淡水産巻貝のための自動学習装置の作製

戸谷　勇輝[†]　　小田井　圭[††]　　伊藤　悦朗[†]　榊原　学[†††]
[†] 早大・教育・生物　　[††] 国士舘大・理工・理工　　[†††] 早大・ナノライフ

1. はじめに

淡水産巻貝のヨーロッパモノアラガイは、古典的条件づけにより連合学習を獲得する。本稿では、今までヒトの手により行われてきた訓練を自動化するとともに、画像認識技術を用いて学習スコアの自動判定も行った。これにより、容易に多数の個体を同一条件で訓練でき、客観的な評価が可能となった。

2. ヨーロッパモノアラガイ

ヨーロッパモノアラガイ（以下モノアラガイ、図 1 A）は学習能力を持つ淡水産の巻貝である[1]。雌雄同体、孵化前に変態が終了しているため飼育しやすく、3 – 4 ヶ月で成熟することから実験動物としての利便性が高い。中枢神経系（脳、図 1 B）の構造も比較的簡単であるため詳細な解析が可能である。

3. 味覚嫌悪学習

パブロフの犬で有名な古典的条件づけの一つに味覚嫌悪学習がある（図 1 C）。パブロフの犬では「ベルの音」を条件刺激として、無条件刺激の「肉のにおい」を組み合わせて、その時間関係を学習させたが、味覚嫌悪条件づけでは「ショ糖（砂糖水）」を条件刺激、「塩化カリウム（苦味物質）」を無条件刺激として組み合わせてそれらの時間関係を学習させる（図 1 D）[1]。

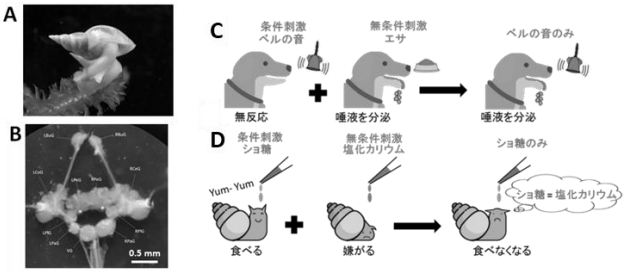


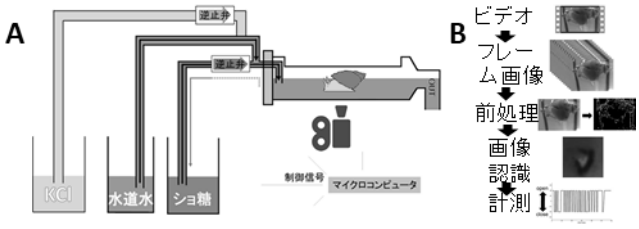
図 1. ヨーロッパモノアラガイと味覚嫌悪学習

4. 自動学習装置

ショ糖と塩化カリウムを組刺激として繰り返し提示することで、味覚嫌悪学習が成立する。味覚嫌悪学習を獲得した個体はショ糖により誘発される咀嚼行動が大幅に抑制され（砂糖水を嫌うようになり）、学習後 1 ヶ月以上その抑制が持続する。この学習過程を機械的に自動化し、並列的に 5 個体同時に条件づけが可能な装置を作製した（図 2 A）。100 mM のショ糖溶液と、200 mM の塩化カリウム溶液を対の組刺激として条件づけし、短期記憶と長期記憶の形成を観察した。この装置を利用することで、常に均一な条件下での実験が可能となった。

5. 学習スコアの自動評価

一分間のショ糖提示に対する咀嚼回数（砂糖水を食べる回数）を学習指標とした。学習を獲得した個体はショ糖を嫌うため咀嚼回数は減少する。この咀嚼回数を計測し、学習の程度を自動的に判定するプログラムを作成した（図 2 B）。5,000 枚のモノアラガイの口のビデオ画像から、Boosting algorithm の一つである Real AdaBoost [2] を用いてモノアラガイの口検出器を作成した。さらに、色情報などを判断材料に加味することで検出精度が向上した。検出した口の面積変化を測定することで口の開閉を検出し、一分間の咀嚼回数を算出した。このプログラムによる学習の判定はヒトが行うものと比較しても統計的に差異はなかった（図 3）。



A) 自動学習装置　B) 咀嚼回数の自動計測

図 2. 味覚嫌悪学習の自動化

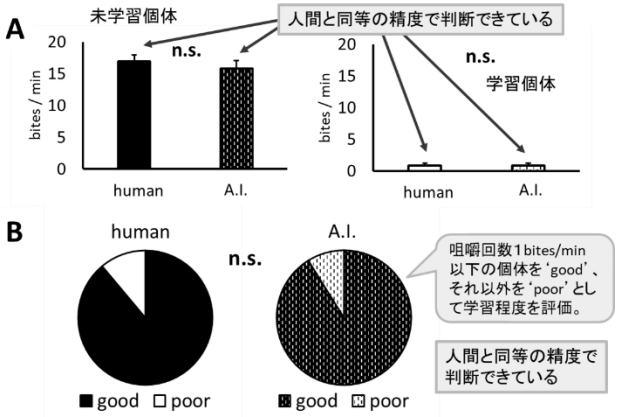


図 3. 自動学習評価の精度

6. まとめ

本装置により、容易に多数の個体を一定の条件で訓練・評価できるようになった。しかし、画像認識の精度（咀嚼回数正答率の向上）にはまだ課題を残しており、今後はこの点を改善する。

参考文献

[1] Sunada, H *et al.*, Front. Behav. Neurosci., 11:161, 2017
[2] Schapire, R., Singer, Y., Machine Learn., 37, 297-336, 1999

Copyright © 2018 IEICE