

生体情報システム

脳とコンピュータ

伊達 章

2007年4月13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

講義計画

- ニューロンとシナプス
- 視覚系の情報処理
- 記憶・学習とニューロコンピューティング
計算機演習：
1. 例題からの学習, 2. 自己組織化モデル, 3. 連想記憶モデル
- 聴覚系の情報処理と音声
計算機演習： 4. 音響情報処理
- 遺伝子と進化

5

成績の評価

- レポート (70%)
- 定期試験 (30%)

6

脳とコンピュータ

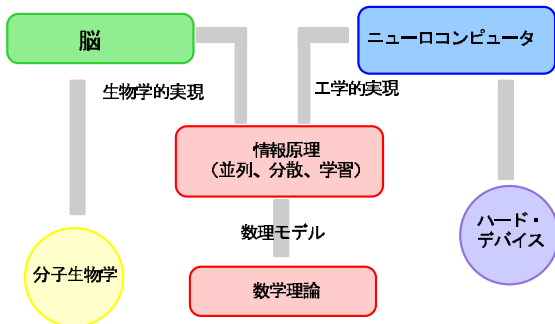


- ・コンピュータ：仕組みがよくわかっている
- ・脳：仕組みがよくわかっていない。例：記憶、思考、...

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

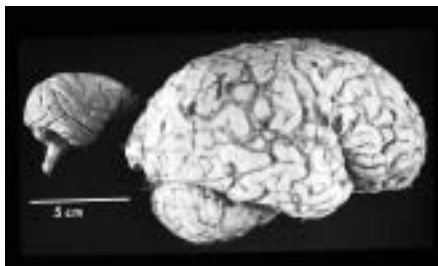
脳：分子機械 情報機械

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	$10 \sim 10^7m$

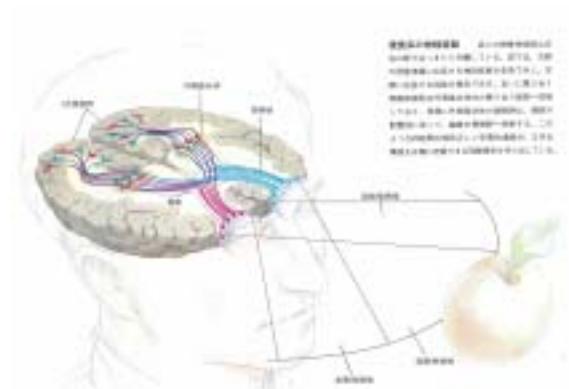


脳：生理学的な性質

脳



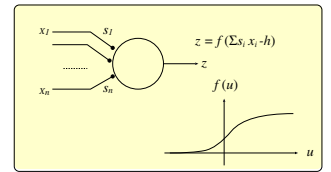
しわくちゃ、厚さは 2-3mm、広げると新聞紙1枚



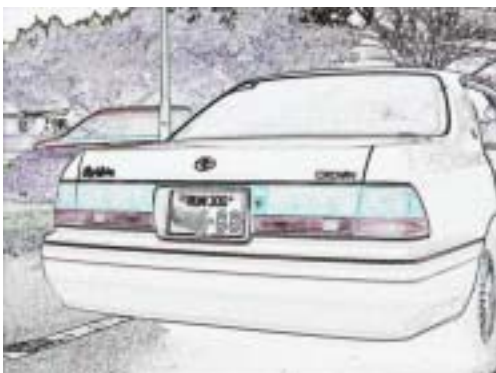
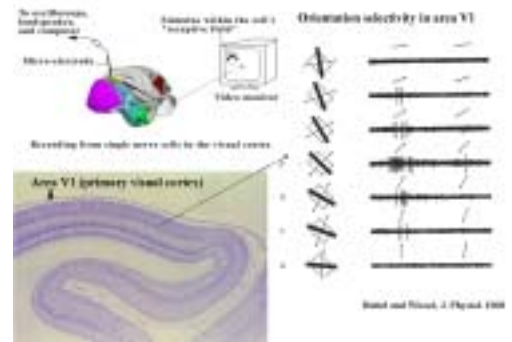
ニューロン, 神経細胞



