

1 はじめに

何らかのサービス,例えば,眼科の診断,通信ネットワーク,自動車で高速道路のインターチェンジ等を利用する場合,そのシステムのサービス能力の限界,クライアントの到着がランダムであるために混雑が発生し,長い待ち時間,サービスが受けられないという問題が顕著になってくる.その対処法として,サービス効率の強化,客の到着の均衡化,処理の順序の工夫が挙げられる.

本研究では,クライアントにサービスを受ける際の行動決定に混雑情報(そのサービスを提供する目的地の混雑の度合)を所持させることにより,全体としての動向の変化,混雑は緩和できるのかといった点を中心にシミュレーションを行う.このアプローチには[2],[3]などが参考になる.本稿では,混雑情報の高い取得率で混雑を緩和させるという問題を考える.

2 モデル

2.1 基本モデル

コンピュータ上に仮想空間を創造する.理想的には現存するネットワーク,たとえばインターネットの輻輳状態や交通渋滞を完全に模したものをそのままコンピュータ上に再現することが望ましいが,非常に複雑であり,その構築は容易ではない.本研究では,ランダムに生成されたクライアントの再現や新たな行動に対する変化の計測,このような分野への適用とその解析におけるアプローチの可能性の検討などが目的であるため,文献[4],[5]を参考にし,単純化された仮想的な空間を考えた.

2.2 仮想空間の概要

本研究で扱うネットワークの構成物は以下である.

- ・ クライアント
- ・ 目的地
(Destination A, Destination B, Destination C)
- ・ 道

$L_x \times L_y$ の格子空間に目的地が配置されており,また,クライアントがそれらの間を移動するための道が存在する.クライアントはある規則に基づいて生成され,道を通って,目的地をクライアントがもつパラメータの効用により決定された順にまわり,仮想空間から離脱する.このように設定し,コンピュータ上で実行すると,目的地への行列などを含んだ仮想空間が再現された.

2.3 クライアントの設定

クライアントは特定の範囲内でランダムに生成された後,図1のようなフローに従って行動を行う.

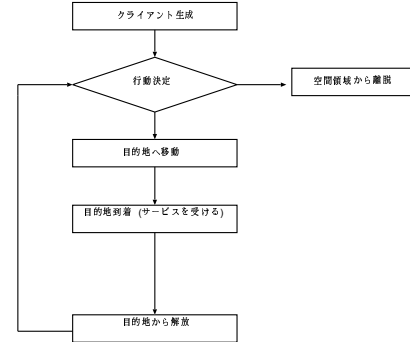


図1 クライアントの行動フロー [2],[4]

また,各クライアントは行動決定を行うために,以下の属性・情報を持つ

1. 各目的の選好度 (情報あり>情報なし)
2. 既に訪問した目的地
3. 満足度 (既に訪問した目的地の選好度の和,待ち時間,ランダムウォークによって決定される満足度)
4. 退場満足度 (満足度がこの値以上なら退場)

さらに,目的地の効用値を設けて混雑情報を反映させるように定義した.以下に示す.

目的地の効用 = 目的地の選好度 -

$$m \times \text{目的地までの直線距離} - n \times \text{混雑情報}$$

クライアントの満足度 = $(s \text{ or } t) \times \text{目的地効用}$

$(s > t, \text{ただし}, s: \text{サービス完了時},$
 $t: \text{サービスが受けられないとき})$

2.4 クライアントの移動アルゴリズム

各クライアントはわずかな記憶を持つことが特徴である.前ステップにいた場所を記憶していてすぐ次のステップでは移動できないものとする.また,クライアントは優先方向という属性を有し,向かう方向が道でなかった場合,その方向が優先方向として保持されるスタックを用意する.高位のスタックを優先度が一番高いとして移動を行う.

3 シミュレーション結果

シミュレータとして Multi Agent Simulator [1] を採用した.混雑情報を組み込んだ場合の変化をみるため,混雑情報を持つ割合(情報所持率)をいろいろと変化させ,また,初期状態における混雑の度合いによる変化を測定し,その評価を行った.シミュレーションを評価する値として以下を選んだ.

各目的地の行列数 \Rightarrow 目的地の分散効果を計測する.

