

「脳と情報処理」(続)

神経科学について

「脳科学」とほぼ同義語

実験的神経科学と理論的神経科学

実験的神経科学

神経生理学, 神経解剖学, 神経生化学, 神経学などの基礎医学や神経心理学, 臨床神経学などによるアプローチ

機能局在の研究

全体論と対立

研究方法

脳疾患の臨床観察

破壊実験

非観血的活動観察(PET, MRI, SQUIDなど)

→脳機能イメージング

精神物理学

研究方法

脳を情報処理機械とみなし, その機能を
ブラックボックス的に解析

不良設定問題

網膜でとらえた視覚信号に基づいて
視覚世界を推定する過程には,
計算不能な問題が含まれる
(色認知や立体視など)

情報表現の研究

反応選択性

視覚系の神経細胞は, ある特定の図形に
選択的に反応する特性をもつ

シナプス可塑性

学習により獲得, 神経細胞活動により
シナプス結合が変化

シナプス可塑性→反応選択性→認知

シナプスの可塑性

記憶・学習の本質: 脳の可塑性

シナプス結合の可塑性: 新しいシナプスの形成

シナプス伝達の可塑性: 伝達効率の増加(長期増強)と減少(長期抑制)

ヘブの学習則:

シナプス前細胞からシナプス後細胞へのシナプスが活性化され, 同時にシナプス後細胞が興奮したときのみ, このシナプスが増強される, つまり, 伝達効率(シナプス荷重)は増加する

ニューラルネットワークの学習

教師信号の有無で分類される

教師なし学習の例:

- ヘブ型学習アルゴリズム

- ヘブの学習則に基づく学習

教師あり学習の例:

- 誤差逆伝搬法(バックプロパゲーション)

- 学習アルゴリズム:

- 教師信号と実際の出力の誤差を用い,

- この誤差が0になるように結合荷重を学習する

ニューラルネットワークの研究

理論的神経科学の立場

生理学的・解剖学的に厳密な脳神経系のモデルを構築する

コネクショニズムの立場

厳密な脳神経系のモデルは求めず、心のモデルを構築する

実用化の立場

情報処理分野で応用できればよい

ニューロコンピュータの研究開発

脳神経系のモデルをヒントにした新しいコンピュータを開発する

理論的神経科学

神経回路や脳に関する理論やモデルに基づく研究

脳の計算理論(マー)

脳を理解するための3つのレベル

計算理論のレベル:

知的機能を脳が解いている計算問題としてとらえ,
それを明らかにする

表現とアルゴリズムのレベル:

その計算問題がどのような計算手続きで, またど
のような表現形式を用いて解かれているかを知る

ハードウェアのレベル:

そのアルゴリズムを実行する脳の演算装置の構造
を知る

3つのレベルを統一的行うこと, つまり, 脳の実験
的科学で明らかにされた脳のハードウェアの知識を
拘束条件とする理論的研究, 逆に計算論的予測に
立脚した脳の実験的研究が必要である

心の研究の流れ

ヒポクラテス(BC4世紀)

心の座は脳にある

デカルト(17世紀)

心身二元論:心と体のはたらきを完全に分離

心=自由意思, 理性, 創造性→科学の対象ではない

体=機械の原理, 刺激と反応→科学の対象となる

行動主義心理学(20世紀初頭～)

人間や動物の行動を調べるだけでよい

行動=外界の刺激に対する特定の反応

行動について科学的に研究するのに, 心の概念を用いる必要はない

実験室での「条件付け」を観測, 法則化する

ゲシュタルト心理学(20世紀初頭～)

高等動物の行動は刺激と反応では説明できない面が多い

思考作用を対象とする

行動＝外界の刺激に対する合理的な適応

内観(感じたことを言葉で表現させる)を基礎とする

認知心理学(1950年代～)

心を脳のソフトウェアと考え、情報処理的アプローチをとる

モデル化とシミュレーションによる分析