

イベント空間における経路制御アルゴリズムを備えたナビゲーションシステムの開発

片山拓也† 中宮正樹†† 山下雅史†† 寺田 努††† 西尾章治郎††
 †大阪大学工学部 ††大阪大学大学院情報科学研究科 †††神戸大学大学院工学研究科

1 はじめに

スタンプラリーやオリエンテーリング、アミューズメントスポットにおけるアトラクション巡回など、参加者がいくつかのポイントを巡回するサービスが提供されているイベント空間では、参加者は移動しながら各々の目的を満たすために行動している。例えばスタンプラリーでは、スタンプなどの条件を満たしながら効率よくポイントを回れるように考えながら行動し、アミューズメントスポットでは、自分が体験したいアトラクションを回れるように考えながら行動している。このような参加者の判断のみに任せてイベントを運用すると、特定の経路への参加者の集中や特定のアトラクションだけの混雑、ラリーの早過ぎる終了によるゲームの物足りなさ、逆に時間がかかり過ぎることによる途中リタイアなど、運営側にとってのさまざまな問題を引き起こす可能性がある。

そこで本研究では、「ある範囲の時間内にラリーを終了させたい」「イベント場内をくまなく回ってほしい」「アトラクションの負荷を分散させて待ち時間を減らしたい」といったイベント主催者の目的を満たすようなナビゲーションシステムの構築を目的とする。

2 提案システム

本研究では次節に示す環境を想定している。これは2007年6月3日に大阪万博公園で開催された「モバイルネイチャーラリー in 万博公園」において実際にシステムを運用した環境である。

2.1 システム構成

提案するシステムは図1に示すようにサーバ、ウェブサイトへアクセスするためのQRコード、QRコードを読み取る携帯電話からなる。サーバには参加者に出題されるクイズや各ポイントでの参加者の通過履歴に関する情報などが格納される。イベント参加者は、各ポイントで携帯電話を用いてQRコードを読み込み、ウェブ

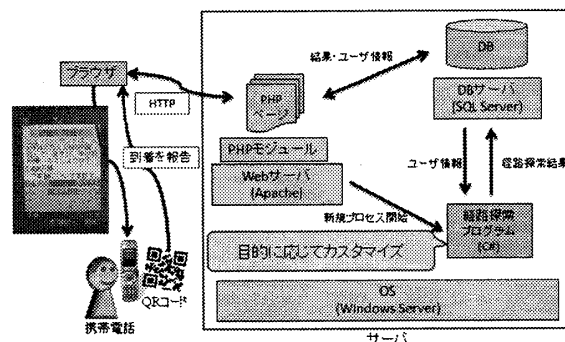


図1: システム構成

サイトにアクセスする。各ウェブサイトではそのポイントに関する情報を表示した後クイズが出題され、解答後次に移動すべきポイント番号が表示される。参加者は全15のポイントのうち5つ以上のポイントを回り、各ポイントでそのポイントに関するクイズに答えながらゴールを目指す。

2.2 経路制御アルゴリズム

参加者がポイントに到着したことをサーバに報告することで、システム側は参加者がいつ、どのポイントに到着したかを把握できる。ポイント間の所要時間を算出することで、参加者の歩く速度やその変化が得られる。これらの情報を利用して参加者を緩やかに誘導し、イベント主催者の意図を満たす。

具体的には、残りのポイント数で通り得るあらゆる経路に対してゴールまでの予想到着時間を計算し、その時間と目標時間との近さを示す時間スコアと、その経路が場内をどれだけくまなく回っているかという場内満喫度スコアの2つのスコアの合計が小さい3本の経路の中からランダムに1本の経路を選択し、次のお勧めポイントとして提示する。

ゴールの予想到着時間と時間スコアの計算方法について説明する。予想到着時間 T を以下の計算式より求める。

$$T = (\text{基準移動速度比}) \times (\text{探索した経路の基準時間}) \\ \times (1 + (\text{移動速度比の差分の平均}))$$

経路の基準時間はイベントを行う前に予備実験を行って決定しておく。移動速度比はポイント間の参加者の移動時間と基準時間の比で、この値が小さい程参加者の移動速度が速いことを意味する。基準移動速度比に

Development of a Navigation System
with a Route Planning Algorithm in Event Spaces

†Takuya Katayama ††Masaki Nakamiya ††Masashi Yamashita
 †††Tutomu Terada ††Shojiro Nishio
 †Faculty of Engineering, Osaka University
 ††Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University
 †††Graduate School of Engineering, Kobe University