その結果,混雑情報所持率が高いと待機クライアント

トの大きな周期的な振動を引き起こした。そのため、この混雑情報所持率を高いままで大きな振動を回避するため、クライアントが目的地に行く順番を固定するように促すニセ情報というパラメータを設け、改善を試みた。以下にその結果を示す。

3.1 シミュレーションパターン 1

初期状態クライアントが 100 で混雑情報所持率 100% の場合である。この場合が同初期状態における行列数が大きな周期的な振動を取り続けたものである。以下にその様子を示す。

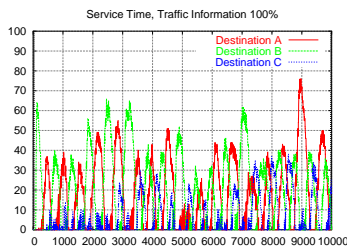


図 2 クライアント初期値 100, 混雑情報 100%

3.2 シミュレーションパターン 2

上記の状態を改善するために、ニセ情報をクライアントに所持させ、高い情報所持の状態の改善を試みた。情報を持っていない残りのクライアントにニセ情報の所持を試みた。以下にその結果を示す。

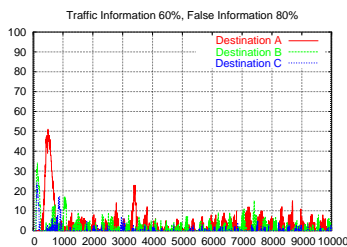


図 3 クライアント初期値 100, 混雑情報 60%, ニセ情報 80%(残りの 80%)

4 考察

単純に考えると混雑情報を全くもたないもの(0%)と全員が混雑情報をもっている場合(100%)では、100%のほうに行列の分散が起こり、待機クライアント数は少なくなると推測できる。しかしながら、この100%が最適ではない。この原因として考えられるのは、混雑情報を得て、多くのクライアントが進路を変更して、また混雑状態に陥るといった現象に近い。また、クライアントにニセ情報を所持させ、数多くの状況を設定して実験を行ったが、実験を実行した限りにおいては前述の60%の真の混雑情報の所持、残りのうち80%がニセ情報を所持することが最適であるという結論に達した。

5 おわりに

本稿では、クライアントベースの行動の多様性に対する混雑情報共有の影響に関する具体的な状況設定を行い、仮想空間領域内におけるクライアントが引き起こす混雑と混雑情報の所持を取り上げて議論した。

クライアントが一定の確率で提供される混雑情報を所持し、その混雑情報に従って混雑の少ない目的地のサービスを受けやすくする設定で実験をした。その結果、混雑情報の所持は基本的には、クライアントの行動の多様性を増加させ、目的地毎の待ち人数の偏りを減少させる。しかし、所持する確率を高く設定しすぎると、かえって行動の多様性を減少させ、待機クライアント数の大きな周期的な振動を招くことが判明した。このことは、目的地での安定したサービスの供給が保証されないことを意味し、多くのサービス機会損失を生む結果となる。

さらに、待機クライアント数の大きな周期的な振動を回避し、クライアントのサービス機会損失を低く抑えるために、ニセの情報を所持させるアプローチを試みた。ニセ情報提供下では、クライアントが目的地へ到達した際の満足度は減少するが、クライアントの行動の多様性が増加し、その結果、待機クライアント数の周期的な振動が抑制され、クライアントのサービス機会損失を低く抑えることに効果があることが判明した。

クライアント間における混雑情報、ニセ情報の波及・口コミに関する影響ないし代価について、より現実に対応するモデルを作ることができなかった。今後期待する。

参考文献

- [1] 構造計画研究所 Multi Agent Simulator : <http://www2.kke.co.jp/mas/>.
- [2] 辺見和晃：「来園者に優しいテーマパーク - 混雑緩和問題と情報共有」山影進・服部正太編“コンピュータのなかの人工社会” pp.124 - 139, 共立出版 2002.
- [3] 鈴木麗瑩：“イベント会場における混雑と情報提供に関するマルチエージェントモデル”，名古屋大学大学院人間情報学研究所論文,2000.
- [4] Randall P.Sadowski,Deborah A Sadowski(監訳 高桑宗右エ門,W.David Kelton): “シミュレーション -ARENA 活用した総合的アプローチ- 第2版 Simulation with ARENA Second Edition”，コロナ社 2002.
- [5] 伊理正夫, 今野浩, 刀根薫：“確率モデルハンドブック”，朝倉書店 1997.