

知的運転支援の列車への適用

An Intelligent drive support for application to train

佐藤 勝太 安信 誠二

Shota Sato Seiji Yasunobu

筑波大学大学院 システム情報工学研究科

Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

1 序論

非熟練者に対する熟練者の知的運転支援が大事である。これは、移動体の運転、例えば列車の運転においても同様の事が言える。なぜなら、列車の運転では、時刻表（到着時刻 t 、停止位置 x ）を守る必要があるからである。時刻表を守る運転は非熟練者にとっては難しい。一方、熟練者は、運転知識を持っていて時刻表を守る運転ができる。

そこで、時刻表を守る運転ができるように非熟練者の運転を支援するようなシステムが必要である

列車の知的支援に関する研究 [1] が行われていたが、これは、目標速度と目標位置を守るものであった。これらの指標のみであると時刻表を守る運転が難しいという問題があった。

本論文では、時刻表を守る熟練者の運転知識を組み込んだ知的運転支援システムを提案し、列車の運転に適用する。

2 列車運転における熟練者の運転支援知識

本論文では、熟練者が支援者となった場合を考える。その場合、熟練者は、時刻表、走行運転知識、停止運転知識、運転支援知識を持っていて適切に運転することができる。そこで、熟練者の運転支援知識をモデル化すると以下ようになる。また、運転支援のしくみを Fig.1 に示す。

[運転目標設定] 時刻表と運転状況（距離、時間、列車速度、加減速ノッチ）から運転目標（目標速度、目標到着時刻、目標停止位置）を設定する。

[運転] 運転状況と運転目標から目標速度を守る運転（走行運転）、目標停止位置を守る運転（停止運転）、到着時刻を守る運転を考えて加減速指令を決定する。

[運転支援]

加減速指令と運転状況から支援情報を提示する。

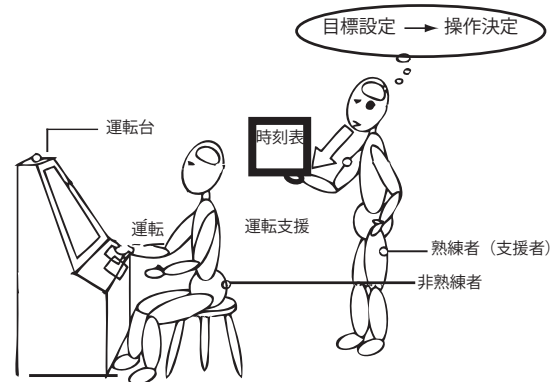


Fig. 1: 熟練者の運転支援のモデル

3 知的運転支援システム

3.1 システムの構成

熟練者の運転支援知識を基に、構成した知的運転支援システムを Fig.2 に示す。本システムは、大きく分けると、運転目標設定部、運転操作部、運転支援部の3つの部分からなる。各部には熟練者の知識を組み込んでいる。その知識をファジィ推論を用いて、If-thenルールを作成することで、コンピュータに人間の知識を組み込むことが可能である。また、非熟練者への支援の方法として音声支援と表示支援がある。

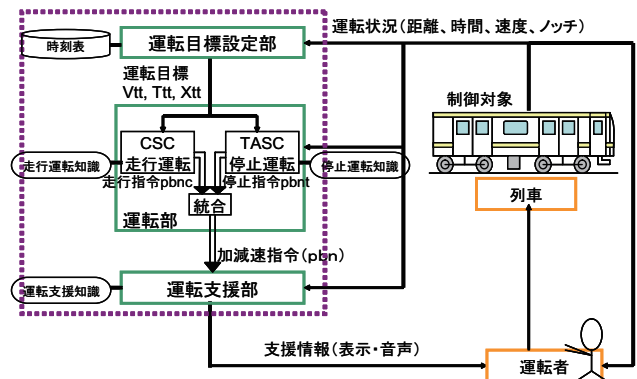


Fig. 2: 知的運転支援システムの構成

3.2 運転目標設定部

運転状況から、時刻表を守る運転ができるような運転目標（目標速度、目標到着時刻、目標位置）を設定する部分である。

3.3 運転操作部

運転状況と運転目標から加減速指令を決定する部分である。具体的には、制限速度を守りながら列車を走行させる CSC（走行運転）と目標停止位置に列車を停止させる TASC（停止運転）に分けることができる。CSC からの指令である指令走行指令と TASC からの指令である停止指令の 2 つを統合し、加減速指令を決定する。

3.4 運転支援部

運転支援部では、熟練者が考える加減速指令と非熟練者の運転状況から支援情報を提示する部分である。例えば、熟練者が考える指令と非熟練者の運転が違った場合、熟練者の考える指令を指示として提供する。支援情報の提示方法として、表示と音声がある。具体的には、停車位置までの距離、時間、速度、到着時刻、ノッチの情報を提示する。

4 シミュレーション

非熟練者の運転を確認するために列車シミュレータを用いた実験を行った。

4.1 シミュレーション条件

出発時刻 0 時、到着時刻 0 時 1 分 30 秒、目標停止位置までの距離 1000[m]、制限速度 $20[m/s^2]$ 、目標速度 $20[m/s^2]$ としてシミュレーションを行った。目標到着時刻に目標停止位置に到着できることが目標である。

列車の運転は、GUI を用いて力行ノッチとブレーキノッチをキーボードで入力することで行った。

なお、走行抵抗は加味していない。

4.2 実験結果

非熟練者による列車運転の実験風景とその結果を Fig.3, Fig4 に示す。Fig.4 では、運転情報の提示、距離 - 速度 (x - v) 曲線と距離 - 時間 (x - t) 曲線の 2 つの運転曲線を描いた。

Fig.4 より、出発してから制限速度を超えないように列車を運転していて 600[m] 手前でブレーキをかけてい

る事が分かる。しかし、到着時刻は目標到着時刻より 10[s] 余計にかかった。また、停止位置は、目標停止位置より 10.05[m] 前になってしまった。

このシミュレーション実験から、非熟練者が時刻表通りの運転を行うことが難しい事を確認した。



Fig. 3: 実験風景

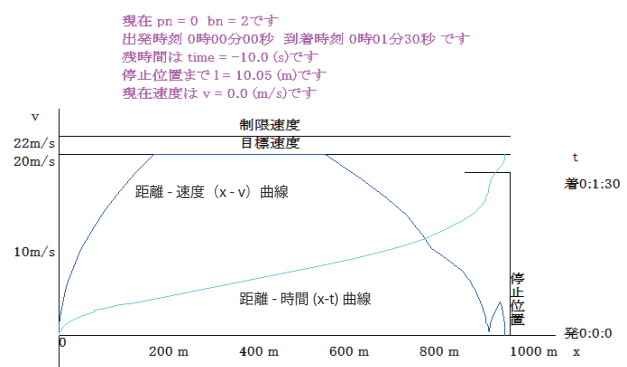


Fig. 4: 非熟練者の運転結果

5 結論

本論文では、時刻表に関する熟練者の運転知識を組み込むための知的運転支援システムを提案し列車の運転に適用した。

非熟練者による列車運転のシミュレーション実験を行い、非熟練者が時刻表通りの運転を行うことが難しい事を確認した。

今後は、ファジィ制御を用いて熟練者の運転知識を組み込んだ知的運転支援システムを構築する。また、知的運転支援システムによって非熟練者でも時刻表を守る運転ができるようにする予定である。

参考文献

- [1] 陳宏揚, 安信誠二, 「列車運転の知的支援システムの開発」, 第 48 回知的制御研究会, pp.51-54, 2005 .