

論文の内容の要旨

論文題目 ニューラルネット技術の応用による
通信網設計の研究

氏名 河東 晴子

情報通信の世界は激動の時代に突入している。長い間続いた電話中心の時代を脱し、データ、画像の通信が日常的に行われるようになった。近年ではインターネットの急速な発展にともない、データ通信の通信量が音声通信を上回る兆しも見えてきている。また、携帯電話の急速な普及により、移動体通信の通信量も急速に増加している。これまでは、大学や企業が中心であったデータ通信が一般ユーザに浸透しつつあり、情報通信システムは社会的なインフラとしての役割も担うようになってきた。品質を保証してマルチメディア通信を行う手段として、ATM が実用化している。これまでは品質の考慮は二の次とされてきたインターネット網でも、社会的なインフラの基盤としての使用に耐えるように、品質の考慮が求められている。通信トラヒック設計の技術者には、予想が困難な通信需要に対して、要求に応じた品質を保証した通信設備やコネクションをを供給するという使命が課せられている。

このような背景のもとにおいて、本論文は、ATM / IP 等機器設計の現場で簡便にバッファ量やセル廃棄率の概算値を得られる手法の提示、およびリンクコストを

付加して高速で最適経路設計を行う方式の提案とその応用法を示すことを目的とするものである。本論文では、トラヒックおよび経路設計の手法について、ATM/IP のパケットレベルから始めて、ネットワーク内の経路設計に至るまで、下位層から上位層に向けて、順次範囲を広げて検討を行う。下位層では、機器設計時の代表的なパラメータを簡便に概算する手法を提示し、上位層では、動的に経路設計を行うための高速経路設計手法を提案する。

本論文では、まず、パケットレベルから呼レベルの検討を行う。パケット型トラヒックの理論的検討として、待ち行列モデルによる ATM 速度変換バッファ容量の検討、シミュレーションを簡単にする 2 状態マルコフ型トラヒックモデルである Lumped Model の提案、Large Deviation 理論を適用した ATM セル廃棄率の推定と仮想帯域の算出式の適用可能性の検討を行う。

次に、ATM / IP 網内にコネクションを設定する際の、最適経路設計の方法を提案する。提案方式は、ニューラルネットを用いている。まず、リンクコストが 1 の場合の最小ホップ経路設計方式を提案し、次にこれをリンクコストが整数値の場合に拡張した最小コスト経路設計方式を提案する。

この方式では、まずノードおよびノード間を接続するリンクから構成されるネットワークにおいて、各ノードにニューロンを配置し、ニューロン間のシナプス荷重をリンクコストに等しく設定する。初期状態では、ネットワーク内の全ニューロンを不活性とする。次に、宛先ノードに対応するニューロンに刺激を与える。その刺激はシナプス結合を通じて伝搬し、ニューロンを一個ずつ活性化していく。各結合において、シナプスによって伝搬は遅延を受け、その遅延量はシナプス荷重に比例する。全ネットワークに刺激が伝搬したとき、ネットワーク中のすべてのニューロンが活性化されている。伝搬されてくる刺激の中で、一番最初に到着したものがニューロンを活性化する。この際の結合および隣接ニューロンを記憶したものが、最適経路の集合となる。

この方式は、ニューラルネットの 2 値性により、ハードウェア論理回路で容易に実現できるという特長を有し、これにより、従来の多項式時間のアルゴリズムに比べて 4 桁から 6 桁の高速化が可能となるという特長がある。しかしその反面、ハードウェア規模の制限により、経路設計対象のネットワーク規模およびリンクのコストの段階数をあまり大きくできないという欠点があるが、本論文では、提案方式を

LSI化した場合の回路規模の検討結果を将来の予測とともに示す。上記の欠点により、現在は提案方式が適用できる通信ネットワークは小規模でリンクコストの段階数が小さいものに限られるが、LSI技術の発達により、大規模でリンクコストの段階数の大きい通信ネットワークにも適用が可能となることがわかる。

さらに、提案した高速経路設計方式を適用して、インターネットにおける品質を考慮したルーチング方式を提案する。提案するルーチング方式は、現存のルーチングプロトコル OSPF (Open Shortest Path First) を拡張して、品質を考慮できるようにしたものである。品質を考慮するルーチング方式として、同様に OSPF を拡張した QOSPF (Quality of Service Extended OSPF) があるが、これに対する提案ルーチング方式の優位性も評価する。

本論文ではまた、提案した高速経路設計方式のワイヤレスインターネットへの適用についての検討も行う。現代では、あらゆるものを IP 網で接続してしまおうという IP over everything の構想が現実味をおびてきているが、この場合、ノード数は膨大なものとなる上、実際に必要度の高いノードのみを接続するように動的な経路設計が必要となる。ワイヤレスメディアによるセンサネットワークのように高密度にノードを配置する場合は、パソコンやワークステーションでの計算を前提としている従来の経路設計法では、高速化・小型化・低価格化の全ての面で対応がきわめて困難となる。しかし高速経路設計機能をワンチップ化できる提案方式は、有力なツールとなりうることも示す。