

## ニューラルネットワークを用いた運転間隔調整

D-2

Adjustment of Train Interval using Neural Network

小島 空<sup>†</sup> 黒木 啓之<sup>†</sup>Sora KOJIMA<sup>†</sup> Takashi KUROKI<sup>†</sup><sup>†</sup> 東京都立産業技術高等専門学校<sup>†</sup> Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology

## 1. はじめに

日本の正確かつ高密度な鉄道では、朝夕の通勤通学時間帯を中心に、一つの列車が遅れた場合にその列車がさらに混雑して遅れが増大する。そのため、先行している列車を遅らせる、運転間隔調整と呼ばれる手法で路線全体の遅延を防止している。しかしながら、運転間隔調整の指示は人の手によって行われているため調整がまばらだったり、その調整がさらなる遅延をもたらしたりすることが多い。

鉄道ダイヤの乱れによる影響を最小化する研究として文献[1]が挙げられる。この研究では、鉄道利用者の不満度を評価する関数を定義し、利用者側の目線から効率的なダイヤ回復の手法を検討している。しかしながら、調整時分の設定は結果的に人の手によって行われている。さらに、この研究は不満度関数の提案により手法が決定できるというものであり、運転間隔調整を自動化することは目的としていない。

そこで本研究では、ニューラルネットワークを用いて間隔の調整を行うことで、よりの確な間隔調整の指示を自動で行うことを目的とする。

## 2. 出力結果の策定

実装に向けて入力および出力用に仮想的な環状路線を用意した。図1に想定した環状路線を示す。出力例が図3である。

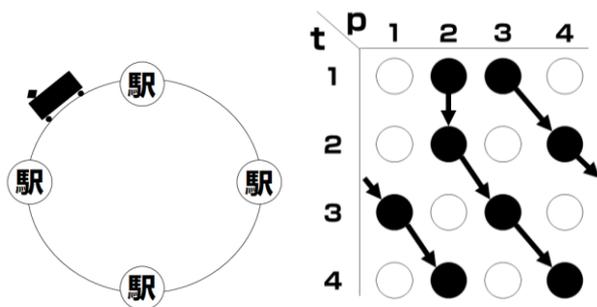


図1 環状線

図2 出力例

図中において、白丸が列車なし、黒丸を列車ありとし、列車が路線のどの位置  $p$  に存在しているかを列で表している。ここでは検証用で簡単に表すために1路線4セクションとし、同時に2列車が路線上に存在するように設定した。また、この検証では間隔調整の過程を出力させるため、行で時間経過  $t$  を表している。さらに今回は環状を想定するため、列車が  $p=4$  まで進行すると次の  $p$  は1に戻る。

## 3. 出力結果

## 3.1 ホップフィールドネットワークでの出力結果

ホップフィールドネットワークは相互結合の強さが等しいことでエネルギーの定義が可能となり、エネルギーが極小値の状態へ必ず下がっていくことになる。これを利用し、教師信号の入力の通りに出力されることを期待し、実装を行った。

図5(A)の状態を入力し、教師信号による学習により図5(B)の結果が出力された。  $t=1$ 、つまり初期状態では2本の列車が接近しているが、  $t=2$ 以降は設定した教師信号および結合荷重によって2本の列車が等間隔で進行していくようすが表されている。よって、事前に入力した教師信号の通りの出力結果となった。

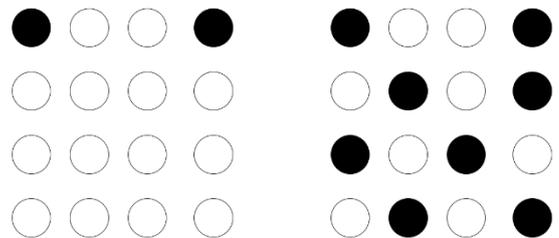


図3 入力

図4 出力結果

## 3.2 ボルツマンマシンでの出力

本研究ではニューラルネットワーク自身に学習させることが目的であるが、ホップフィールドネットワークでは入力した教師信号の通りの出力のみしか得られないため、ボルツマンマシンを用いたニューラルネットワークで実装することとした。

現在はホップフィールドネットワークで実装したような  $4 \times 4$  の出力結果が学習によって生成されるように実装を行っている。

## 4. まとめ

ニューラルネットワークを用いた運転間隔調整の手法を提案するため、相互結合型ニューラルネットワークでの実装を行っている。今後、ボルツマンマシンを用いた運転間隔調整の自動化へ向け、実装と検証を行う。

## 参考文献

- [1] 上田 拓郎 “鉄道ダイヤの乱れによる影響の最小化～利用者不満度関数の提案～” 2012 大阪工業大学 卒業論文