

屋外大規模イベントにおける動的群集誘導モデルの構築

Development of Dynamic Pedestrian Flow Control Model in Large-Scale Outdoor Event

山下 倫央*¹ 松島 裕康*¹ 野田 五十樹*¹
Tomohisa YAMASHITA Hiroyasu MATSUSHIMA Itsuki NODA

*¹産業技術総合研究所 人工知能研究センター

Artificial Intelligence Research Center, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

In a large-scale outdoor event like fireworks festivals, event managers make plan for security and efficient crowd control in order to give visitors entertainment about the event. However, in previous researches, the effect of crowd control is not estimated quantitatively. In this paper, we show the dynamic crowd control model in large-scale outdoor events.

1. はじめに

数万人規模の来場者が想定されるイベントでは、来場者の過度な集中防止といった事故防止の観点だけでなく、各来場者の待ち時間や混雑内の滞在時間といった来場者の満足度の観点に基づいた誘導を行うことが求められる。大規模なイベントに関しては、来場者の誘導が同様の条件で短期間に繰り返し行われることが少ないため、駅や会場などでどのような混雑が発生するかを事前に想定するのは難しく、どのような誘導が有効かといった知見の蓄積は容易ではない。そのため、イベント開催時の混雑緩和の施策や緊急時の避難誘導支援といった群集を的確に誘導するための研究が重要度を増している。

このような背景を踏まえて、大規模群集の円滑な流動を実現することを目的とした流動制御支援サービスとして、見物客に自発的に混雑緩和に協力してもらうための情報配信、見物客の計数や経路選択を調査するための人流計測、各種施策を評価する歩行者シミュレーションの実施を検討してきた。本稿では、福岡県北九州市で開催された関門海峡花火大会を対象としておこなった人流計測の結果に基づいて適切な誘導の必要性を挙げ、それに対応するための動的な誘導手法のモデル化について述べる。誘導手法を実装した歩行者シミュレータを用いることで、花火大会を始めとする屋外大規模イベントにおける誘導計画の効率性や安全性を定量的な検討が可能になる。

2. 人流計測

2.1 計測対象

計測対象となる関門海峡花火大会は、福岡県北九州市門司区と山口県下関市の両岸で行われる花火大会で、毎年8月13日に開催されている。我々が流動制御支援を実施した門司側では、門司港に花火観覧会場があり、多くの来場者がJR門司港駅まで鉄道を利用し、そこから徒歩で会場に向かっている。花火大会のスケジュールとして、門司側では19時50分に花火の打上が開始され、20時40分に終了する。花火打上終了後に多くの来場者が一斉にJR門司港駅に向かうため、駅付近の流動制御が課題となっていた。これまでも帰宅する見物客が一斉に門司港駅に向かうことを防ぐために、花火大会終了後に花火

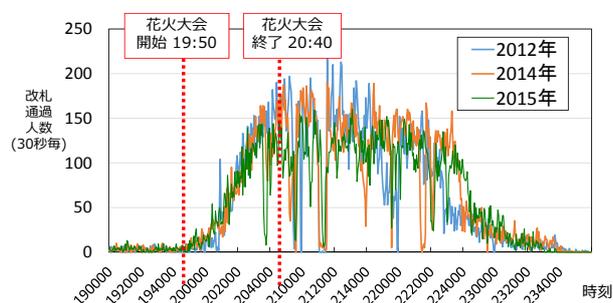


図 1: 深度センサで計測した JR 門司港駅への流入人数の推移 (2012 年, 2014 年, 2015 年分)

観覧会場でステージイベント等を催して、見物客を会場に残すための試みが行われてきていた。

人流計測は、花火大会の見物客の経路選択や混雑状況を計測するために実施し、本稿では JR 門司港駅からの流出者数・流入者数の計数を行った結果を示す。

2.2 深度センサによる計測

2012 年, 2014 年, 2015 年に花火大会の見物客の多くが利用する JR 門司港駅構内の改札上の天井に深度センサ (Xtion PRO LIVE) 7 台を設置して、JR 門司港駅からの流出者数と流入者数を計測した。図 1 は JR 門司港駅への流入者数の推移を示している。いずれの年においても、門司港駅からの流出者は花火大会を見物する来場者であり、花火大会開始の 19 時 50 分から流入数が増加し始めて、21 時から流入数がピークを迎えていることが確認できる。徐々に減少しながら、22 時 40 分まで来場者の帰宅が続き、その後、流入者数が減少しはじめている。

2.3 ハンディ GPS による計測

図 2 は、花火大会終了後の会場付近から JR 門司港駅までの 3 つの帰宅動線を示している。交通規制が行われているため、門司港駅を利用する見物客はいずれかの帰宅動線を利用する必要がある。ハンディ GPS による計測では、ハンディ GPS を持った計測員が 19:00 から 22:30 まで 15 分おきに図 2 の開始位置から出発し、移動中は周囲の来場者の動きに合わせて無理な追い越しをせずに、門司港駅まで移動する。2015 年に収

連絡先: 山下 倫央, 産業技術総合研究所 人工知能研究センター, 〒 305-8560 茨城県つくば市梅園 1-1-1 中央第 1, Tel: 029-862-6722, Fax: 029-862-6548, E-mail: tomo-hisa.yamashita@aist.go.jp



