O-031

深層学習を用いた公共交通機関の遅延予測
Delay Prediction of Public Transportation via Deep Learning

稲毛 惇人 †　**篠田 拓樹** ‡　**宮島 亜希子** §　**大枝 真一** ‡
Atsuto Inage　Hiroki Shinoda　Akiko Miyajima　Shinichi Oeda

1. はじめに

千葉県は東京湾と太平洋に挟まれ，また平均標高が 45 メートルと全国で一番低い地域 [1] であるため，風の影響を受ける．特に木更津高専（木更津工業高等専門学校）の所在地である木更津市は東京湾に面しており，千葉市を中心とした東京湾内湾は強風が吹き付ける [2]．この強風や雨は鉄道や高速道路を含む公共交通機関の運行に支障を来すことが多いことが知られている．そのため，通勤や通学で公共交通機関を利用する地域住民にとって，天候の予測だけでなく，気象条件が公共交通機関に与える影響を知ることが必要となっている．

また，木更津高専では学生の安全を第一に考え，学校側が登校を危険と判断した際には，休校等に関する電子連絡メールを朝 7 時頃に保護者や学生に一斉送信する．しかしながら，朝 5 時頃の始発列車を利用して登校する学生にとっては，朝 7 時の連絡メールではすでに自宅を出た後に受け取ることになってしまう．これでは，登校中の危険を回避することができない．

そこで本研究では，過去の風速情報を持つ風の客観解析値 [3] データ，XRAIN（高性能レーダ雨量計ネットワーク）[4] データと鉄道の遅延や運行停止を用いて，どのような気象条件が鉄道（JR 東日本内房線，京葉線）へ影響を与えるのか深層学習から遅延予測システムを構築する．

2.XRAIN

XRAIN は eXtended RAdar Information Network（高性能レーダ雨量計ネットワーク）の略である．また，国土交通省ではゲリラ豪雨などによる深刻な水害の早期警戒に役立てるために，平成 22 年より XRAIN によるレーダ雨量情報を提供している．従来の XRAIN は X バンド MP(マルチパラメータ) レーダ雨量計のみで構成されていたが，現在は X バンド MP レーダ雨量計と C バンド MP レーダ雨量計を組み合わけることにより，高精度・高分解能（250m メッシュ）・高頻度（配信間隔 1 分）のリアルタイムに近いレーダ雨量情報の配信を実現している [5]．先行研究 [6] では，XRAIN を利用して降雨量推定や降雨量予測を行っているが，直接的な減災には利用していない．

†木更津工業高等専門学校 制御・情報システム工学専攻, Advanced Course of Control and Information Engineering, National Institute of Technology, Kisarazu College
‡木更津工業高等専門学校 情報工学科, Information and Computer Engineering, National Institute of Technology, Kisarazu College
§防災科学技術研究所 気象災害軽減イノベーションセンター, Innovation Center for Meteorological Disaster Mitigation, National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

3. 深層学習

3.1.Deep Neural Network

Deep Neural Network(DNN) とは，機械学習の手法の一つであり，人間の脳の神経回路ネットワークをモデルとした Neural Network(NN) を，個々のニューロンの演算を繰り返すように巨大化し発展させたものである．例として画像認識における現在の DNN を図 1 に示す．

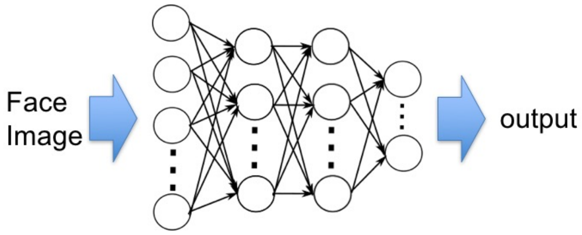

図 1　画像認識における Deep Neural Network

DNN の中でも Recurrent Neural Network(RNN) は，音声や言語，動画像といった系列データを扱う．NN のネットワークを非常に深く設計することで，従来よりも遥かに高い画像認識性能などを持つ．今回は，DNN を用いて与えられたデータから鉄道の運行予測を行った．

3.2.Reccurent Neural Network

RNN は内部に（有向）閉路をもつ NN の総称であり，この構造によって情報を一時的に記憶し，また振る舞いを動的に変化させ，系列データに存在する "文脈" を捉える事ができる．RNN の構造は，NN と同様の構造を持ち，中間層のユニットの出力が自分自身に戻される構造である．また，出力層の活性化関数は適用したい問題によって選択し，誤差関数も同様に選択する．

$x_t^{(i)}$ を時刻 t におけるネットワークのユニット i への入力，$z_t^{(j)}$ を時刻 t における中間層のユニット j の出力，$y_t^{(k)}$ を時刻 t における出力層のユニット k 出力としたときの RNN のモデル図を図 2 に示す．

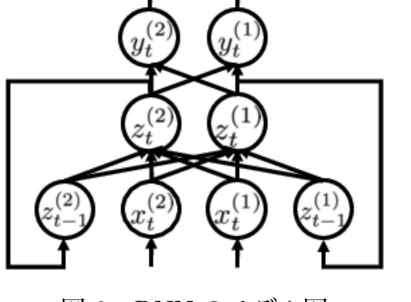

図 2　RNN のモデル図

Copyright © 2019 by Information Processing Society of Japan and The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers
All rights reserved.

