

ニューラルネットワークによる時間地図作成に関する研究

東京大学 正員 清水 英範
岐阜大学 学生員 ○鈴木 崇児

1. 研究の背景

新幹線や高速道路によって交通条件の飛躍的に進展した日本に対して人々が抱く「日本は狭くなった」というイメージに対し直接訴える地図を、客観的な方法によって、共通のメディアとしての紙面や計算機のディスプレイ上に時間地図として描けないだろうか。

本研究で意図する時間地図の作成が行えれば、地域の交通条件は、実地図から時間地図への歪みとして、交通条件の変化は、時間地図間におけるさらなる歪みとして客観的かつ鮮明に描き出すことができる。これにより、地域の交通条件、交通施設整備の効果、交通渋滞の時間的推移などを視覚的かつ、より印象的にプレゼンテーションできるのでないだろうか。

2. ニューラルネットワークによる時間地図作成

(1) 手法の目的と概要

時空間に対して我々が得ることのできる具体的なデータは、有限個の地点と、各地点間の時間距離のみである。そこで、従来の時間地図作成に関する研究の多くは、多次元尺度構成法 (Multi-dimensional Scaling: MDS) を手法の基礎としている。MDSは、いくつかの点について、点間の距離指標と空間の次元数が与えられたときに、これらを最もよく再現するように点の配置を決定する方法である。¹⁾ 我々の過去の研究を含めそれらの研究では、まずMDSを用いて、地点間の時間距離が既知であるいくつかの地点を2次元空間に配置し、実空間の空間的な歪みを表現するように地図要素を内挿するスタイルをとっている。^{2) 3) 4)} この内挿に対して提案されている様々な方法は、どれも、誤差が余りにも大きかったり、試行錯誤的な計算を必要としたりといった操作性上の問題を抱えている。

そこで、本研究では階層型ニューラルネットワーク (以下NN) を用いて、任意の地図要素を実地図から時間地図へ内挿する写像を実現し、従来手法よりも、より簡単に、精度の高い時間地図を作成できる手法を構築することを目的とする。

写像の推定は、バックプロパゲーション法とよばれるNNの学習によって行う。その規範となる学習データには、地点間の時間距離が既知である地点のMDS

による配置を用いる。NNは、MDSによる配置をもとに実空間から時空間への写像の特徴を学習し、実座標 (x, y) が与えられている任意の地図要素を時空間 (u, v) に変換する写像関数を実現する。

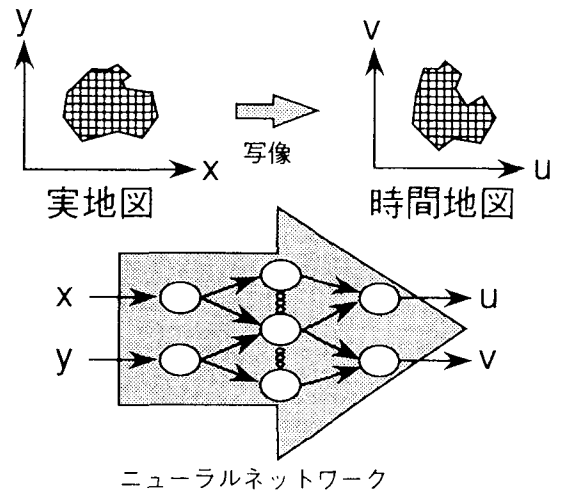


図1 NNによる時間地図作成手法の概念図

NNを時間地図作成手法に用いる利点を以下に示す。

- ①自己組織化能力によって写像を推定できるため、試行錯誤的に写像関数を選択する必要がなく操作性に優れる。
- ②様々な研究分野への適用において非常に高い精度で写像を実現できることが確認されている。
- ③近年の研究において任意の写像を近似できることが証明されており、⁵⁾ 様々な従来の時間地図作成手法を包括する手法として期待できる。

(2) 岐阜市道路時間地図の作成

時間地図作成の対象となる岐阜市 (図2) は、自動車保有率が全国でも上位にランクされており、道路交通に偏重した交通環境におかれている。また、人口の郊外化や、北部の住宅地・南部の業務地展開が進行し、郊外から都心への通勤トリップ、特に南北方向の道路渋滞が激化する傾向にある。

