

避難計画シナリオのシミュレーションペトリネット構成のシステム化について

金沢大学 学生員 作田夕香 寺西伸太郎 正員 木俣昇

1. まえがき

防災から減災への流れの中で、避難訓練の充実化が求められてきている。中央防災会議は、防災訓練大綱を毎年更新するとともに、支援ツール整備の必要性を指摘してきている。著者らは、原理理解の容易性と、背景画像上での視覚型シミュレーション性を特徴とするペトリネットによる避難計画シナリオシミュレーション・システムの開発と適用研究を行ってきた。本研究では、このシステムをより実践的な支援ツールとして整備するために、シナリオシミュレーションネットの構築法の工夫について報告する。

2. 避難計画シナリオペトリネットの構成手順とシステム化課題

(1) 避難計画シナリオの基本構成枠組み

災害時避難計画のシナリオは、図-1 に示す①～④の4つのサブシナリオで構成される。即ち、①避難者が災害情報を得て、行動を起こす避難開始部、②道路に出て、避難場所へ向かう避難経路移動部、③到達先の指定避難場所部、そして、④それらの全に係る災害発生に伴う避難障害部に関する諸想定から構成される。

著者らのシミュレーションは、これらの各部分のシナリオを記述するサブ・ペトリネットを作成し、それらを結合化させる形で実行される。

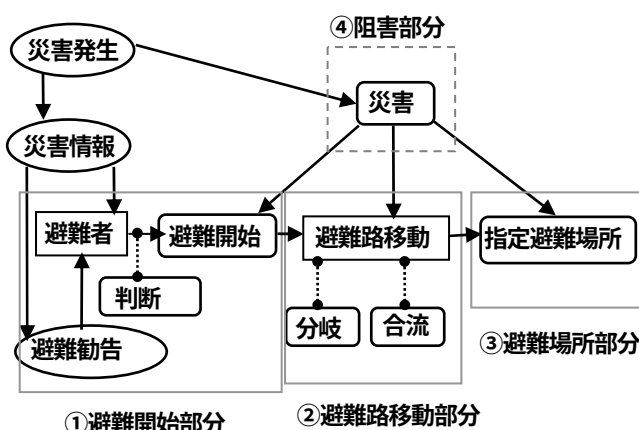


図-1 災害時避難計画シナリオの基本構成

(2) ペトリネットシミュレータによる実行化手順と課題

図-2 のシナリオネットは、対象地域の地図を背景画像とし、図-1 に示した構図に従い、居住者と避難場所を特定化し、その間の経路を抽出し、基本ネットが構成され、さらに、背景画像上で、障害災害と避難開始シナリオの検討がなされ、それらのサブネットの追加・結合化手順で作成される。

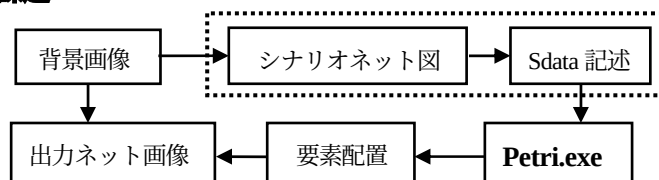


図-2 シミュレーションネットの構築手順

作成されたシナリオネットは、Sdata、と呼ばれるファイル形式で記述されることによって、開発実行ソフトウェア“Petri.exe”で読み込まれ、要素配置の作業を経て、背景画像上に視覚出力ネット図として構築されてくる。この手順の中で、避難経路移動部ネットの構成とその Sdata ファイル記述化に、経路数の多数さによる作業性や、実行後の経路追加や避難場所変更等の提案の検討対応性が、当面の課題となっている。

3. Excel形式によるシミュレーションネット構成のシステム化

(1) 避難経路移動部ネットとExcel形式Sdataファイル記載法

図-3 に、この章で取り扱う避難経路移動部の基本ネット例を示す。右方端に避難場所が想定されており、そこへ向けて避難移動がなされるネットで、交差点が3か所あり、交差点1では、直進か左方かの経路選択が起きる。一方、交差点2と3では、2方向からの避難者が合流し、右方端の避難場所に向かうネットである。図-3 の右下に、この2タイプの交差点サブネットを示すが、十字路を含むと他に3タイプがある。

図-4 は、図-2 で触れたこのネットの Sdata ファイル記述を、Excel 形式化したものである。図-3 のネットを構成するプレース(19+4 個)、トランジション(18+2 個)、トークン(2 個)、発生プレース(0 個)、生成トランジション(1 個)の各項目を、Excel シートに横方向に配置し、それぞれの個々の特定化記載を行ったものである。

