

白線認識を利用した無人搬送車の視覚誘導における一考察

2P-1

石川繁樹^{*)}、小沢慎治^{**)}

^{*)} 日本アイ・ビー・エム株式会社 サイエンス・インスティテュート

^{**)} 慶応義塾大学理工学部電気工学科

1. はじめに

視覚(画像)による移動ロボットの誘導は、データ量が膨大であることから、処理の効率化、高速化が望まれている。筆者らはこれまでに白線認識を利用した無人搬送車の視覚誘導の一方式を提案した¹⁾。これは、路面上に敷設されている白線テープをTVカメラで撮像し、白線誘導路に於いて走行するというものである。

本稿で述べる無人搬送車は図1に示すような構成である。本方式において、従来は白線認識の結果を主に障害物との衝突回避の情報として用いたのみであった。本稿では、さらに白線パターンの情報を積極的に利用し走行監視を行うことを検討している。具体的には、実際にPath Plannerを組み込み、白線のパターンを予測して障害物検出の機能を高め、また、予測されるパターンから走行位置を把握する。これらの手法について検討したので報告する。今回の報告では、Path Plannerにおける経路地図情報、および、監視

系の処理を中心に、その概要を述べる。

2. 白線認識を利用した視覚誘導システム

光学系から入力された画像よりエッジを検出して白線のパターンを認識する(直線、カーブ、分岐、合流など)。監視系でこれらの情報を利用して、障害物との衝突回避、分岐判断などの判断を行って、操舵系、駆動系に指令を送る。Path Plannerは経路の地図を持ち、走行経路を決定して、経路を監視系に指示する。

白線パターンは、無人搬送車が走行する間、常に変化する。しかしながら、この白線パターンの遷移には一定の規則があり、これを把握することにより、自車の走行状況・位置などを判定することができると考えられる。すなわち、システムがコースの地図を持つことにより、目的地までの経路を決定し、また、経路上の白線パターンの遷移を監視して搬送車を誘導することが可能である。認識結果を障害物との衝突回避処理・経路選択指示のための情報として用いる。

3. Path Plannerのための経路地図情報

本システムでは、110通りのパターンを認識し、分岐・合流として二分岐、三分岐を認識する。すなわち、図2に示すような経路を作成することができ、システムが経路地図を持てば、搬送車はある目的地へ到達するために、経路探

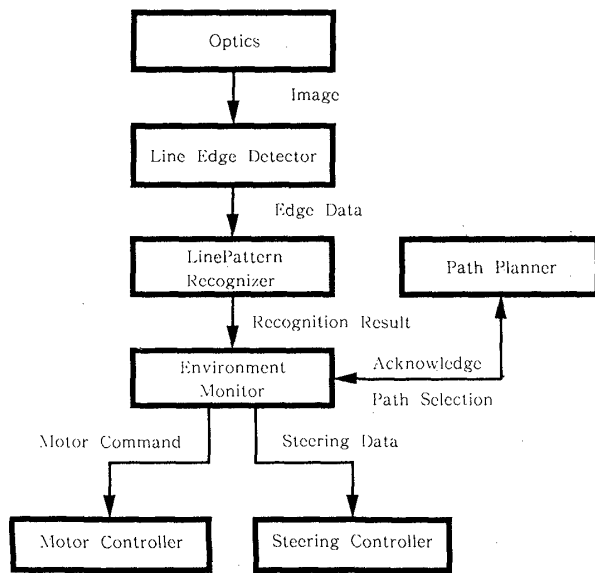


図1. システム構成

Fig.1 Sysgtem Diagram

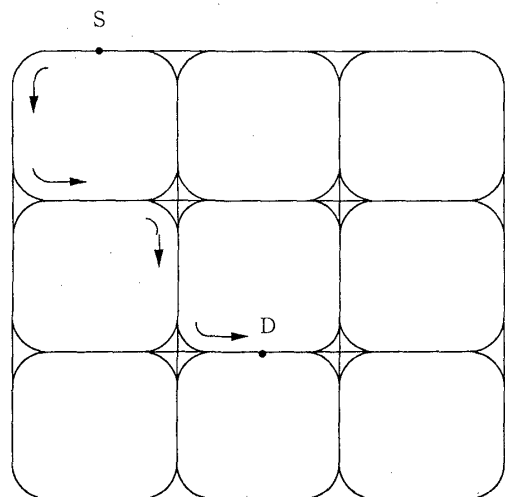


図2. 経路の例

Fig.2 A Path Example

"A Discussion on Vehicle Image Guiding Using White Line Recognition"

Shigeki ISHIKAWA ^{*)}, Shinji OZAWA ^{**)}

^{*)} IBM Japan, Ltd., ^{**)} KEIO Univ.

