

大規模統計モデリングと計算統計 III

講演者：Thong Pham (大阪大学)

複雑ネットワークにおける成長機構の統計的推測

1999年10月に Barabási らは、一見関係がないように見える電力供給ネットワーク、昆虫の神経ネットワーク、俳優の共演関係を表すネットワークと WWW に共通するスケールフリーという性質を発見した (Emergence of Scaling in Random Networks, *Science*, 被引用回数 2 万 5 千回)。スケールフリー性とは、ハブと呼ばれる次数の高いノードが存在する性質をいう。極めて多様な分野に渡るネットワークの共通点であるこのスケールフリー性は、**優先的選択**と**適応度**という驚くほどに単純な成長メカニズムで説明できる。Barabási らの発見以来、複雑ネットワークの解析が人間社会、自然界そして科学技術等、様々な場面で必要とされている。優先的選択と適応度のメカニズムは複雑ネットワークの性質を理解するのに重要である上、リンク予測や論文引用ネットワークにおける重要な論文の発見等の実用的な問題の解決にも貢献できる。本講演は、優先的選択と適応度の成長メカニズムの推定方法とそれを用いた実データ解析の結果を紹介する。

ネットワークの成長過程で、新しいリンクがあるノード v_i に接続する確率 P_i は、そのノードが既に持っているリンクの数 k の優先的選択関数 A_k とそのノードの適応度 η_i に比例する:

$$P_i \propto A_k \eta_i.$$

A_k がリンクの数 k である場合を考えると、多くのリンクを持っているノードの方が、少数のリンクしか持っていないノードより新しいリンクを獲得する確率が高いことを意味する。一方、適応度 η_i は、獲得したリンクの数等に依存せず、最初からノードごとに決まる。 A_k と η_i は、それぞれ経験(experience)による魅力と才能(talent)による魅力として解釈できる。

本講演の提案手法は、優先的選択関数 A_k と適応度 η_i の同時推定ができ、大規模なネットワークにも対応できる。同時推定的手法以外に、ネットワークの成長過程における経験(experience)と才能(talent)の貢献度を定量的に評価するスコアも提案する。最後に複数のドメインにおける実ネットワークで提案手法と提案スコアの有効性を検討する (下図参照)。

