

関西大学大学院 理工学研究科 学生員 ○常 荃 奎
 関西大学 環境都市工学部 正会員 井ノ口 弘昭
 関西大学 環境都市工学部 正会員 秋山 孝正

1. はじめに

都市高速道路は都市圏の骨格的な高速道路網であり、都市交通需要処理の中心的役割を担っている。このとき都市高速道路の対距離料金設定は、道路交通需要に応じた公正妥当な利用料金の点から重要な課題である。このとき道路交通運用を意図した多様な料金設定の検討には、効率的な道路交通流解析と各種評価指標の算定が不可欠である。そこで本研究では、料金設定と道路交通状態をパターン認識の形式で把握し、学習モデルとして構成する。具体的には、深層学習を用いた料金設定評価のプロセスから、最適料金設定への適用をも試みる。

2. 対距離料金設定

本研究では、最適料金設定の導出するため、多様な対距離料金設定の検討を行う必要がある。すなわち、道路交通流解析と各種評価指標を算定するため、多大な計算労力が必要となっている。そこで、従来の交通量配分で解析方法が深層学習を利用した近似モデルに代替する。具体的な算定手順を図1に示している。最適課金の基礎的な分析のため、図2に示すような仮想ネットワークを用いる。道路網の構成要素として、セントロイドが緑色の丸、都市高速道路が青い線、一般道路が黒い線に対応している。本例の都市高速道路では、都心部に環状線があり、都心部と郊外部は放射線で接続されている。

つぎに、対距離料金の設定について述べる、図3に示すように、対距離料金を4種類の設定値（料率、ターミナルチャージ・上限料金・下限料金）で表現する。具体的に入力データは、起終点表（OD表）と料金設定値である。ここで学習データに関して、OD交通量の多様性を確保するため、OD表を都心部・周辺部・郊外部に分割し、それぞれ0.8~1.2の基本交通量に対

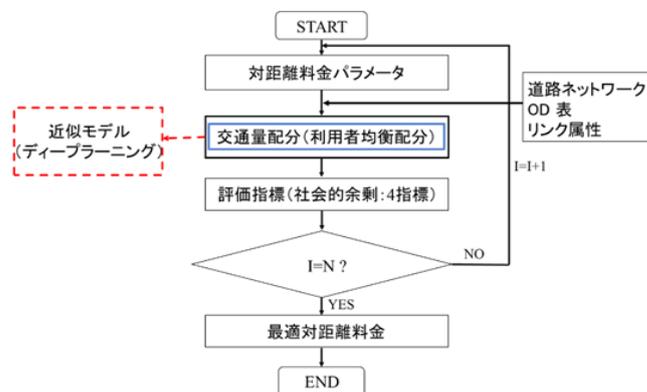


図1 最適対距離料金の設定手順

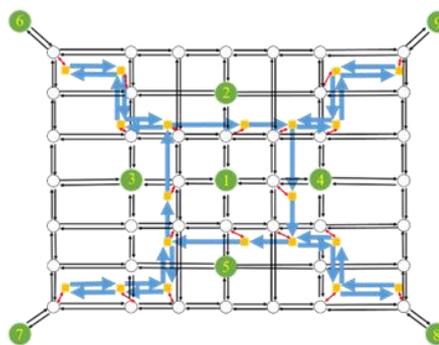


図2 道路ネットワーク

する割合を乱数により設定する。

ここでは、学習用データとして10000サンプル（交通量配分による推計結果）を用いる。また、検証用データとして、同様に1000サンプルを設定した。まず、学習用データを用いてCNNの誤差伝搬法に基づいて結合荷重を算定した。ここでは500回の収束計算を行い、100回目以降は大きな変化がなかった。

