

半導体レーザカオス波形を用いた事前知識なしにおける意思決定の調査 Investigation of decision making without prior knowledge using a chaotic semiconductor laser

埼玉大学¹, 情報通信研究機構²

○小田 章裕¹, 巳鼻 孝朋¹, 成瀬 誠², 内田 淳史¹

Saitama University.¹, NICT²

°Akihiro Oda¹, Takatomo Mihana¹, Makoto Naruse², and Atsushi Uchida¹

E-mails: a.oda.652@ms.saitama-u.ac.jp, auchida@mail.saitama-u.ac.jp

はじめに: 人工知能における強化学習の1つである意思決定は、近年様々な分野で研究されている。特に強化学習を用いた意思決定の1つの例として、当たり確率が異なる複数のスロットマシンにおいて最大の報酬を得るための選択を行う多本腕バンディット問題が挙げられる。この問題の応用例として、無線の周波数チャンネル割り当てや株取引などが挙げられる。

バンディット問題を解く一手法として綱引き理論が提唱されている[1]。さらに半導体レーザカオス波形にしきい値を設定し、しきい値を変化させることで、綱引き理論に基づく高速な意思決定方式が報告されている[2,3]。この方式では、2台のスロットマシンの当たり確率の合計が1という事前知識がある仮定で研究が行われてきた[2,3]。しかしながら、事前知識がない仮定での調査は未だ詳細に行われていない。

そこで本研究では、半導体レーザカオス波形を用いた意思決定において、事前知識なしの場合の特性を調査することを目的とする。特に、しきい値の分解能の変化における意思決定の性能調査を行う。

方法: 本研究では、半導体レーザカオスの時間波形を取得し、数値計算による実装を行う。半導体レーザカオス波形を用いた意思決定において、2台のスロットマシンを選択する際に、半導体レーザカオスの時間波形としきい値との比較を行う。しきい値よりも時間波形が大きい場合はスロットマシン1を選択し、小さい場合はスロットマシン2を選択する。ここでスロットマシン1を選んだ場合を考える。スロットマシン1を試行して当たりが出た場合は、スロットマシン1を選ぶ範囲が広がるようにしきい値を下へ移動させる。一方で、はずれが出た場合は、そのスロットマシンを選ぶ範囲が狭くなるように、しきい値を上へ移動させる。スロットマシン2を選んだ場合は、これと反対の操作を行う。

さらに事前知識なしの場合、スロットマシンの当たり確率を推定するために、過去の試行結果から各スロットマシンの推定当たり確率を算出する。ここでは各スロットマシンの当たり確率を0.6と0.4に設定し、以上の試行を5000回行い、さらに1000ループ繰り返した上で平均を求める。

また意思決定性能の評価方法として、当たり確率の高いスロットマシンを選んだ割合を示す平均正答率(Correct Decision Rate : CDR)と、全体の

試行において当たりの割合を示す平均当たり確率(Average Hit Rate : AHR)を用いる[2]。

結果: 本研究ではしきい値設定の分解能を変化させた時の意思決定の比較を行った。ここではレーザカオス波形の8ビットの振幅データに対して、 b ビット分解能のしきい値に設定することを考える。 b が小さいほど、しきい値は1回ごとに大きく変動する。一方で b が大きいほど、しきい値の変動幅は小さくなる。

異なる2つのしきい値分解能($b=2, 6$)に対する平均正答率の時間変化を比較した結果をFig. 1(a)に示す。 $b=2$ と $b=6$ を比較した場合、 $b=6$ の方が高い平均正答率が得られており、より正確な意思決定ができていることが分かる。

さらに、しきい値分解能の変化に対する平均当たり確率を比較した結果をFig. 1(b)に示す。 $b=6$ のとき最も平均当たり確率が高いことから最大の報酬が得られていることが分かる。このように事前知識なしの場合には、しきい値分解能 b を適切に設定することが重要となることが明らかとなった。

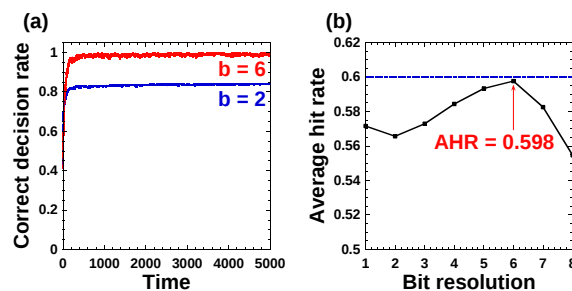


Fig. 1 (a) Temporal evolution of correct decision rate (CDR) for $b=2$ (blue) and $b=6$ (red). (b) Average hit rate (AHR) as a function of bit resolution b .

まとめ: 本研究では、半導体レーザカオス波形を用いた意思決定において、事前知識なしの場合の特性を調査した。しきい値分解能を変化させて平均正答率と平均当たり確率を算出することにより、最適なしきい値分解能が存在することが明らかとなった。

参考文献

- [1] S.-J. Kim, et al., New J. Phys., **17**, 083023, (2015).
- [2] M. Naruse, et. al., Scientific Reports, **7**, 8772 (2017).
- [3] T. Mihana, et al. Proc. NOLTA 2017, **1**, 275, (2017).