

振動子の同期を最適化する複雑ネットワークの重み構造

田中琢真

606-8501 京都市左京区吉田近衛町 京都大学医学研究科高次脳形態学教室

ttakuma@mbs.med.kyoto-u.ac.jp

Weighted complex network optimized for synchronization

Tanaka, Takuma

Dept. of Morphological Brain Science, Kyoto Univ., Kyoto 606-8501, Japan

Abstract: The phase order parameter of oscillators on a network is optimized. This optimization reveals that a stronger weight tends to be assigned to a connection between two oscillators with largely different natural frequencies. Phase transition is observed in all-to-all, lattice, and scale-free networks.

Keywords: Complex Network; Phase Oscillator; Synchronization

背景 近年、ネットワーク構造に対する関心が高まっている。発電所と送電線のネットワーク、コンピュータの通信ネットワークなど、近年技術の進歩とともに急激に拡大した目に見えるネットワークはもとより、論文の共著関係、俳優の共演関係など人間関係のネットワークや、動物の捕食・被捕食関係のネットワーク、細胞内のタンパク質の相互作用のネットワークなど、目に見えない関係性のネットワークについても精力的にデータベース化がなされ、研究が進められている。これらの研究によって、現実世界の複雑ネットワークの多くはスケールフリー性やスモールワールド性などの共通の構造的な特徴を持っていることが明らかになってきた。しかし現実のネットワークにはスケールフリー性やスモールワールド性などトポロジカルな構造だけではなく、結合の強度・重みがある。例えば発電所と送電線のネットワークなら、送電線はどれも単なる結合ではなくて、それぞれ異なった電力供給量（重み）があり、これによって電力供給元と供給先とは結びつけられ、作用し合っている。さらに、この重みはネットワーク全体の構造が変化していくときその決定要因である。それぞれの人間関係の深さを社会ネットワークの結合の重みであると考えれば、どの結合にどの程度の重みがあるかによって社会全体が今後どのように変化していくかが規定されることになる。

結果 本発表ではネットワーク上の重みとダイナミクスについて、結合振動子を用いた研究を報告する。ネットワーク上に振動子を配置し、振動子の同期性が最大になるように結合を徐々に調整してゆく。最終的な重みの配分がネットワークのトポロジーにどのように依存するかを調べた。特に、振動子の振動数と結合の重みがともに変化する場場合どのような配置が最適であるかを数値計算によって求めると、

1. 振動数が高いものと低いもの間に強い結合が生ずる
2. 振動数についてのペナルティ関数を制御することですべての振動子が同一振動数に落ち込む状態と二つの振動数に分離する場合が切り替わる
3. 強い結合のみを選び出してネットワークを作ると、上の切り替わり点ではネットワークの構造が大きく変化する

などの事実が明らかになった。