

避難シミュレーションを用いたサイネージによる避難誘導効率の検証

Validation of evacuation guidance efficiency by signage using evacuation simulation

市之瀬 克己*1
Katsuki Ichinose

高橋 友一*2
Tomoichi Takahashi

森島 小央里*3
Saori Morishima

*1*2名城大学理工学研究科情報工学専攻
Meijo University, Department of Information Engineering

*3名城大学理工学部情報工学科
Meijo University, Department of Information Engineering

In recent years it has been increasing to install digital signage in public facilities. However, many people do not know where the evacuation route map is in case of emergency. From that, we propose to display the evacuation information on the digital signage that many people see, and verify the evacuation induction efficiency change. In this paper, by using agent-based evacuation simulation, changes in evacuation induction efficiency by digital signage were examined and the effect was shown.

1. 目的と背景

非常時に対応するために避難訓練は有効な手段である。高層ビルやデパートなどの大きな建物では、勤務している人や来訪者を含め実際に避難訓練を行うことは難しい。さらに事前に周知せずに訓練を実行することは、2016年にケニアのナイロビの大学で発生した事故のようにリスクが伴う [1]。そのために避難シミュレーションを使用して、非常時の対策を確かめる試みが増えている [3]。

東京消防庁がターミナル駅の防火・防災に関するアンケート結果 (回答者 281 人) を以下に示す [2]。

- 対応や対策で不安に感じたことがある人が、155 人。
- 不安の内容として、「多数の駅利用者が避難することによるパニック」と「避難すべき方向や場所がわかりにくい」を感じた人がそれぞれ 133 人と 104 人。
- 火災発生時、スムーズに避難できると思う人は 40 人。
- 火災発生時に避難方向の判断として、「駅員の誘導に従う」が 189 人、「誘導灯を見る」が 137 人。
- 火災発生場所や避難情報を得る手段として有効に思うものとして「放送設備などの音声による情報提供」を 237 人、「電光掲示板などの文字による情報提供」を 173 人。

東京消防庁では避難時間の推定にシミュレーション結果を採用することを認めている [4]。アンケート結果で有効とされた誘導灯などの避難用サインは、そのシミュレーションには採用されていない。避難用サインの設置が義務付けられている公共施設の避難シミュレーションにおいては、避難指示を考慮に入れることが望ましい。

本論文では、避難用サインとして広告用ディスプレイを非常時に避難誘導に転用することを提案し、避難率での導入効果を検証する。

2. アンケート内容と結果

日常生活において、私たちが避難用サインや経路案内にどの程度気づいているか、2種類のアンケートを実施した。特に最近、広告用ディスプレイとしてディスプレイなどの電子表示

機器を用いて情報発信するデジタルサイネージが活用されている [6]。その利点として情報を状況にあわせて表示できるので、避難情報提示媒体とした (図 1)。

アンケート 1 では、避難用サイン (以下、ES) と広告用ディスプレイ (以下、DP) をどの程度気づいているか、アンケート 2 では施設内を普段通りに歩いた時と、意識して歩いた時の ES と DP の認識数の違いを調べた。



(a) 避難用サイン (ES) (b) 広告用ディスプレイ (DP)

図 1: 避難情報の提示媒体

2.1 アンケート 1

建物内に設置されている避難用サインや避難経路にどれだけ気づくか、電車通学をしている 15 名の学生にアンケートを実施した。回答者は事前にアンケートの内容を知らずに登校し、登校後すぐに Q1 から Q3 の回答をする。その後帰宅時に Q4 の回答をする。このとき被験者全員の通学路に ES と DP がともに一つ以上存在している。

Q1: 普段の登校時に ES を見たか

Q2: 普段の登校時に DP を見たか

Q3: 2 で DP を見たならば、その内容を覚えているか

Q4a: 意識して数えたとき、ES は幾つ存在したか

Q4b: 意識して数えたとき、DP は幾つ存在したか

表 1: アンケートの結果

設問	はい	いいえ
1	0(0%)	15(100%)
2	12(80%)	3(20%)
3	8(66%)	4(33%)
4a	最大 2	最小 1 平均 1.4
4b	最大 6	最小 1 平均 2.6

