory" value="./output_braess" />
20   <param name="firstIteration" value="0" />
21   <param name="lastIteration" value="10" />
22 </module>
23
24 <module name="qsim">
25   <!-- "start/endTime" of MobSim (00:00:00 == take earliest activity time/ run as long as active vehicles exist) -->
26   <param name="startTime" value="00:00:00" />
27   <param name="endTime" value="00:00:00" />
28
29   <param name="snapshotperiod" value="00:00:00"/> <!-- 00:00:00 means NO snapshot writing -->
30 </module>
31
32 <module name="planCalcScore">
33   <param name="learningRate" value="1.0" />
34   <param name="BrainExpBeta" value="2.0" />
35
36   <param name="lateArrival" value="-18" />
37   <param name="earlyDeparture" value="-0" />
38   <param name="performing" value="+6" />
39   <param name="traveling" value="-6" />
40   <param name="waiting" value="-0" />
41
42   <param name="activityType_0" value="h" /> <!-- home -->
43   <param name="activityPriority_0" value="1" />
44   <param name="activityTypicalDuration_0" value="12:00:00" />
45   <param name="activityMinimalDuration_0" value="08:00:00" />
46
47   <param name="activityType_1" value="w" /> <!-- work -->
48   <param name="activityPriority_1" value="1" />
49   <param name="activityTypicalDuration_1" value="08:00:00" />
50   <param name="activityMinimalDuration_1" value="06:00:00" />
51   <param name="activityOpeningTime_1" value="07:00:00" />
52   <param name="activityLatestStartTime_1" value="09:00:00" />
53   <param name="activityEarliestEndTime_1" value="" />
54   <param name="activityClosingTime_1" value="18:00:00" />
55 </module>
```

← ネットワークの設定

← プランの設定

← Output fileの設定

← 各種値の設定

Multi Agent Simulation

➤ Network file = Node, Linkをそれぞれ定義することでネットワークを記述

```
1<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2<!DOCTYPE network SYSTEM "http://www.matsim.org/files/dtd/network_v1.dtd">
3
4<network name="equil test network">
5  <nodes>
6    <node id="1" x="-2" y="0"/>
7    <node id="2" x="0" y="0"/>
8    <node id="3" x="2" y="2"/>
9    <node id="4" x="2" y="-2"/>
10   <node id="5" x="4" y="0"/>
11   <node id="6" x="6" y="0"/>
12 </nodes>
13 <links capperiod="01:00:00">
14   <link id="1" from="1" to="2" length="30" capacity="1000" freespeed="0.01" permlanes="1" />
15   <link id="2" from="2" to="3" length="30" capacity="5" freespeed="0.01" permlanes="1" />
16   <link id="3" from="2" to="4" length="45" capacity="1000" freespeed="0.01" permlanes="1" />
17   <link id="4" from="3" to="5" length="45" capacity="1000" freespeed="0.01" permlanes="1" />
18   <link id="5" from="4" to="5" length="30" capacity="5" freespeed="0.01" permlanes="1" />
19   <link id="7" from="5" to="6" length="30" capacity="1000" freespeed="0.01" permlanes="1" />
20 </links>
21</network>
```

← Node の設定
{NodeID, 緯度, 経度}

← Link の設定
{LinkID, 接続ノード, 長さetc...}

```
<network name="equil test network">
  <nodes>
    <node id="1" x="-2" y="0"/>
    <node id="2" x="0" y="0"/>
    <node id="3" x="2" y="2"/>
    <node id="4" x="2" y="-2"/>
    <node id="5" x="4" y="0"/>
    <node id="6" x="6" y="0"/>
  </nodes>
  <links capperiod="01:00:00">
    <link id="1" from="1" to="2" length="30" capacity="1000" freespeed="0.01" permlanes="1" />
    <link id="2" from="2" to="3" length="30" capacity="50" freespeed="0.01" permlanes="1" />
    <link id="3" from="2" to="4" length="45" capacity="1000" freespeed="0.001" permlanes="1" />
    <link id="4" from="3" to="5" length="45" capacity="1000" freespeed="0.001" permlanes="1" />
    <link id="5" from="4" to="5" length="30" capacity="50" freespeed="0.01" permlanes="1" />
    <link id="6" from="3" to="4" length="0" capacity="1000" freespeed="100000" permlanes="1" />
    <link id="7" from="5" to="6" length="30" capacity="1000" freespeed="0.01" permlanes="1" />
  </links>
</network>
```

← Network_braess2.xml の設定

ここが増えた！！

Multi Agent Simulation

➤ Plan file = 時系列に従って, Agent ごとのプランを記述

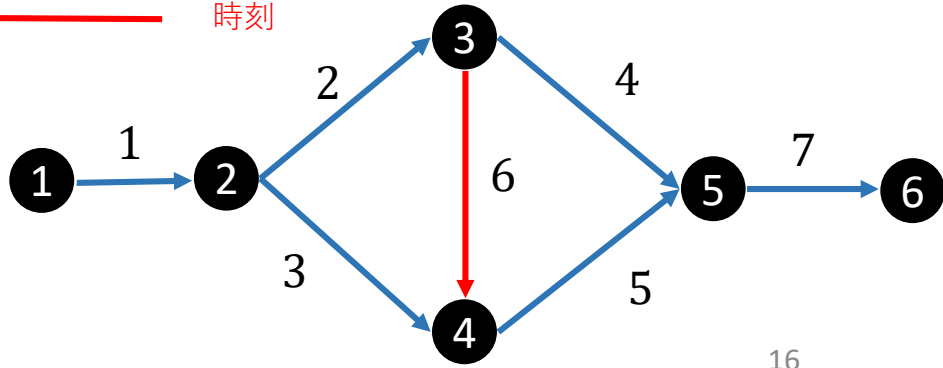
```
1<?xml version="1.0" ?>
2<!DOCTYPE plans SYSTEM "http://www.matsim.org/files/dtd/plans_v4.dtd">
3<plans xml:lang="de-CH">
4<person id="1">
5  <plan>
6    <act type="h" x="-2" y="0" link="1" end_time="06:00" />
7    <leg mode="car">
8      <route>2 4</route>
9    </leg>
10   <act type="w" x="6" y="0" link="7" />
11 </plan>
12</person>
13
14<person id="2">
15  <plan>
16    <act type="h" x="-2" y="0" link="1" end_time="06:00" />
17    <leg mode="car">
18      <route>2 4</route>
19    </leg>
20    <act type="w" x="6" y="0" link="7" />
21 </plan>
22</person>
23
24<person id="3">
25  <plan>
26    <act type="h" x="-2" y="0" link="1" end_time="06:00" />
27    <leg mode="car">
28      <route>2 4</route>
29    </leg>
30    <act type="w" x="6" y="0" link="7" />
31 </plan>
32</person>
```

← 交通手段 “車” でルート2,4を通る

← 家

← 仕事

← 時刻



参考文献

1. MATSim User Guide(official)
2. The Multi-Agent Transport Simulation MATSim (official)
3. ETH講義資料, TU Berlin講義資料
4. ブライスのパラドックス Wikipedia
5. ブライスのパラドックス <https://mathtrain.jp/braess>
6. マルチエージェントシミュレーション 石田・松原研究室
7. 動的な交通ネットワーク流問題 赤松 隆, 和田 健太郎 Proceedings of the Twenty-Sixth RAMP Symposium Hosei University, Tokyo, October 16-17, 2014