

# 経路選択ゲームにおけるハンチング抑制のためのシグナル設計

竹内 大輔<sup>†1</sup>, 守田 智<sup>†1</sup>

キーワード: 経路選択ゲーム, 交通情報, ハンチング

## 1. はじめに

シグナル(交通情報)の設計次第で,ハンチングと呼ばれる交通量の振動が起こる.本研究では,Iwaseら<sup>1)</sup>の先行研究のモデルを拡張し,エージェントの学習を取り入れた繰り返し経路選択ゲームにおいて,ハンチングを抑制するためのシグナル設計や条件を明らかにすることを目的とする.

## 2. モデル

10D2 経路ネットワークを考える.1日に10個のタイムステップがあり,それぞれで100体のエージェントが経路選択を行う.各エージェントは毎日一度,経路選択を行う.全体と経路1の交通量の差で経路2の交通量が求まるため,以下では経路1の交通量のみを考えていく.

交通管理者はエージェントへシグナルを送信する.シグナルは $p(s) = N(s; \mu_s^{n,t}, (\sigma_s)^2)$ に従う乱数で決める.  $\mu_s^{n,t}$ はn日目tタイムステップ目の経路1の結果交通量 $f_1^{n,t}$ を用いて

$$\mu_s^{n,t+1} = 0.9\mu_s^{n,t} + 0.1f_1^{n,t}$$

で更新していく.  $(\sigma_s)^2$ はシミュレーション条件とする.

n日目エージェントiの交通量の予想である事前信念は

$$p_{0i}^n(f) = N(f; \mu_{0i}^n, (\sigma_{0i}^n)^2)$$

で表されるとする.次に,交通管理者が送信するシグナルsの確率分布を以下の式で推測する.

$$\pi_i^n(s|f_1^{n,t}) = N(s; f_1^{n,t}, (\sigma_{si}^n)^2)$$

エージェントは交通管理者が将来の経路1の交通量である $f_1^{n,t}$ を確率分布の平均値としてしていると考える. $(\sigma_{si}^n)^2$ は

$$(\sigma_{si}^n)^2 = (\sigma_{0i}^n)^2 \times \alpha \left( \frac{M_i^n}{M_{max}} \right)$$

で求める. $(\sigma_{0i}^n)^2$ はn日目エージェントiの事前信念の分散, $\alpha$ は不信感の係数でシミュレーション条件とする. $M_i^n$ はn日目エージェントiのシグナルへの不信感, $M_{max}$ は不信感の最大値とする.次に,シグナル $s_i^n$ を受け取り,事後信念を形成する.n日目エージェントiの事後信念 $p_i^n(f|s_i^n)$ は

$$p_i^n(f|s_i^n) = \frac{\pi_i^n(s_i^n|f)p_{0i}^n(f)}{\int \pi_i^n(s_i^n|f)p_{0i}^n(f)df}$$

とする.事後信念を基に経路選択をした後,以下の式でパラメータを更新する.  $c_1(f)$ は経路1のコスト関数である.

$$\begin{aligned} \mu_{0i}^{n+1} &= (1 - 0.3)\mu_{0i}^n + 0.3f_1^{n,t} \\ (\sigma_{0i}^{n+1})^2 &= (1 - 0.3)(\sigma_{0i}^n)^2 + 0.3(f_1^{n,t} - \mu_{0i}^n)^2 \end{aligned}$$

$$M_i^{n+1} = \frac{n}{n+1}M_i^n + \frac{1}{n+1}|c_1(f_1^{n,t}) - c_1(s_i^n)|$$

更新式は内田ら<sup>2)</sup>と Zhu and Savla<sup>3)</sup>のモデルを参考にした.

## 3. 結果

結果を図1に示す.縦軸は不信感の係数,横軸はシグナル分散の代わりに標準偏差とした.297~300日目のデータを用いる.左上は経路1の交通量の標準偏差を示している.赤はハンチングしている条件で,青はハンチングが抑制されている条件である.右上はエージェントがシグナルに従った割合を示している.左下は,シグナルと結果交通量の差の平均を示している.ハンチングが抑制される条件では,シグナルに従い,シグナルと結果の誤差が小さいことが分かる.

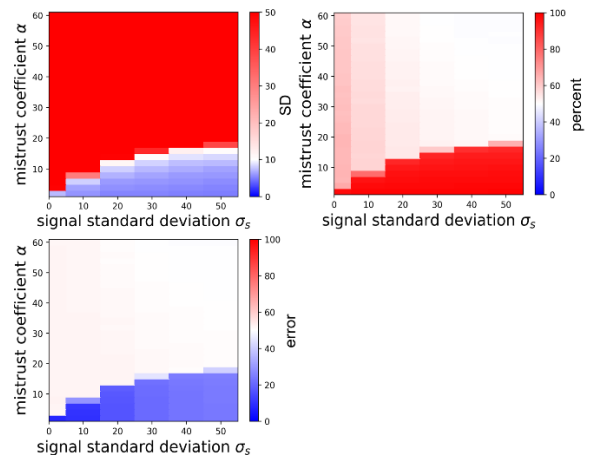


図1 シミュレーション結果

## 4. まとめ

シグナルの分散が大きく,不信感の係数が小さいほどハンチングを抑制しやすいことが分かった.

## 参考文献

- [1]Iwase, T., Tadokoro, Y. and Fukuda, D.: Self fulfilling signal of an endogenous state in network congestion games, *Networks and Spatial Economics*, Vol. 17, pp. 889-909, 2017
- [2]内田英明, 藤井秀樹, 吉村忍, 荒井幸代: 道路ネットワークの変化に対する経路選択の学習, 情報処理学会論文誌, Vol. 53, No. 11, pp. 2409-2418, 2012
- [3]Zhu, Y. and Savla, K.: On the stability of optimal bayesian persuasion under a mistrust dynamics in routing games, *2018 56th Annual Allerton Conference on Communication, Control, and Computing (Allerton)*, IEEE, pp. 92-99, 2018

<sup>†1</sup> 静岡大学 工学部 数理システム工学科