図 2: 関門海峡花火大会の3つの帰宅動線 (花火大会会場付近から JR 門司港駅まで)

集した GPS トラッキングデータは、ハンディGPS ロガーが緯度経度を1秒毎に記録したデータである。

開始地点から目的地までの帰宅動線を長さ10mのセグメントに分割して、各セグメントに滞在した時間を算出する。^{*1} 図3の3つのグラフはそれぞれ動線1、動線2、動線3の計測開始位置から門司港駅への所要時間である。各グラフにおいて、計測員が19時台、20時台、21時台、22時台に出発した場合の各セグメントへの平均滞在時間を示している。図3から、いずれの帰宅動線においても目的地である門司港駅の到着前の待ち時間が大きいことが確認できる。

3. 動的誘導モデルの導入

本章では動的な誘導モデルの必要性を挙げて、モデル化の概要を述べる。

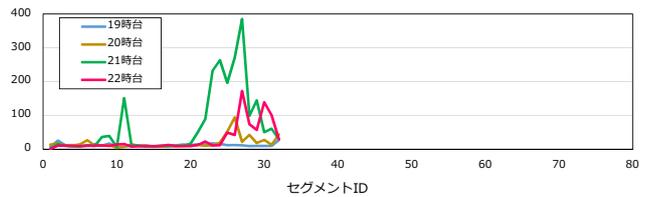
深度センサによる門司港駅への流入量の計測結果とハンディGPSによる各帰宅動線の所要時間の計測結果からは、その待ち時間は門司港駅周辺であることと混雑状況の持続時間を把握することができる。門司港駅周辺の待ち時間は見物客が門司港駅に集中したために自然発生的に生じたものではなく警備会社によって行われた JR 門司港駅への入場規制によって生じている。そのため、どの帰宅動線から門司港駅への入場をさせるか、またどの程度の人数を入場させるかといったオペレーションが重要であることが分かる。指定時間になれば通行可・不可を切り替える交通信号のような挙動では不十分である。

そのため、誘導指示者が観測対象となる歩行可能領域にいる見物客数を入力として、どの帰宅動線から門司港駅に何人を入場させるかを出力とする動的な誘導モデルを構築する。この動的な誘導モデルは歩行者シミュレータ CrowdWalk [YAMASHITA 13] において、ある時刻に指定されたリンク上にいる歩行者エージェントの総和を算出し、その総和が閾値に達した場合には指定されたノードの通行可とし、その後指定されたノードの通過人数が閾値に達した場合には再び通行不可とするモデルとして実装した。この動的誘導モデルを歩行者シミュレータ CrowdWalk に追加することで、実際には計測が難しい各見物客の門司港駅周辺での待ち時間や駅までの所要時間に与える影響を検証可能とした。

*1 ハンディGPS データの分析方法に関しては参考文献 [三島 16] を参照されたい。

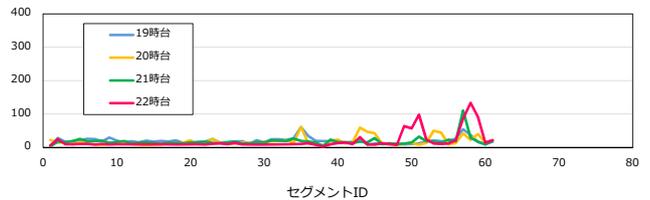
第1動線

平均滞在時間(秒)



第2動線

平均滞在時間(秒)



第3動線

平均滞在時間(秒)

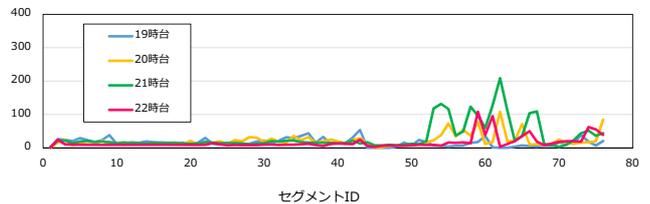


図 3: 各帰宅動線上のセグメントにおける時間帯別平均滞在時間

4. おわりに

本稿では、大規模群集流動の制御支援の実現に向けて、数万人規模の来場者が集まるイベントとして関門海峡花火大会を取り上げた。深度センサにより計測された JR 門司港駅への流入量の傾向とハンディGPSにより計測された来場者の帰宅動線での移動傾向に基づいて、JR 門司港駅周辺での誘導の重要性を述べた。これらの計測結果に基づいて、来場者の動的な誘導モデルについて概説した。

謝辞

関門海峡花火大会における人流計測およびシミュレーションの実施に向けて、多くのご協力をいただいた海峡花火大会実行委員会門司、JR 門司港駅、北九州市門司港レトロ課、門司区役所、門司警察署の皆様へ深謝申し上げます。

参考文献

[YAMASHITA 13] YAMASHITA, T., SOEDA, S., ONISHI, M., YODA, I., and NODA, I.: Implementation of Simulation Environment for Exhaustive Analysis of Huge-scale Pedestrian Flow, *SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration*, Vol. 6, No. 2, pp. 137–146 (2013)

[三島 16] 三島嵩晃, 藤原裕樹, 石黒陽介, 山下晃弘, 山下倫央: GPS データを用いた屋外大規模イベント終了後の人流解析, 情報処理学会第 78 回全国大会講演論文集 (2016)