

清水研究室

清水 光, 渡辺 栄治

はじめに

清水研究室は、昭和 61 年 4 月に情報処理工学科が新設されるとともにスタートした。昭和 52 年に本学の電子・電気工学科に赴任して数年後、当時土木工学科におられた近藤勝直助教授（現在、流通経済大学教授）から交通問題に関する共同研究のお話をいただいた。当時、交通工学については全くの素人であったため私なりの興味や考え方で研究に参加させていただくことで了解を得た。最初、交通量の変動特性の解析やダイナミックシステム表現、推定などについて研究を進めていった。今から考えると最も難しい問題から入っていったようにも思えるが、その後の研究の展開より、交通渋滞のメカニズムや制御システムの定式化は交通量の変動特性の把握なくしては難しかったのではないかと考えている。また、研究を進める上で、科学警察研究所や建設省中国地方建設局福山工事事務所、広島県警察本部、本研究室の卒業生や修了生など、多くの関係者の御協力を得ることができた。ここに改めて深謝の意を表します。

研究の概要

本研究室では、交通ネットワークの渋滞制御や階層型ニューラルネットワークの学習などについて研究している。主な研究テーマは、(1) 交通ネットワークの信号制御、(2) 交通ネットワークの動的経路誘導、(3) 交通制御システムの動的交通情報の算定、(4) 交通調査、(5) 階層型ニューラルネットワークの学習、である。

<交通ネットワークの信号制御>

交通制御は道路表示や交通標識、信号機を組合せて行なわれる。信号制御は交通ネットワークの渋滞制御に有効な方法であり、分散制御、パターン選択法などのオンライン信号制御法が提案されてきた。ラッシュ時には各信号交差点で流入交通量が急激に増加するため、サイクル長、青信号スプリットおよびオフセットの 3 つの信号制御パラメータを統一的、かつ、逐次的に制御することが望ましい。

現在、一方向の交通ネットワークの渋滞長に対する信号制御パラメータのフィードバック制御を提案している。渋滞長の信号制御システムは交通ネットワークにおいて離散形時変線形ダイナミックシステムで表される。幹線道路に対する 2 つの信号制御アルゴリズム、すなわち、“優先制御アルゴリズム”と“バランス制御アルゴリズム”、そして、交通ネットワークに対する“ネットワーク制御アルゴリズム”を提案している。また、シミュレーションにより 3 つの信号制御アルゴリズムの妥当性について考察している。今後、二方向の交通ネットワークの渋滞長制御について研究を進めていく予定である。

<交通ネットワークの動的経路誘導>

近年、都市部を中心に増加の一途をたどる交通渋滞は早急に解決されるべき社会問題の一つである。交通ネットワークの渋滞と旅行時間を減少させる目的で、動的経路誘導システムと信号制御システムから構成される交通制御システムが提案されている。

現在、2 つの動的経路探索アルゴリズムとドライバーの出発地から目的地までの平均旅行時間を算定するアルゴリズムを提案している。また、提案したアルゴリズムのシミュレーションを図 1 の福山市内交通ネットワークにおいて実行し、その妥当性について考察している。今後、平均旅行時間のシミュレーション値と測定値を比較し、提案したアルゴリズムの妥当性や有効性について考察していく予定である。

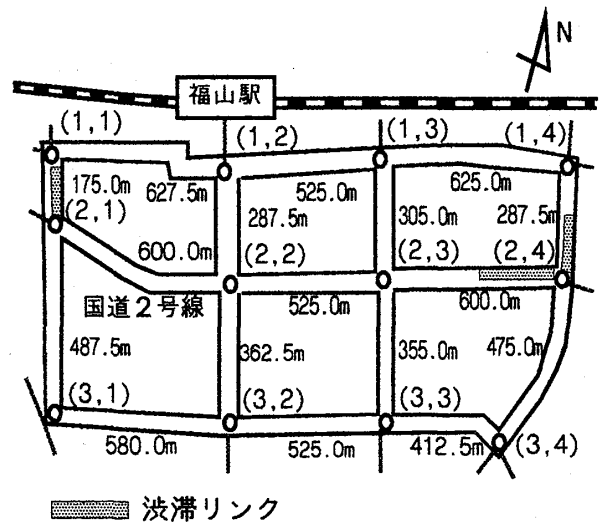


図 1: 福山市内交通ネットワーク

<交通制御システムの動的交通情報の算定>

近年、渋滞は、都市地域を中心に自動車登録台数の増加とともに増えている。現在まで、信号制御法と動的経路誘導法が交通ネットワークの渋滞制御を目的に研究されてきた。

現在、交通ネットワークの渋滞長の総和を最小にする信号制御システムと、ドライバーに出発地から目的地までの最短平均旅行時間とその経路を出力する動的経路誘導システムより構成される交通制御システムを提案している。そして、交通制御システムに関する動的交通情報（交通容量や待ち車列長、信号制御パラメータ、旅行時間）の算定法について提案している。また、12 の信号交差点より構成される交通ネットワークにおいて提案した算定法を用いて動的交通情報を算定し、その結果について考察している。