これより、「料金設定値に対応する都市道路網の経済便益に関する指標」の推計モデルが構成された。

3. 深層学習による利用者均衡分析の評価

図4は、CNNモデルで推測値と一般の交通量配分で行った算定値の関係を示している。都市道路網全体の総走行時間を指標にする場合は、図の示すように、

誤差値が広域的に分布されている。したがって、CNNモデルで算定した推測値は図の示す通りに、一般的交通量配分の算定結果と近似になることが見られている。

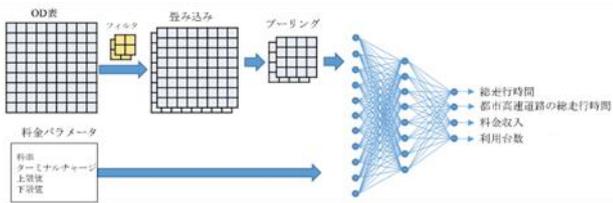


図3 最適料金設定問題のCNNモデル構造

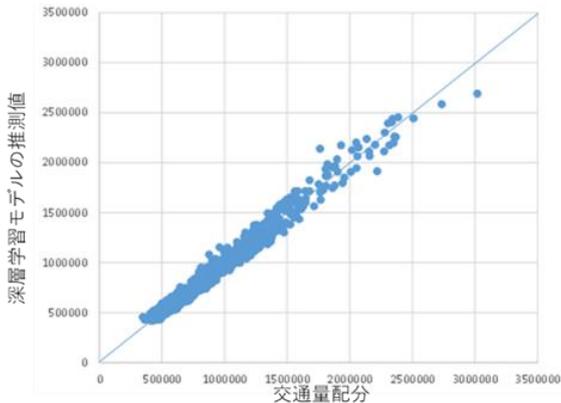


図4 交通量配分値とCNNモデル推測値の関係図

表1に、10000サンプルをCNNモデルに学習させて、経済評価指標の算定結果を示している。図5は、提案された最適料金設定と現行料金設定の形式を表している。つぎに、検証用データを用いて作成したCNNモデルの適用可能性を検討する。最後に、交通量配分と深層学習モデルの比較算定結果を表2にまとめている。深層学習を用いた推測値と交通量配分で算定した結果が近似しており、現行料金設定値の場合に対して、都市道路網全体約4.2万台・時の総走行時間が短縮された。

4. おわりに

都市道路網の道路交通量推計においては、設定ごとに交通量配分の最適化問題を求めるため、畳み込みニューラルネットワークモデル(CNN)を提案した。

本研究の主要な成果は以下のように整理できる。

- 1) 最適料金設定問題を検討するため、畳み込みニューラルネットワークモデル(CNN)構造を示した。CNNモデルを用いて、都市道路網全体の総走行時間を算定した。さらに、CNNモデルが算定した推測値と交通量配分での算定結果を比較し、推測値の精度を示した。
- 2) CNNモデルの精度を検討するため、検証データを用いて、検証算定を行った。
- 3) 最適料金設定を導出して、道路交通状態の各評価指標の算定ができた。さらに、交通量配分と近似モデル(CNN)の算定結果を比較的に検討した。

表1 CNNモデルの推計精度

経済評価指標	相関係数	RMSE
総走行時間(都市道路網全体)	0.989	61,281台・時
総走行時間(都市高速道路)	0.978	33,248台・時
料金収入	0.993	14,984,680円
都市高速道路利用台数	0.992	23,973台

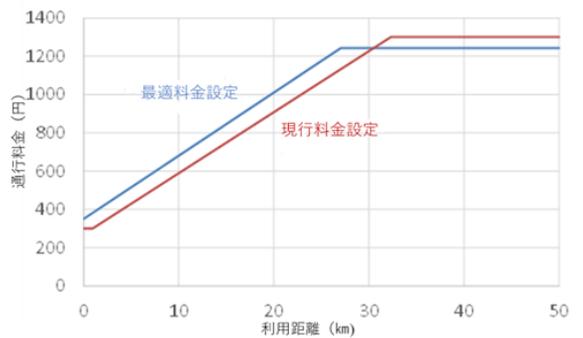


図5 最適料金設定と現行料金設定

参考文献

- 1) 秋山孝正, 井ノ口弘昭, 奥嶋政嗣: 交通調整を意図した都市高速道路の対距離料金設定に関する検討, 交通学研究, No.57, pp.97-104, 2014.
- 2) T. Akiyama, H. Inokuchi: Long Term Estimation of Traffic Demand on Urban Expressway by Neural Networks, 7th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems, No.385, 2014.

表2 比較算定結果

経済評価指標	交通量配分	深層学習モデル	交通量配分
	(現行料金設定)	(最適料金設定)	(最適料金設定)
総走行時間(都市道路網全体)(台・時)	1,737,324	1,694,956	1,675,382
総走行時間(都市高速道路)(台・時)	580,736	566,457	568,530
料金収入(円)	695,066,081	743,070,384	757,281,250
都市高速道路利用台数(台)	1,159,774	1,094,792	1,105,358