表 1 から

- Q1 より ES に気づいた人はいない。
- DP を一つでも気づいた人は全体の 80% のうち、その内容を覚えていた人は 66% である。

- Q1 と Q4a より ES に対し意識して見る見ないの差は存在する。

2.2 アンケート 2

アンケート 2 では、名古屋駅の地下に存在する地下街であるユニモール内でルートを指定して (図 2 下レイアウト内矢印) 実施した。往路は普段通りに指定ルート歩き、に歩き終わってからディスプレイの数を申請、その後復路では意識してディスプレイの数を数える。一回目は 12 月中に 6 名に実施し、さらに 2 回目は 2 月中に 1 回目とは違う人物たち 12 名にルートの変更は行わずにアンケートを行った。

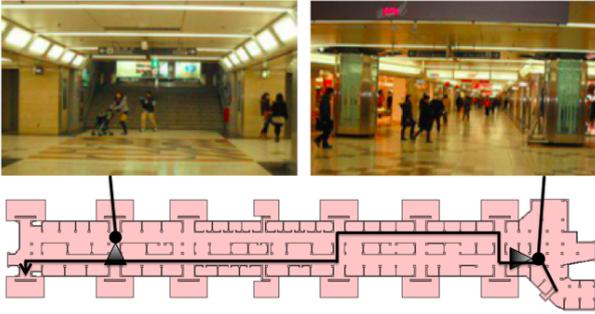


図 2: ユニモールのレイアウト (前長 300m、上二つは地下街の写真)

表 2 に結果を示す。第一回のアンケート実施において DP と ES の実際の数を特定するために複数回指定ルートを通る結果になり削除している。1 回目のアンケート実施期間にユニモールではイベントは行われており、2 回目に比べ配置されている DP の数は 7 個増加している。

表 2: アンケート 2 の結果

		実際の数	無意識下	意識下
第一回	ES	36	6(16.6%)	-
	DP	12*	9(75%)	-
	合計	44	15(33%)	-
第二回	ES	36	9.3(25.8%)	30.8(85.6%)
	DP	5	1.4(28%)	4(80%)
	合計	41	10.7(26%)	34.8(84.9%)

*イベントで 7 個増加

表 2 より

- 第一回と第二回の DP の結果より、普段 (無意識下) では DP の数が多いほど DP に気づくことが多くなる。
- 第二回の結果より、ES(意識下 85.6%、無意識下 25.8%) と DP(意識下 80%、無意識下 28%) の媒体間の差は小さい。意識下と無意識下では気づく割合に大きな差がある。無意識下を考える場合、DP の数が多く存在する場合 DP は ES と比べ意識に残りやすくなり、意識下の状態では ES と DP の間に媒体間の差はほとんどないものとして扱うことができる。

3. デジタルサイネージを活用した避難誘導

アンケートの結果から普段は平時、意識している時は火災時とすると、平時の場合 ES は目につかず、DP の場合は数が多ければ目撃したことを覚えていることが多い。現在、建物内の DP は設置数は多くなり、多くの人たちに目撃される機会が増している。より効率的な避難が可能にするために、緊急時に多くの人たちが目にするデジタルサイネージに避難表示をさせることを提案する

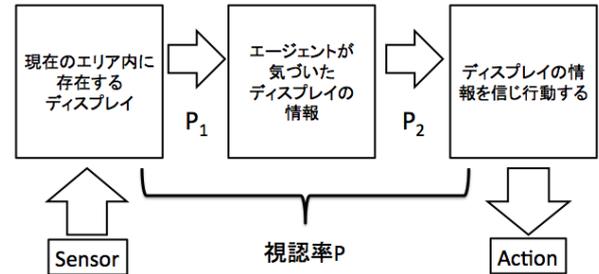


図 3: ディスプレイ情報から避難行動に至る過程

エージェントの行動は周囲状況のみで入手する視認したディスプレイの情報に対し、エージェントがそのディスプレイの存在を認識し、その後その情報をもとに内容を信じて行動をするの 2 段階が存在する (図 3)。

