

ニューラルネットワークモデルを用いた都市間高速道路の交通事故の影響評価

岐阜大学工学部 学生員 ○鷲見 剛
 岐阜大学工学部 正会員 小川 圭一
 岐阜大学工学部 正会員 秋山 孝正

1. はじめに

都市間高速道路における交通事故は、人命や車両、道路構造物の破損などの直接的影響のみならず、大規模な事故渋滞をしばしば発生させ、数多くのドライバーの交通に影響を及ぼしている。このような交通事故の発生状況と社会的な影響との関係は複雑な非線形関係となっている。

そこで本研究では、事故渋滞による社会的な影響を評価するために、交通事故の発生場所や発生時刻から渋滞量や損失時間を予測するための、ニューラルネットワーク（NN）モデルの構築を行う。

2. 交通流シミュレーションモデルの概要¹⁾

本研究では、東名高速道路上り線の静岡 IC-菊川 IC 間（40Km）を対象とする。対象区間を 1 km ごとに区切り、各区間に交通密度-平均速度の関係を与え、その関係に従って走行速度を算出し区間ごとに交通流を進行させるシミュレーションモデルを用いて、損失時間を算出する。

シミュレーションモデルでは、飽和密度・自由速度・車線数の値の低下により事故を表現している。事故発生時に入力可能なパラメータとして、事故発生位置・事故発生時刻・事故処理時間・車線状況の 4 項目を挙げている。事故発生時の所要時間と平常時の所要時間の差を損失時間としている。

3. NNモデルによる損失時間の推計

交通事故の発生状況と渋滞量、損失時間との関係は単純ではない。そのため、非線形の関係を表現できる NN モデルを用いて交通事故の発生状況から渋滞量、損失時間を推計する。

3.1. NNモデルの構造

本研究におけるニューラルネットワークモデルは図 1 のように入力層 4、中間層 3、出力層 2 の階層型 NN モデルである。入力変数として、事故発生位

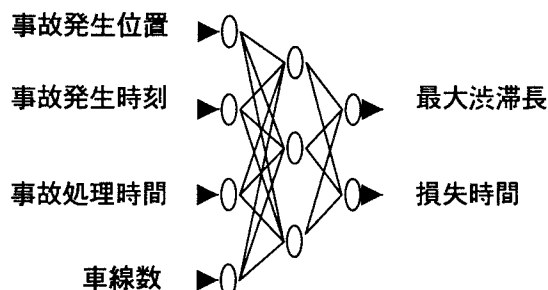


図 1. 本研究における NN モデルの構造

置、事故発生時刻、事故処理時間、車線数の 4 項目を設定し、出力変数として、最大渋滞長、損失時間の 2 項目を設定する。

3.2. NNモデルの概要²⁾

NN モデルでは、入力値 x_i と荷重 w_i によって入力の重み付き総和 X が得られる。各ユニットからの出力は、この重み付き総和にしきい値関数 $f(X)$ を施して得られる。このしきい値関数は、一般にシグモイド関数が用いられ、これにより非線形の関係を表すことができる。

$$f(X) = \frac{1}{1 + \exp(-X)} \quad \text{ここで, } X = \sum_i w_i x_i$$

NN モデルの学習にはバックプロパゲーション（BP）法を用いることとする。BP 法では、教師データの入力パターンから出力層に向かって計算し出力パターンを求める。教師データとの誤差を最小化するために、出力層から入力層へ結合荷重を更新（学習）する。結合荷重の収束計算には、モーメント法を用いることとする。

3.3. 教師データの作成

NN モデルでは、観測された入力値とそれに対応した出力値（教師データ）を与え、結合荷重を決定させる。NN モデルへの入出力データは、図 2 のようにそのネットワークが扱える範囲にあらかじめ調整しておく必要がある。これを正規化と呼ぶ。入力値は、

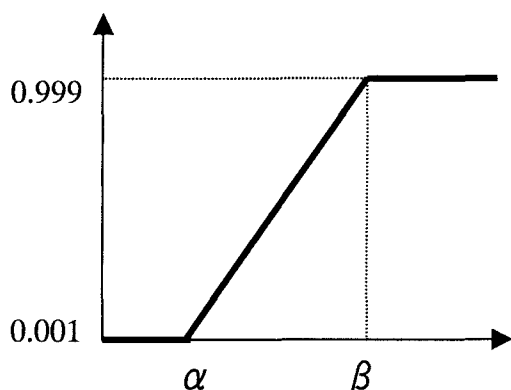


図2. 教師データの正規化

結合重みの初期値が十分小さい場合は原理的にはどのような値でも受け付けるが、学習速度や学習パラメータのことを考えると、0～1に調整しておいた方がよい。そこで、事故発生位置、事故発生時刻、事故処理時間、車線数、最大渋滞長、損失時間を正規化して教師データセットを60パターン作成する。教師データに用いるデータは、交通流シミュレーションモデルのデータである。