<階層型ニューラルネットワークの学習>

本テーマは、脳の工学的モデルの一つである階層型ニューラルネットワークの学習に関するものであり、(1)

学習時間の低減化、(2) 構造化、(3) 内部表現と汎化能力の関係、(4) 汎化能力の改善、(5) 隣接分野との関連、などの観点から研究を進めている¹。

階層型ニューラルネットワークの学習時間低減化 [小田、平山、1993]

荷重係数の初期値や、学習係数、中間層ユニット数等の影響により、階層型ニューラルネットワークの学習速度の低下を招く場合があり、誤差逆伝搬学習法の基本的課題となっている。本研究では、パターン分類問題を対象とした誤差関数を導入し、各学習パターンや各出力ユニットに対する学習速度を均等化するように、収束条件を段階的に修正する段階的収束条件修正法を提案している。さらに、誤差逆伝搬量が一定値以下になる場合、荷重係数の修正処理を省略する効率的学習法を提案し、数値計算により学習法の有効性を確認している。

階層型ニューラルネットワークの構造化 [花崎,1993]

忘却付き学習法は、学習法としての簡易さや階層型ニューラルネットワークの構造化能力の高さから学習後の内部表現の解釈やモジュール構造型階層型ニューラルネットワークの学習にも適用されている。

本研究では、忘却付き学習法における荷重係数の修正量と忘却量の関係について検討し、両者のバランスを良好に保つような選択的忘却付き学習法を提案している。
内部表現と汎化能力の関係 [加村、坂田、1991]、[山本、石田、1993]、[中津、本荘、三好、1995]

階層型ニューラルネットワークが有する学習能力、並列処理能力、および汎化能力などを利用し、各種分野への応用が図られている。特に、汎化能力は工学的応用に際して重要な能力であり、適切な汎化能力を獲得するネットワーク構造や学習法に関する研究が急務な課題となっている。

本研究では、まずパターン分類問題に対して階層型ニューラルネットワークの内部表現と汎化能力の関係について検討している。つぎに、階層型ニューラルネットワークの内部表現として2種類の指標を導入し、内部表現と汎化能力間の関係について検討している。

更に、関数近似問題を対象とした階層型ニューラルネットワークの内部表現の一解析手法を提案している。関数近似問題に対する階層型 NN の汎化能力の劣化原因である“過剰学習”問題を“過剰自由度”および“荷重係数の非一意性”の2種類の問題に分割し、内部表現(荷重係数値や中間層ユニット出力値)の観点からこれら問題について検討している。

汎化能力改善学習法 [天堵、野田、原、1994]

本研究では、汎化能力を改善するための学習法について検討しており、中間層ユニット出力変化を評価するための項を付加した制約付き学習法を提案している。さら

に、付加評価項に対する重みを適応的に修正する手法を提案している。

つぎに、観測雑音を含む関数近似問題を対象として階層型ニューラルネットワークの汎化能力劣化原因に対する検討を行い、雑音存在下における汎化能力改善学習法を提案している。特に過剰学習を回避するための学習法を提案している。

隣接分野との関連 [岡光、河村、北村、西山、1996]

信号処理の各分野において、対象システムの正確な数学モデルを構築することは重要な問題である。実環境においてはパラメータが時間にもない変動するようなシステムを考慮する必要があり、時変 AR 係数を精度良く推定することはデジタル信号処理の分野において極めて重要な課題であると考えられる。

本研究では、線形 Yule-Walker 方程式の一つの拡張として非線形 Yule-Walker 方程式を導入した時変 AR モデルパラメータの一推定法を提案している。ここでは、自己相関関数間の非線形関係(非線形 Yule-Walker 方程式)を学習する階層型ニューラルネットワークを導入することにより雑音分散の推定を行っている。

更に、ニューラルネットワークと従来の統計的モデルとの関連性について検討している。両者の関係を明確にすることは、ニューラルネットワークのみならず統計的モデリング手法に対しても新たな改良手法を見いだす上で重要な研究であると考えられる。本研究では、各種ニューラルネットワークを回帰分析と関連づけて、その性質を明らかにするなど数理統計の観点から各種モデルについて整理している。

ロボット関係

理論的背景が脆弱なために再現性に欠けるロボットではあったが、締切間近になると突然動き始める、ある意味で知的な一面を持ち合わせていたように思える。テーマ名、卒業研究生の氏名、および卒業年度のみを以下に列挙する。

視覚情報を用いたロボットマニピュレータの学習制御:

[猪原、田所、牟礼、1990]、[和村,1991]

ロボットマニピュレータによる積み木の並び替え: [縄巻、村上、田ノ上、1991]

2台のロボットマニピュレータによる協調作業: [金崎、小田、矢形、1992]

似顔絵ロボット: [1993]

水酌みロボット: [川崎、清水、1994]

おわりに

清水研究室では、今後、交通制御のオンラインシステムやニューラルネットワークの知能化についても研究を進めて、社会に何らかの貢献をしたいと願っている。今後共、皆様の御指導、御鞭撻をよろしくお願い申し上げます。

¹これらの研究成果は、卒業研究を通して得られたものであり、各テーマ毎に卒業生の氏名および卒業年度を付記する。