道路整備の問題点としては、環状線が現在整備中であり、通過交通を都市部から排除するには至っていない

いこと、また、ラッシュ時の北東から南西へ市を貫く長良川に架かっている橋梁の混雑が慢性化していること、都市部での路上駐車の問題等が挙げられる。

実走調査によって、図2に示す34カ所の主要交差点間の道路所要時間を午前8時付近と午後2時付近に計測し、各時間帯における道路時間地図を作成した。写像の元となる地図は図2とし、時間地図に表現する地図要素は、市境界線、主要道路、主要交差点とする。写像関数であるNNは、3層で中間層が2個の物を用いた。時間地図の作成結果を図3に示す。時間距離の再現精度は、相関係数にして午前8時で0.945、午後2時で0.937であった。

実地図（図2）と時間地図の比較に関しては、岐阜市全体に占める環状線内の面積が、時間地図の方が非常に大きくなっているのが印象的であり、郊外部と比較して都市部の移動に長い時間を要することが分かる。また、環状線の形状の変化から、南北方向の移動が東西方向の移動よりも時間がかかることが分かる。

時間帯の異なる時間地図の比較では、午後2時に比べて午後8時の時間地図は、都心部へ向かう長良川以北のリンクが長くなっており、このことから、橋梁でのボトルネックによる長良川以北での道路渋滞の様子が読み取れる。対象的に環状線内部、特に長良川以南の面積はあまり変化していない。このことから、長良川以南、つまり都市部の道路所要時間に関しては、郊外程は大きく変化していないことが分かる。この原因としては、交通量が減っても路上駐車増加により、道路容量が減少し、所要時間にそれほど差が出なかったことが考えられる。

3. 結論

NNによる時間地図作成手法は、我々が過去に提案した手法と比較して、試行錯誤的な部分をかなり軽減し、操作性に優れた方法であると共に、さらに時間空間の詳細な特徴を描き出すだけの表現力を持った手法であり、より魅力的な時間地図の作成が可能である。

参考文献

- 1) 林知己夫編：多次元尺度解析法、サイエンス社、1989
- 2) Ewing, G.: Multidimensional Scaling and Time-space Maps, Canadian Geographer, Vol. 18, No. 2, pp. 161-167, 1974
- 3) Marchand, B.: Deformation of A Transportation Surface, Annals of the Association of American Geographers, Vol. 63 pp. 507-521, 1973
- 4) 清水英範：時間地図の作成手法と応用可能性、土木計画学研究・論文集、No. 10, pp. 15-29, 1992
- 5) 船橋賢一：3層ニューラルネットワークによる恒等写像の近似的実現についての理論的考察、電子情報通信学会論文誌 A Vol. J73-A No. 1 pp. 139-145 1990年1月

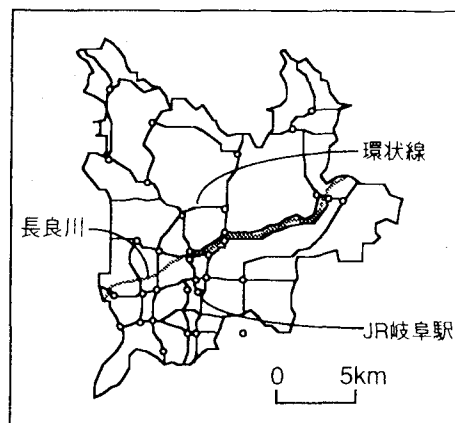


図2 岐阜市の実地図

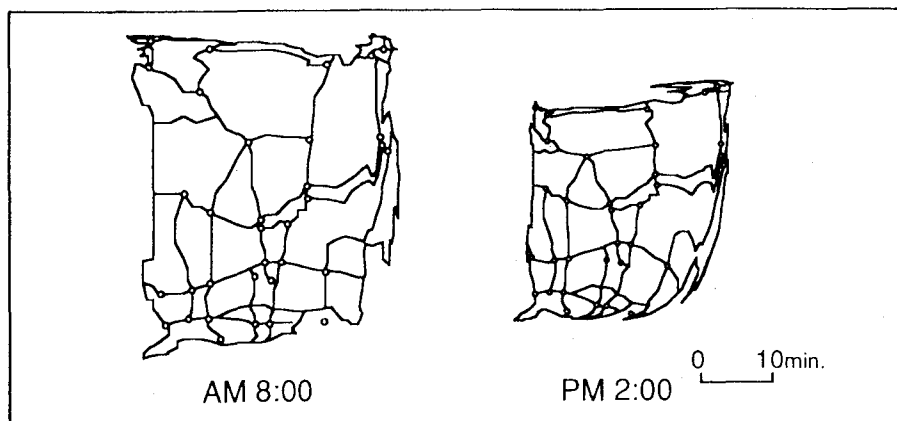


図3 岐阜市の道路時間地図