表 1: 各グループの結果

経路選択	目標時間	平均	中央	最短	最長	標準偏差	従順率	平均通過エリア
Group 1	Random	1:39:20	1:36:36	0:44:31	2:50:51	0:29:36	79.7 %	60 %
Group 2	1:15:00	1:27:45	1:22:06	0:45:14	2:02:10	0:25:23	90.0 %	80 %
Group 3	1:00:00	1:26:44	1:27:48	0:41:21	2:01:31	0:23:00	91.8 %	80 %

はスタートしてから休憩をしていない最初のポイント間から求められる移動速度比を用いる。ここで、ポイント間の移動時間が基準時間の3倍以上であった場合、参加者が休憩をしたと判断する。また第3項において、休憩をしていないポイント間の移動速度比の平均差分を用いることで、例えば疲労のために参加者の歩行速度が基準時間よりもさらに遅くなっているといった状況を考慮する。そして、得られた T と目標時間 T' から以下のように時間スコアを計算する。

$$\begin{aligned} & \text{if}(T > T') \quad (T/T')^2 \\ & \text{else} \quad (T'/T)^2 \end{aligned}$$

場内満喫度スコアを定義するために、全ポイントを距離的に近い複数のポイントからなるエリアグループに分け、探索したルートが1つのエリアグループを通り損ねる度に+0.5とした。今回のイベントでは全ポイントを5つのエリアグループに分けた。また園内をできるだけ広く回ってもらうために同じエリアグループのポイントを2箇所連続で指定しないことにした。

2.3 評価

前述した経路探索アルゴリズムを備えたナビゲーションシステムをイベントにおいて実運用し、得られた結果から評価を行った。今回のイベントでは参加者を設定の異なる3つのグループに分けて実験を行った。各グループで用いた経路制御条件は以下の通りである。なお、参加者自身は3グループに分けられていることを知らず、またシステムの指示に必ずしも従う必要はない。

- Group1: 次のポイントをランダムに指示
- Group2: 目標時間 75 分でアルゴリズム適用
- Group3: 目標時間 60 分でアルゴリズム適用

結果を表 1 に示す。なお、経過時間からはアルゴリズムによって休憩中または迷っていると判断された時間を除いてある。結果より、ランダムに次のポイントを指示する Group1 と比較して、経路探索アルゴリズムを用いてナビゲーションを行った Group2, 3 が通過したエリアグループ数が多く、また平均ゴール到達時間が短くなっていることが分かる。一方、経路探索設定時間より遅れてゴールをしている事例が目立つ。考えられる原因を以下に示す。

1. 目標時間の設定ミス
同じエリアを連続で指定しないという制約から通りうる最短ルートで回った場合の基準時間でも68分になってしまう。このことから60分という目標時間の設定に無理があったといえる。
2. 休憩と判断する閾値の設定
休憩をしていると判断する閾値をもう少し短く設定すべきであった。今回のアルゴリズムではポイント間の移動時間が基準時間の3倍以下の場合には休憩とは判断されないが、それらの中でも不自然に時間がかかっている事例が存在した。これらのポイント間でも実際は休憩していた、あるいは迷っていたと考えられる。
3. 移動速度変化への対応
今回のアルゴリズムでは、基準移動速度からの速度変化に対応するために参加者が通過したポイント間の移動速度比の平均差分を算出し、速度変化以降の移動速度は多少の増減はあるがそのまま収束すると考えていた。しかし実際には、移動速度比はポイント間毎に常に変化していたと考えられる。また、2番目で指摘したように参加者が休憩した経路を把握できなかったために、実際の移動速度変化と異なる場合があったと考えられる。

2番目と3番目の問題を解決するには、参加者のリアルタイムの状況が分かればよい。具体的には「休憩中であるかどうか」が分かれば実際に移動している時間だけを正確に測定できる。また、リアルタイムな移動速度変化の値を用いることでゴールに到達するまでの速度変化を正確に予測でき、より細かな制御が可能となる。これらの問題を解決するために現在筆者らの研究グループでは各種センサを搭載したポータブルコンピュータを利用したシステムを開発中である。

3 まとめ

本研究では、スタンプラリーやウォークラリー等のイベント空間において、イベント主催者の目的を満たす移動経路制御アルゴリズムをもつナビゲーションシステムの構築を行った。運用結果から、携帯電話を用いたシステムでもある程度の誘導は可能であるものの、主催者の意図を細やかに反映するためには、より詳細な参加者の状況が必要であることがわかった。