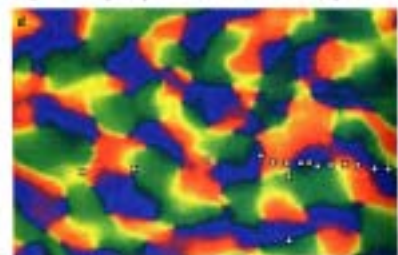
ニューロンとそのモデル



Blasdel et al. (1996)



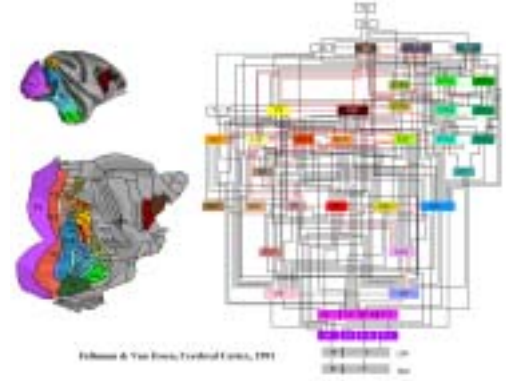
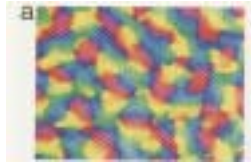
Orderly 2-D map of preferred orientations (optical imaging)



Blasdel et al.

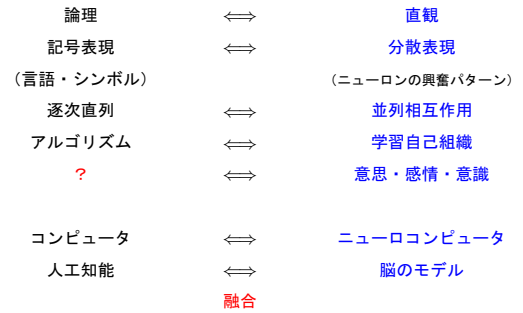
大脳皮質の機能地図（一次視覚野の情報表現）

- 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

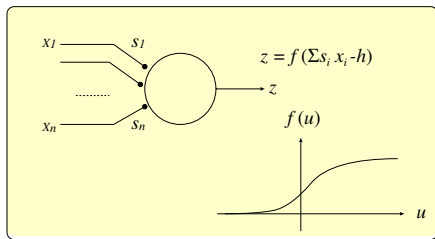
人間の思考



	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

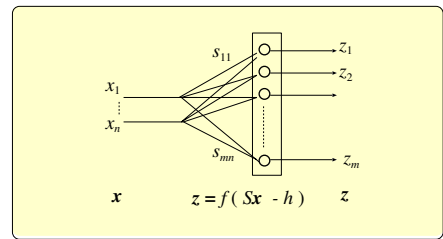
脳：神経回路モデル

ニューロンとそのモデル：非線型の多数決素子



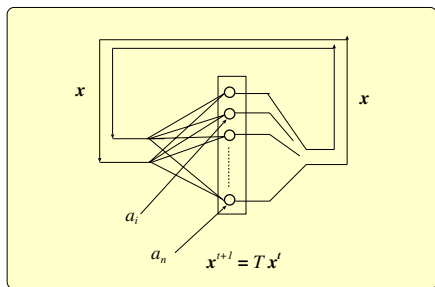
31

ニューロンとそのモデル，層状回路



32

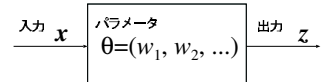
相互結合の神経回路モデル



33

二つのダイナミクス

神経回路モデルの見方



1. 速い：ニューロン活動 x のダイナミクス： $z = f(w \cdot x - h) \implies$ 思考
2. 遅い：結合係数 w のダイナミクス： $w := w + \Delta w \implies$ 記憶
3. 入出力の関係はパラメータ θ (結合係数) に依存

34

講義のテーマ

- 人間を一つの機械とみたらどうことになるか
 - ・ 脳は情報処理をする素晴らしい装置！
- 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、自己組織化、学習・記憶

35