4. 提案手法

本研究では，入力データから公共交通機関の関連予測や影響予測を行うことで学生が安心して登校できるシステムを提案する．モデルを簡略化するために，木更津高専生が登校に最も利用する鉄道の運行予測モデルを用いた．運行状況予測モデルには深層学習を用いて，時系列の入力データから数時間後の運行状況予測を行う．

今回の問題設定では，既存手段では朝 7 時に学生へ連絡しているため，提案手法は始発列車に間に合わせるために深層学習を用いて朝 3 時のデータから朝 5 時の運行状況の予測モデルを構築する．構築する深層学習を用いた鉄道の運行モデル図を図 3 に示す．このモデルでは，前段では RNN を時系列データの予測に，後段では RNN の予測結果から DNN を鉄道の遅延予測に利用している．

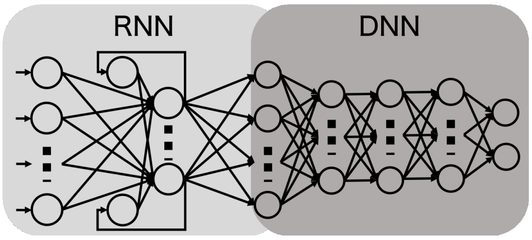

図 3　鉄道の運行予測モデル

5. 評価方法

本実験の評価方法を 2 種類述べる．一方は，予測する鉄道が “運転停止” と “平常運転” のどちらであるかを判別する二値分類器を作成し評価する．他方は，予測する鉄道が “運休”，“徐行運転”，“運転再開” などの多クラス分類器を作成し評価する．

5.1. 二値分類

二値分類の評価では表 1 を用いることが多い．表 1 の FP(偽陽性) は正しいと予測して，正解が正しくないことを表している．本研究では FP を 0 にすることが理想的であるため Precision(適合率) に着目する．

5.2. 多クラス分類

N クラスの分類では，表 2 がそれぞれのクラスにおいて作成される．ここで c はクラスを表し，式 (1) の値が 1 となるようなシステムの構築を目指す．

$$\text{Precision} = \frac{\sum_{c=0}^{N-1} \text{TP}_c}{\sum_{c=0}^{N-1} (\text{TP}_c + \text{FP}_c)} \tag{1}$$

6. まとめ

本研究では，深層学習を用いて公共交通機関の遅延予測システムを提案した．また，二値分類モデルと多クラス分類モデルを提案しそれぞれに対する評価方法を検討した．今後の展望として，実際の風の客観解析値データと XRAIN データを用いて計算機実験を行い，精度の検証とどの程度まで長期的な予測が可能であるかを検討したい．

表 1　二値分類の指標

		正解	
		真	偽
予測	真	TP (False Negative)	FP (True Negative)
	偽	FN (False Negative)	TN (True Negative)

表 2　多クラス分類の指標

		正解	
		平常運転	平常運転でない
予測	平常運転	TP (False Negative)	FP (True Negative)
	平常運転でない	FN (False Negative)	TN (True Negative)

7. 謝辞

本研究で利用した X バンド MP レーダーのデータは国土交通省より提供されたものである．利用したデータセットは，国家基幹技術「海洋地球観測探査システム」：データ統合・解析システム（DIAS）の枠組みのもとで収集・提供されたものである．また，風の客観解析値は防災科学技術研究所から提供されたものである．加えて，公共交通機関の運行情報（運休・規制）のデータは JR 東日本（東日本旅客鉄道株式会社）および NEXCO 東日本（東日本高速道路株式会社）から提供されたものである．

参考文献

[1] 国土地理院. “国土基礎データ集”. 国土地理院技術資料. 1993, E.1-No.215.

[2] 気象庁. “千葉県の気象特性”. 銚子地方気象台. 2015-6-3. https://www.jma-net.go.jp/choshi/menu/bousai/met-_character.shtml, (参照 2019-6-21).

[3] 気象庁. “客観解析”. 気象庁. 2019-3-8. https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/whitep/1-3-3.html, (参照 2019-6-21).

[4] 一般財団法人河川情報センター. “XRAIN 全国概況画面”. 川の防災情報. 2019-6-21. https://www.river.go.jp, (参照 2019-6-21).

[5] 国土交通省 水管理・国土保全局. “「XRAIN(エックスレイン)」の配信エリアを大幅に拡大します”. 報道発表資料. 2016-6-29. https://www.mlit.go.jp/common/001136402.pdf, (参照 2019-6-21).

[6] 加藤 敦, 真木 雅之, 岩波 越, 三隅 良平, 前坂 剛. “X バンドマルチパラメータレーダ情報と気象庁レーダ情報を用いた降水ナウキャスト”. 水文・水資源学会誌. 2009, **22**(5), p. 372-385.

Copyright © 2019 by Information Processing Society of Japan and
The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers
All rights reserved.