3.4. 交通事故発生状況による損失の比較

3.2 で作成した教師データをNNモデルに入力し、各ニューロン間の結合荷重を推計する。パラメータの推計については、学習回数を2000回に設定して出力値の算出に用いる。それによって求められた結合荷重をNNモデルのネットワーク上に固定する。

入力値として、4箇所の事故発生位置、5時点の事故発生時刻の20パターンを用いた。ここでは事故処理時間を60分、車線数を1車線とした。出力値は、正規化された最大渋滞長と損失時間である。そのため、正規化して手順と逆の手順で実際の渋滞長と損失時間に戻す。

教師データであるシミュレーションモデルの推計値とNNモデルの推計値を比較すると、NNモデルで推計した損失時間と交通事故発生状況はほとんど線形になってしまっている。そこで、今後はより多くの教師データパターンを作成し、非線形関係が表せるようにする必要がある。また、モデル構造を再考する必要がある。

4. おわりに

本研究では、交通事故発生状況と損失時間との関係をNNモデルで表現した。

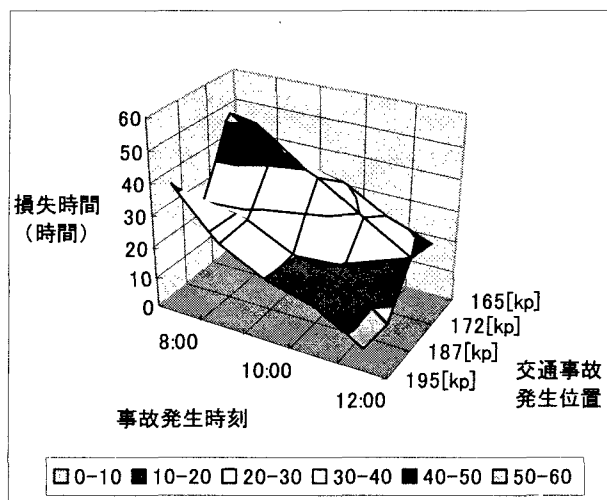


図3. シミュレーションモデルによる推計値

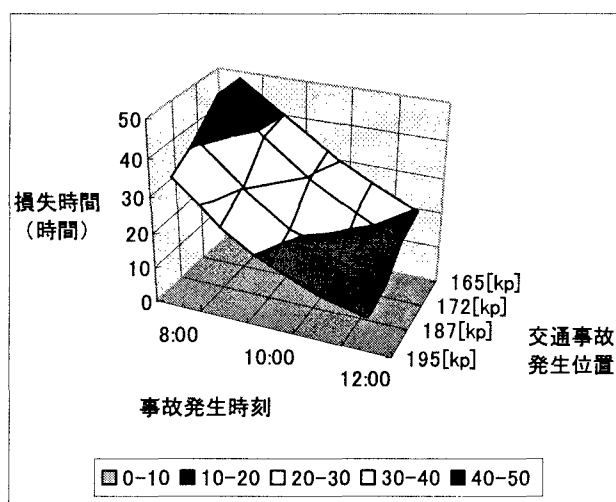


図4. NNモデルによる推計値

今後の課題としては、今回はシミュレーションモデルの推計値を教師データとして用いたが、実際の交通事故発生時のデータを用いて推計する必要がある。また、実際のデータを分析することにより、入力変数に事故発生時の交通量を追加したり、事故処理時間を出力変数として求めることも可能になる。これにより、交通事故発生時に入力できる情報から影響を推計することが可能になると考えられる。

【参考文献】

- 1) 小川圭一, 秋山孝正: 渋滞シミュレーションを用いた都市間高速道路の交通事故の影響分析, 土木計画学研究・講演集, Vol24, CD-ROM, No334, 2001.11
- 2) 白井支朗, 岩田彰, 久間和生, 浅川和雄: 基礎と実践 ニューラルネットワーク, pp.21-55