



第 1 回 2012 年 10 月 12 日 (金) 14:50 ~ 16:30

Biological decision is fast and robust

Shun-ichi Amari / 甘利 俊一

Laboratory for Mathematical Neuroscience

RIKEN Brain Science Institute

理化学研究所 脳科学総合研究センター 脳数理研究チーム

Biological decision is carried into effect by dynamics of mutually interacting components, forming a network. The quickness of large network dynamics is quantified by the length of transient paths, but it is an analytically intractable measure. We study discrete-time dynamics of networks of binary elements, where basic functions are majority decision and Boolean logic. We also consider sparsely connected networks and densely connected networks. Many systems are represented by such networks, for example, neural networks, gene regulation and human communications. We address this dilemma with a unified framework termed state concentration, defined as the exponent of the average number of t -step ancestors in state transition graphs. The state transition graph is defined by nodes corresponding to network states and directed links corresponding to transitions. Using this exponent, we interrogate random Boolean and majority vote networks. We find that extremely sparse Boolean networks and majority vote networks with arbitrary density achieve quickness, owing in part to long-tailed indegree distributions. As a corollary, only dense majority vote networks can achieve both quickness and robustness.

Keywords: majority decision and Boolean decision, dynamics of decision, statistical neurodynamics, random network, power law



第1回 2012年10月12日（金）14:50～16:30

生命は素早くて頑健な決定をする

Shun-ichi Amari / 甘利 俊一

Laboratory for Mathematical Neuroscience

RIKEN Brain Science Institute

理化学研究所 脳科学総合研究センター 脳数理研究チーム

生命系では、多数の要素が協調して決定を下すが、それは迅速で頑健である。そのための基礎となるモデルとして、1) Boole 関数要素および2) 多数決要素からなる大規模ランダム結合回路を考える。回路として、3) 疎結合の場合と4) 密結合の場合を論ずる。この様なシステムとしては、神経回路網、遺伝子制御回路、ヒューマンコミュニケーション回路などが考えられる。

回路のダイナミクスを状態遷移図で表し、アトラクターに至る過渡状態の数を測ればよいが、それは解析的に困難である。ここでは、状態が遷移によって集積していく状態集中指数を定義し、これが上記の四つの要因によってどのように変わるかを調べる。この結果、迅速性と頑健性を共に備えた回路は密結合の多数決決定回路であることを明らかにする。状態遷移図は、いわゆる指数切断を持つスケールフリー型の入力枝の分布（パワー則）を持つことは興味深い。ここでは、統計神経力学の手法を用いてこれを明らかにする。

キーワード：多数決決定と Boole 決定、決定のダイナミクス、ランダム回路、統計神経力学、パワー則