

神経回路網特論 脳とコンピュータ

伊達 章

2007年4月9日

<http://www.cs.miyazaki-u.ac.jp/~date>

1

講義のテーマ

- 人間を一つの機械とみたらどうなるか
- 機械は人間のすることをどの程度まねできるか.
 - ・ 実際の脳を解剖的, 生理的に研究
 - ・ 脳のモデルをつくることによる研究
- 「脳はどのような風に動いているのか」, 数理モデルを使ってその気分を味わう
- キーワード: 情報表現と計算

2



3

教科書・参考書



4

講義の予定: 脳神経回路の生理学的知見とその数理モデル

- 4/9 講義全体の概論: 脳とコンピュータ
- 4/16 脳内における視覚情報処理 (1)
- 5/7, 14 自己組織化神経回路モデル
- 5/21 脳内における視覚情報処理 (2)
- 5/28, 6/4 連想記憶モデルのダイナミックス
- 6/18, 25 自己組織化神経回路モデル
- 7/2, 9, 23 確率的モデルによる情報処理

5

講義の概要 (内容別)

- 研究紹介: 脳内における情報表現 (視覚情報処理)
- 研究紹介: 脳情報処理の数理モデル
- 目的論的な数理モデル
 - ・ 脳の情報処理とは一見, 無関係
 - ・ 隠れマルコフ確率場など
- 成績はレポート

6

講義のテーマ

- 人間を一つの機械とみたらどうなるか
- 機械は人間のすることをどの程度まねできるか。
 - ・ 実際の脳を解剖的、生理的に研究
 - ・ 脳のモデルをつくることによる研究
- 「脳はどのような風に動いているのか」、数理モデルを使ってその気分を味わう
- キーワード：情報表現と計算

7

脳とコンピュータ



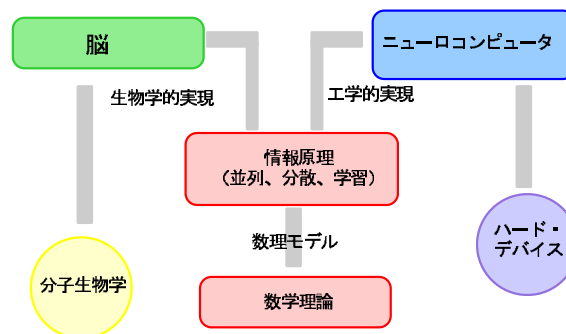
- コンピュータ：仕組みがよくわかっている
 - 脳：仕組みがよくわかっていない。例：記憶、思考、...
- 脳を動かしている原理を工学の力で実現できれば
もっとすばらしい情報処理機械が作れる

8

脳：分子機械 情報機械

分子機械	分子	$10^{-9}m$
	細胞	$10^{-5}m$
	回路モジュール	$10^{-3}m$
情報機械	システム	$10^{-2}m$
	個体	10^0m
人間社会	社会	$10 \sim 10^7m$

