

# 学習機能に基く自動最適化能力を備えた P2P ネットワーク

## P2P System with Adaptive Optimization by Automatic Learning

平岡和幸 (理工学研究科・助教)

Kazuyuku Hiraoka

本研究では、P2P システムをターゲットとして学習手法の開発と解析を行った。研究の第一の方向は、P2P システムにおける学習機能の活用である。また、第二の方向は、P2P システムにおいても必要となる多目的学習の基礎的な研究である。

今後の計算機ネットワーク技術の基盤として、全体を統括する中央サーバを必要とせず大規模なネットワークを構築できる P2P システムが期待を集めている。P2P システムの特徴は、中央管理を廃し自律動作するノード間でインタラクションを行う点にある。この特徴が各種の利点を産むと同時に、性能改善の難しさにもつながっている。個々のノードの動作規則を変更したときにネットワーク全体へどのような影響がもたらされるか、直接は把握しづらいためである。

そもそも、

- 数千～数万以上のノードからなる複雑性
- 各ノードの様態が統一されていない不均一性
- 個々のノードに信頼性がなく離脱と参加が時々刻々生じる時変性

をあわせ持つシステムを人手で事前に最適化することは不可能に近い。この難点を克服するには、P2P システムに自動学習の能力を持たせることが有効と考えられる。

既存の学習手法の大半は P2P システムにはそのまま適用できない。各ノードはネットワーク全体を見渡すことができないため、近傍の情報に基づいた学習の実現が望まれる。そこで、P2P システムの特性に合う局所学習法の研究を第一の方向とした。

それと並行し、第二の方向として、学習手法の基礎的な研究も行った。P2P システムの学習は根本的には多目的強化学習の一種ととらえられ、多目的強化学習の研究自体が現状では不足しているからである。実装系の研究における工夫は散見されるが、理論的裏付けを伴う研究は少ない。その場しのぎでない、多目的強化学習の深い理解が、将来の学習型 P2P の向上につながると考えている。

### 第一の方向に関して

P2P ネットワークにおけるコンテンツ複製配置に関して、学習型 P2P システムのシミュレータを実装し、その効果を実験的に検証した。開発した学習型 P2P システムは、根元の方式自体にも従来と異なる点があり、それをさらに学習機能で自動調整するという形になっている。そこでまずは、方式自体の効果と学習の効果とを分離して検証するために、学習機能の一部をオフにして比較実験を行った。その結果、学習を用いた場合にのみ生じ

る興味深い現象がいくつか発見された。学習を用いると、総じてある意味での役割分担が自発的に起きる傾向が見られた。このような現象が発生するメカニズムや、それがP2Pの性能向上とどう結びつくかの解明が今後の課題である。

## 第二の方向に関して

P2Pシステムの学習は根本的には多目的強化学習の一種ととらえられる。実際、P2Pシステムに望まれる特性には、高い検索成功率、少ないパケット数、低いノード負荷など両立しない要求が含まれているので、多目的問題ととらえることが自然である。また、人間が直感的に把握できる規模の課題ではないので、人間から模範例を与えられなくても自力で試行錯誤し学習できることが望ましい。これは強化学習の枠組である。そこで多目的強化学習についての基礎的な研究を行った。考案した荷重報酬モデルに対する一括強化学習手法に関して基礎的な動作確認実験をまず行い、懸念された問題点（凸包の頂点数の増大）が、単純な近似法だけでもひとまずは緩和されることを見出した。この近似法は目標値の下限を与えるものであるので、それと対になる上限を与える方法もさらに考案した。両者をあわせることで目標値を区間推定し区間幅をゼロへ収束させることができるかの検証が今後の課題である。

## 発表論文

平岡和幸, 三島健稔: “荷重報酬モデルで表されるタスク族に対する一括強化学習法”, 日本神経回路学会誌, Vol. 13, No. 4, pp. 137–145, 2006.