索を行い経路を選択することができる。

これらを実現するため、本システムにおいては、地図情報を以下のように保持する。

分岐（合流）点をNode、分岐（合流）点間の誘導路をPathとして定義する。出発・目的地点は、分岐（合流）Node間のPath上に存在するが、これらについてもNodeとして扱う。

実際に走行する上で、出発・目的地点のNodeがPath上のどこにあるかを識別するためには、何らかの外界からの情報を処理する必要がある。ここでは、出発・目的地点のNodeを認識するため、新しい白線のパターンを設定する。これをStation Nodeと呼び、分岐（合流）の場合をBranch Nodeと呼ぶことにする。これによって出発・目的地点を識別し、実際の誘導を行わせる。

Nodeの情報としてここでは、Node ID、Nodeの種類、接続されているPathなどを持つ。また、Path情報としてPathの長さ、接続されているNode、Pathの方向性（一方通行などの情報）などを持つ。

以上のような地図情報を用いて経路探索を行い、適切な経路を選定する。

4. 監視系における処理手法

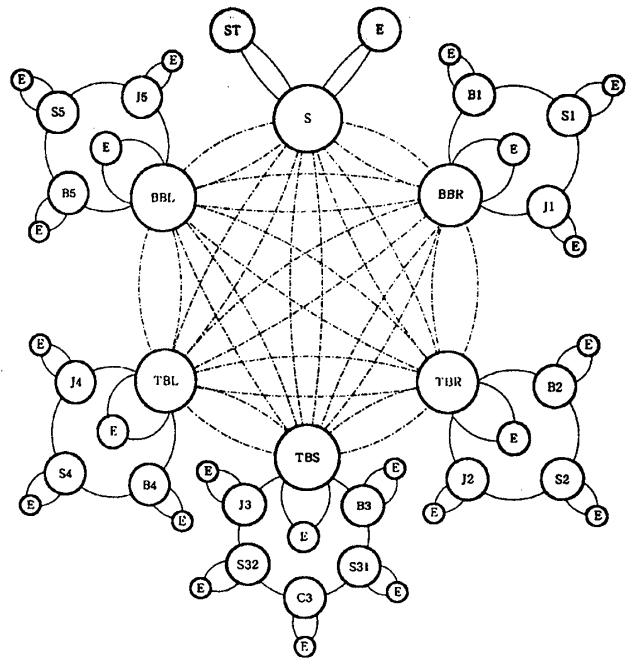
監視系における処理には、(1) 障害物との衝突回避処理、(2) 走行管理（経路選択指示など）、の大きく二つの処理がある。これまでに提案したシステムでは、主に(1)に関して白線認識の結果を用いて、障害物との衝突を回避する手法について検討した¹⁾。これは、システムが保持しているパターン以外のものが認識された場合、その原因として視野内に障害物などが存在する可能性があるとして、搬送車を停止させることにより、衝突回避を行うものである。

今、経路が決定され、実際に搬送車が走行する場合を考える。図2の例で出発地点Sから目的地Dまで搬送車が通過する経路上の白線のパターンは、直線－二分岐（左）－二合流－直線－三分岐（右）－三合流－直線－三分岐（左）－三合流－直線、と変化する。このように、経路が定まると、白線の遷移のパターンを決定することができる。

以上のことを考慮して、監視系における環境監視のための処理を提案する。本手法は図3に示すような状態遷移法を用いて考える。この状態遷移において、基本となる六つの状態がある(S, BBR, BBL, TBR, TBS, TBL)。これらは、今、搬送車がどのNodeに向って走行しているかを示す状態である。例えば、SはStation Nodeに向って進行している状態を示す。また、BBRは二分岐に向う状態であるが特に二分岐を右の誘導路を選択して進行する場合を示す。

これらの基本状態はそれぞれ副状態を持ち、この副状態は各Nodeの中での白線パターンの遷移をトレースしている。

この状態遷移は以上のように搬送車が実際に走行する状況をモデル化している。これを障害物衝突回避処理と走行監視処理に適用する。



BBR : 二分岐右進状態 BBL : 二分岐左進状態
 TBR : 三分岐右進状態 TBS : 三分岐直進状態
 TBL : 三分岐左進状態 S : Stationに向う状態

図3. 環境監視のための状態遷移図

Fig.3 State Transition for the Environment Monitor

まず、障害物衝突回避処理では、基本的に従来の障害物検出方法と同じようにシステムが保持しているパターンでない場合に搬送車を停止させる。しかし、白線パターンはその遷移がわかるため、起こるべき白線パターンの数を制限することができる。これによって障害物との衝突回避をより正しく行わせることができる。

また、走行監視処理では、基本状態の遷移をトレースすることで現在の搬送車の位置（どのPathにいるかなど）を知ることができ、指定されたPathを進むためにどの道を選ぶべきかを判断できる。

5. おわりに

今回の報告では、Path Plannerにおける経路地図情報、および、監視系の処理を中心に、その概要を述べた。現在、これらの手法を実験搬送基台の上で実現する予定である。

参考文献

1) 石川、他：“白線認識を利用した無人搬送車における視覚誘導の一方式”、信学論 (D)、Vol.J69-D、No.4、pp. 580-590 (昭61-4)