今回のシミュレーションではセンサ条件から行動に至る割合を視認率 (P) とする。今回の実験では ES と DP が視認率に与える影響はなく、実験に使用する視認率は 30%、50%、70% の三パターンを行った。

4. シミュレーションによる検証

今回の実験は避難シミュレーション TENDENKO を用いて避難シミュレーションを行った [5]。場所はアンケート 2 と同じユニモールで、避難するエージェントは 1000 人である。

エージェントの行動モデルは放送案内では名古屋駅方面から国際センター方面へ避難する。途中で避難指示を視認した時その指示の場所へ向かう。以下にエージェントのアルゴリズムを示す。

Algorithm 1 エージェントの行動

- 1: 放送案内で教えられた目的地へ向かう
- 2: if ディスプレイの避難情報を取得 then
- 3: 視認率 P で目的地をディスプレイの避難情報へ変更する
- 4: end if

図 4 にディスプレイの配置箇所を示す。(a) のディスプレイの配置 4 個はアンケートでよく覚えていた ES を 4 つ挙げている。(b) では上記の配置に加え、デジタルサイネージを 2 つ配置した。(c) にはさらに 2 つデジタルサイネージを追加している。

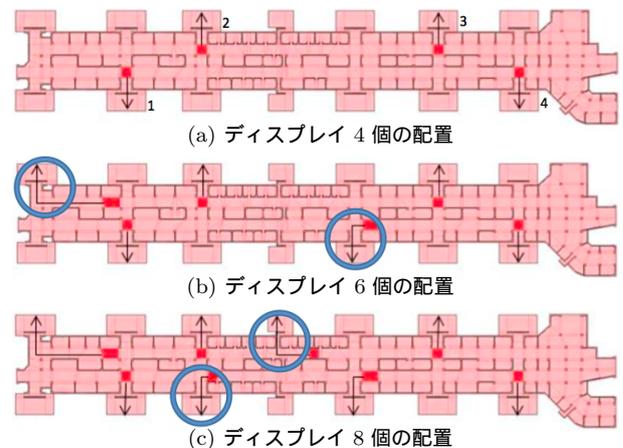


図 4: ユニモールにおけるディスプレイ配置 (が追加した DP)

表 3 に図 4 の個々の配置に対し認識率 P を変化させたシナリオをまとめた。各シナリオをそれぞれ三回行い、その結果を図 5 と表 4 に示した。

表 3: シミュレーションの内容

P	配置 a	配置 b	配置 c
0%	S0		
30%	S1	S2	S3
50%	S4	S5	S6
70%	S7	S8	S9

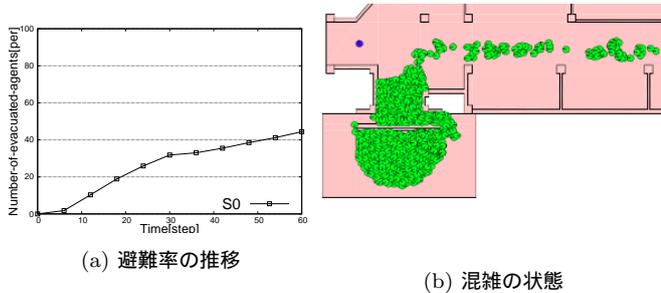
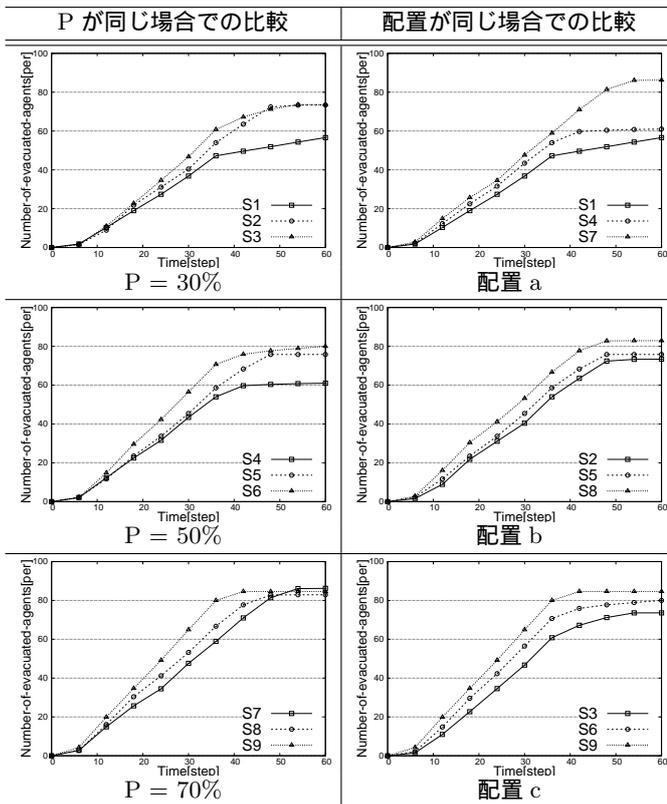


