

平成 19 年 1 月 15 日

知識情報工学専攻	学籍番号	033714
申請者氏名	斎藤 麻由子	

指導教員氏名	村越 一支
--------	-------

論文要旨 (修士)

論文題目	情報処理粒度・速度の異なる二経路を用いた 情動学習を行なう神経回路モデル
------	---

ヒトを含めて動物は、生きていく上で情動を伴った経験や記憶を基に学習を行ない、行動を介して個体の生存率を高めている。古典的条件付けは、生物学的に有害か有益かを感知して適切に行動する情動反応機構の一つと考えられ、広汎に研究されている。古典的条件付けにおいて LeDoux(1992) は、生理実験や解剖実験から視床 - 扁桃体経路 (低位経路) と、視床 - 大脳皮質連合野 - 扁桃体経路 (高位経路) が重要であることを示唆している。低位経路は、処理速度が速く、処理粒度は粗いが素早く感覚器から入ってきた情報を扁桃体に伝え情動反応を起こす。また、高位経路は処理速度は遅いが、処理粒度は細かく大脳皮質で詳細に認識した情報を扁桃体に伝え情動反応を起こす。低位経路は処理粒度が粗いため正確に判断されずに情動反応を起こしてしまう場合もあるが、生物にとって迅速に危険の可能性を察知し、情動反応を起こす能力は生存において大切な手段である。

以上の二経路を用いた情動学習における神経回路モデルは提案されているが、処理速度は考慮しておらず、処理粒度の違いは表現できていない。そのため、二経路の特徴の違いの要因で起こる情動反応は表現できておらず、情動学習の過程を説明するには不十分である。情動反応には、瞬時に正確な情動判断をする場合と間違った情動判断をする場合があり、これらを表現することは、情動学習の過程を理解する上で重要である。

そこで本研究では、情動学習の過程の一部を明らかにするため、生理学・解剖学・心理学で得られた知見をもとに、情報処理粒度・速度の異なる二経路を用いた情動学習を行なう神経回路モデルを提案する。その提案モデルを用いて、情動反応を表現できるかどうかを確認するために計算機シミュレーションを行ない、検証する。生理実験により、二経路の扁桃体到達時間が観測されており、提案モデルでは処理速度を考慮するため時間に精緻なシミュレーションを行う必要がある。そこで、スパイクニューロンモデルには Hodgkin-Huxley のモデルを次元圧縮した Izhikevich(2003) のモデルを用いて検証する。スパイクニューロンモデルは、様々なタイプがあるのでモデルにそれぞれ組み合わせて適用する。学習則には、神経細胞の発火タイミングに依存する STDP 学習則を用いる。学習の際、前細胞のスパイクと後細胞のスパイクのペアの組み合わせにより、シナプス伝達効率変化に影響を与えるため、報告されている様々なスパイクペア決定則に対し検証した。

提案モデルで二経路の処理粒度を表現するため、簡易な情報しか扱えない低位経路は有害か有益かを表せる二つの細胞で構成し、詳細な情報を扱える高位経路は四つの細胞で構成した。また、処理速度を表現するため、観測データに沿った伝達遅延時間を設定をした。二経路の特徴を用いて情動反応が表現できているかを確認するためにシミュレーションを行なった結果、低位経路により瞬時に正確な情動判断をする場合は、情動反応は約 1800[ms] まで続いた。また、間違った情動判断をする場合は、情動反応は約 600[ms] まで続いた。このように、危険な可能性があれば情動反応を起こす生物の機構を表現することができた。提案モデルで、二経路がもつ特徴の要因から起こる情動反応を表現できることを示唆した。本研究では、古典的条件付けにおける情動学習過程の一部を説明することができた。