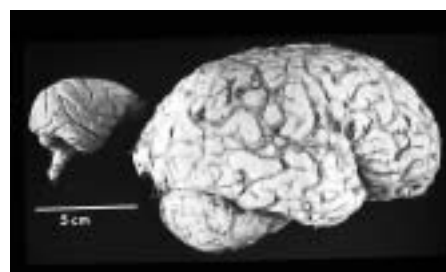
9



10

脳：解剖学的・生理学的な性質

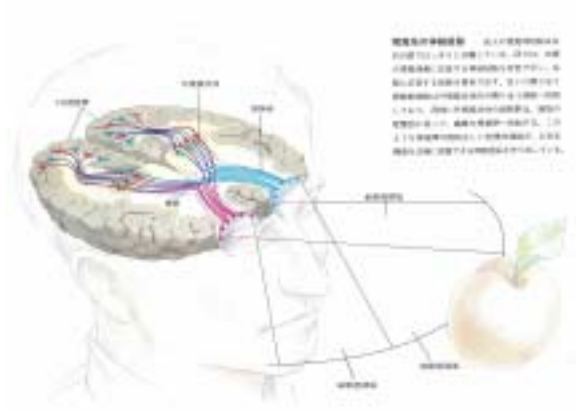
脳



しわくちゃ、厚さは2-3mm、広げると新聞紙1枚

11

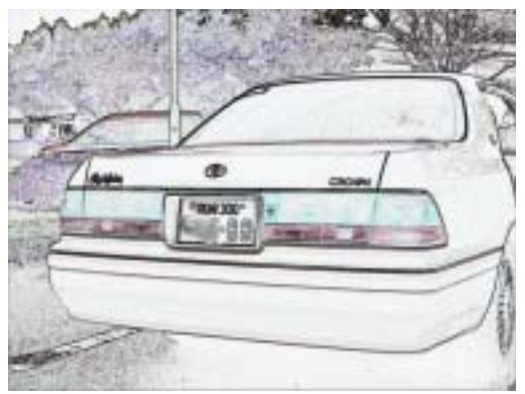
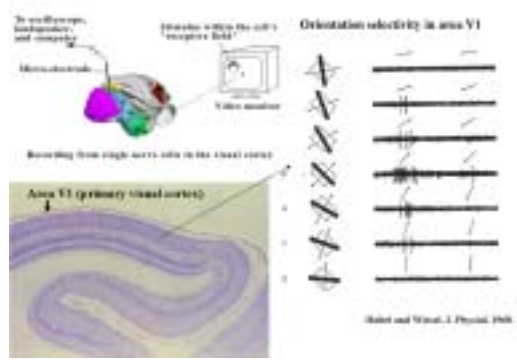
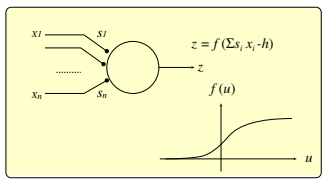
12



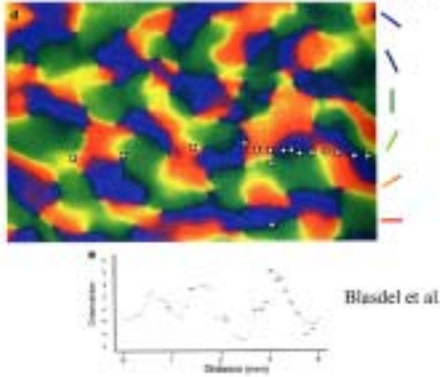
ニューロン, 神経細胞



ニューロンとそのモデル

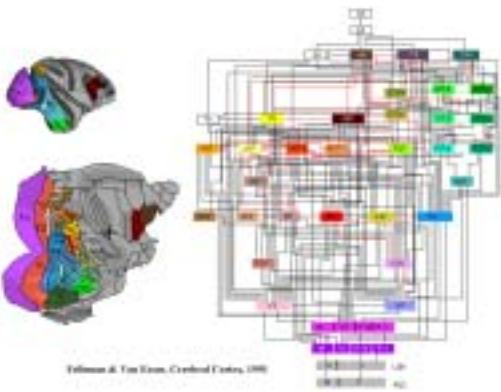
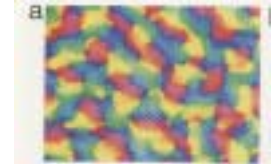


Orderly 2-D map of preferred orientations (optical imaging)



大脳皮質の機能地図（一次視覚野の情報表現）

- 受容野の位置（視野内のどの位置）
- 方向選択性（線分の方向）
- 眼優位性（左右どちらか）



コンピュータと脳の比較

	コンピュータ	脳
基本素子	半導体	ニューロン
素子数	$10^5 \sim 10^7$	$10^{10} \sim 10^{11}$
動作速度（秒）	10^{-9}	10^{-3}
信号	電気パルス	活動電位
記憶容量	10^{10}	$10^{13} \sim 10^{20}$
一素子あたりの発熱量 (erg)	4×10^{-6}	3×10^{-3}
故障率	5×10^{-22}	5×10^{-21}
情報表現	デジタル・集中	アナログ・分散
得意な情報処理	高速、正確な数値計算	パターン認識、総合的判断
処理形式	直列処理	並列処理
記憶方式	線形番地	連想・内容番地
製作様式	設計図+ソフト	遺伝子+自己組織
性能向上	ソフト	学習+機能代償
睡眠	不要	不可欠
耐ノイズ性	弱い	強い
耐故障率	弱い	強い
再現性	完全	不完全

人間の性質（高橋秀俊）

- 人間は気まぐれである
- 人間はなまけものである
- 人間は不注意である
- 人間は根気がない
- 人間は単調をきらう
- 人間はのろみである
- 人間は論理的思考力が弱い
- 人間は何をするかわからない

人間の思考

論理	⇔	直観
記号表現	⇔	分散表現
(言語・シンボル)		(ニューロンの興奮パターン)
逐次直列	⇔	並列相互作用
アルゴリズム	⇔	学習自己組織
?	⇔	意思・感情・意識
コンピュータ	⇔	ニューロコンピュータ
人工知能	⇔	脳のモデル
	融合	

コンピュータ

	簡単	むずかしい
人間	1+2のような計算 郵便番号認識	パターン識別 研究対象
人間	正確な記憶	芸術的な作曲、作文、絵 新しい数学の創造 新しい生物の創出

いわゆるニューラルネットの学習?

イチロー選手の技術
 カスパロフとディープブルー

人間の脳は素晴らしい