図 5: 視認率 0% の結果 (S0)

表 4: シミュレーション結果



S0 では認識率が 0% のため、すべてのエージェントは国際センターに避難する指示に従い行動する。そのため、国際センターにすべてのエージェントが押しかけ、国際センター出口付近で混雑が発生した。そのため図 5 に示す様に避難率はシミュレーションステップ 60 で 44.4% と低いものとなった。

表 4 の左側の項目は P を固定し、ディスプレイの数による避難率の推移を比較している。ディスプレイの数を増加した場合、多くの場合で避難率の推移は上昇している。P が 70% のとき、ディスプレイの数が増加するほど避難率の推移は高くなるものの、60 ステップ目の避難率では大きな差はない。これ

表 5: 60step での避難率 (%)

P	配置 a	配置 b	配置 c
0%	44.4		
30%	56.5	73.4	73.6
50%	61.0	75.8	80.0
70%	86.7	82.9	84.6

は視認率が高いため、ディスプレイの数が少ない場合でも多くのエージェントがディスプレイを視認し、指示方向へ向かうことができたからであると考えられる。

表 4 の右側はディスプレイの数を固定し、P の変化による避難率の推移を比較している。すべての場合で、P が大きくなるほど避難率の推移は大きくなっている。このことから、よりディスプレイを意識するようになる場合、より早い避難が可能であることを示している。

表 5 より配置 a では、P が 30% の S1 と 70% の S7 では、避難率で約 30% 以上の差が存在する。配置 c では S3 と S9 の間では、避難率の差は約 10% となっている。このことから、多くの DP を配置する事の方が、P で表せる行動への働きかけより優位であると考えられる。

上記の結果から、避難者に DP への注意を呼びかけることが有効であると考えられる。そして多くの人に気付かれることディスプレイが重要とされることから、デジタルサイネージに非常時の機能を持たせることが有効であるといえる。

5. まとめ

東京消防庁のアンケート結果より、非常時に人的確な情報を求めている。広告用ディスプレイは年々数を増やしていると同時に、広告用ディスプレイは設置数が多い場合無意識下でも気づくことが多い。以上の点からデジタルサイネージを用いた避難経路案内を提案し、その提案を取り入れた避難シミュレーションを実施し、配置や視認率による避難率の違いをシミュレーションで示した。このことからデジタルサイネージを緊急時に ES に変更することの有効である事を検証した。

参考文献

- https://www.theguardian.com/world/2015/dec/01/kenya-terror-drill-strathmore-university
- 火災予防審議会人命安全対策部会答申書(第 19 期) 複合化するターミナル施設の防火安全対策のあり方 <http://www.tfd.metro.tokyo.jp/hp-yobouka/fukugouterminalanzen/>
- HAWE ら, Durham University Agent-Based Simulation for Large-Scale Emergency Response: A Survey of Usage and Implementation, ACM Computing Surveys, vol.45, No.1, Article 8 (2012)
- 「SimTread」が東京消防庁「東京消防庁認定避難算定方法」に認定, <http://www.aanda.co.jp/function/spnews/simY.html>.
- Toshinori Niwa, Masaru Okaya, and Tomoichi Takahashi. TENDENKO: Agent-Based Evacuation Drill and Emergency Planning System, Multi-Agent-Based Simulation XV, pp.167-179 (2014)
- 一般社団法人 デジタルサイネージコンソーシアム: <http://www.digital-signage.jp/about/>