

相互通信可能な分子通信系シミュレーションによる濃度依存性の検証

Two-step reinforcement learning for model-free redesign of nonlinear optimal regulator

堀研究室 学籍番号：82411805 川口竜輝

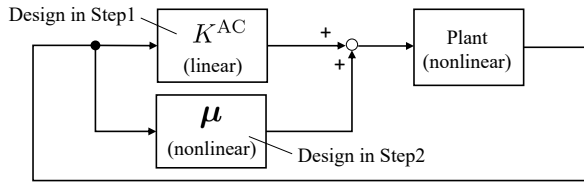


Fig. 1: Structure of the proposed method

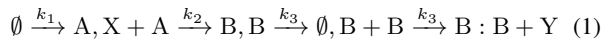
1. 研究背景・目的

自然界において、細胞はシグナル分子と呼ばれる伝達物質を別の細胞に送ることによって情報の伝達を行っている。このような細胞間の情報伝達を相互に行う系は分子通信系と呼ばれ、系は細胞内での化学反応と細胞間のシグナル分子の伝達によって構成されている。分子通信系では、系内部の細胞の濃度が系全体の状態に影響を与えることが知られているが、その量的な関係を調べた研究は少ない。

2. 相互通信可能な分子通信系

3. 数値例による検証

Fig. 1 にあるように、細胞が 2 つ存在する 1 次元の分子通信系を考える。ただし、系の拡散係数 $\mu = 3.0 \times 10^{-4}$ 、細胞間距離を L とする。ここで細胞 1 内部には分子 A, B, X が存在し、次の細胞内部の反応によってシグナル分子 Y を放出する。



細胞 2 内部には分子 Y が存在し、次の反応によってシグナル分子 X を放出する。



この時、時刻 $t = 0$ において細胞 1 から分子 Y が 100 個放出されたとき、細胞 1 における分子 B の時間発展を 1000 回シミュレーションし、その平均を $L = 0.1 \text{ mm}, 0.2 \text{ mm}, 0.3 \text{ mm}, 0.4 \text{ mm}, 0.5 \text{ mm}$ に対して計算した。それぞれの細胞間距離に対する分子 B の時間発展を Fig. 2 に示す。Fig. 2 より、細胞間距離が短いほど分子 B の過渡応答が急峻であり、距離依存性を持つことが確認できる。

4. 結論と今後の展望

本稿では、密度依存的な分子通信系のシミュレーション法構築に向けて、相互通信可能な 1 次元の分子通信系の数値シミュレーションを行った。具体的には、

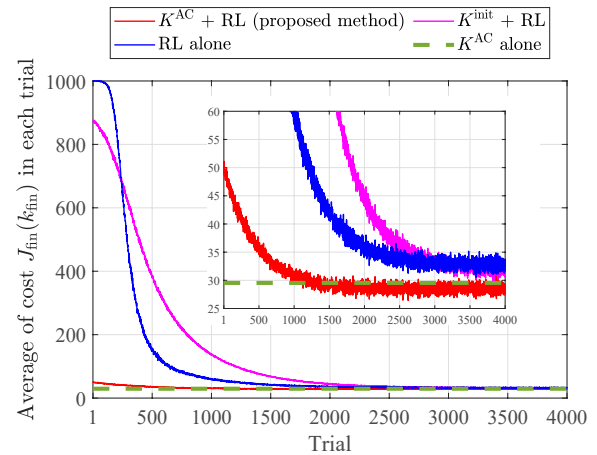


Fig. 2: Comparison of the time evolution of the average number of B between L

参考文献

- [1] R. S. Sutton *et al.*, 2nd ed. *MIT Press*, 2018.
- [2] B. Kiumarsi *et al.*, *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, vol. 29, no. 6, pp. 2042–2062, 2018.