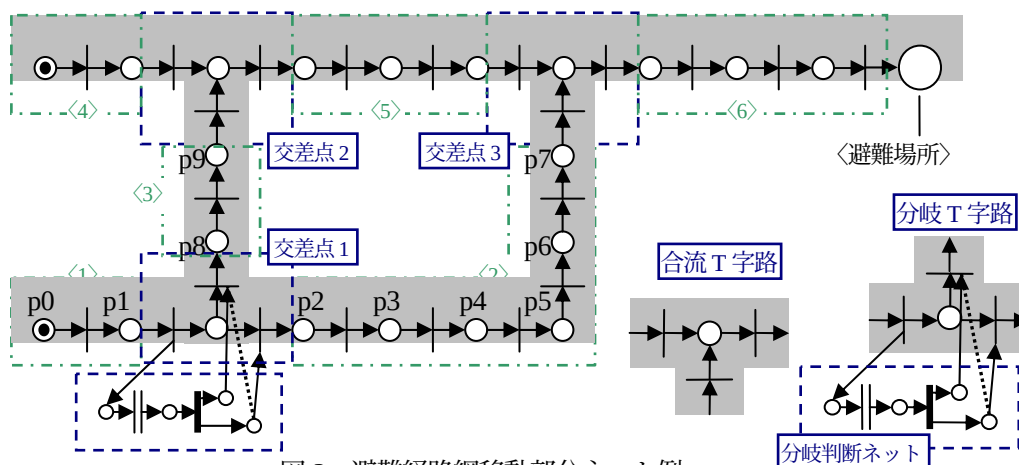


図-3 避難経路網移動部分ネット例

	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL																																			
1	調出シフト部 → Wに0の分岐率を付与する場合は									入力Tto-L番号 → Rに -1 の出力Tto-L番号									Rに -1 トポロジが適用される場合						計算結果の1行目から最終行まで生成→N-1行目は計算結果と一致しない。この部分で生成されたものは、生成途中。																																															
2																																																																								
3																																																																								
4																																																																								
5																																																																								
6																																																																								
7	PLACE 26												end TRAN 0 24												end TOKEN 1000 GENE 0												generation Z 1																																			
8	-1	20	-1	1	//P	0						0	-1	1			-1	0	1	//T	0		1			0	-1																																													
9	-1	20	-1	1	//P	1				1		2	-1	3			-1	0	1	//T	1		2			10	-1																																													
10	-1	20	-1	1	//P	2				-1		3	-1	4			-1	0	1	//T	2																																																			
11	-1	20	-1	1	//P	3						4	-1	5			-1	0	1	//T	3																																																			
12	-1	20	-1	1	//P	4						5	-1	6			-1	0	1	//T	4																																																			
13	-1	20	-1	1	//P	5						6	-1	7			-1	0	1	//T	5																																																			
14	-1	20	-1	1	//P	6						8	-1	9			-1	0	1	//T	6																																																			
15	-1	20	-1	1	//P	7				3		10	-1	11			-1	0	1	//T	7																																																			
16	-1	20	-1	1	//P	8				-1		12	-1	13			-1	0	1	//T	8																																																			
17	-1	20	-1	1	//P	9						13	-1	14			-1	0	1	//T	9																																																			
18	-1	20	-1	1	//P	10						15	-1	16			-1	0	1	//T	10																																																			
19	-1	20	-1	1	//P	11				-2		16	-1	17			-1	0	1	//T	11																																																			
20	-1	20	-1	1	//P	12				-2		17	-1	18			-1	0	1	//T	12																																																			
21	-1	20	-1	1	//P	13						1	1	-1	19	20		-1	0	1	//T	13	成入																																																	
22	-1	20	-1	1	//P	14				3	-1	19	22	-1	2			-1	0	1	//T	14	成出																																																	
23	-1	20	-1	1	//P	15				-3		19	23	-1	8			-1	0	1	//T	15	成出																																																	
24	-1	20	-1	1	//P	16						2	9	-1	20			-1	0	1	//T	16	成入																																																	
25	-1	20	-1	1	//P	17						-2	11	-1	20			-1	0	1	//T	17	成入																																																	
26	-1	20	-1	1	//P	18							20	-1	12			-1	0	1	//T	18	成出																																																	
27	1	-1	20	-1	1	//P	19	交差点				3	7	-1	21			-1	0	1	//T	19	成入																																																	
28	2	-1	20	-1	1	//P	20	交差点				-3	14	-1	21			-1	0	1	//T	20	成入																																																	
29	3	-1	20	-1	1	//P	21	交差点					21	-1	15			-1	0	1	//T	21	成出																																																	
30	-1	-1	0	1	//P	22	分岐	分岐	分岐				22	-1	23				1	1	//T	22	生成																																																	
31	-1	-1	0	1	//P	23	分岐	分岐	分岐				23	-1	24	25			-1	2	1	//T	23	消滅																																																
32	15	-1	-1	3	1	//P	24	分岐	分岐	分岐																																																														
33	-1	-1	4	1	1	//P	25	分岐	分岐	分岐																																																														

図-4 避難経路網移動部分ネットの Excel 形式 Sdata ファイル

Excel 形式化し、横方向に各項目を配置することで、縦方向への要素の追加が容易となり、まず、2.の(2)で課題とした経路の追加や変更要請への対応を可能とした。また、各項目の終了記号 (end や－2 等) を次の項目の先頭に配置することで、実行ファイルであるテキスト形式へのコピーも可能となっている。

(2) ユーザフォームの設計による経路移動部ネット構築手順のシステム化

図-3の移動部ネットは、図-4のExcel形式Sdataファイルの上部に配置したユーザフォームを使用することによって、容易に、システムテックに構築することができる。まず、図-3のように、単路部(<1>～<6>)と交差点部(<1>～<3>)に分け、単路部毎にプレースのみ

図-5 ユーザフォームの設計

を配置する。プレース番号は、 $i1 \rightarrow i2 \rightarrow \dots \rightarrow in$ と始点から終点に向けて振る。図-5 の単路部のユーザフォームを使用し、単路部番号と、始点・終点番号を入力するだけで、図-4 のプレースとトランジションの項が自動作成される。交差点部では、図-3 に示したように、分岐を伴う所では、判断ネットの追加が必要となる。図-5 は、交差点 1 と 2 を例に、流入と流出のプレース番号を入力するだけで、追加の有無も判断し、自動作成されることを示している。さらに、判断部ネットで分岐比率シナリオを取り扱う generatranZ の特定化も自動でなされ、シミュレーション実行時に Sdata 上でこの部分を変更することで検討支援が可能となっている。

参考文献

- 1) 木俣、寺西、二神：地震時市街地避難計画のシナリオシミュレーション技術に関する基礎的研究，土木計画学研究・論文集ね Vol.24, no 2, pp. 223～232, 2007.9.