

多数決型 co tr inin による 道路標識検出器の構築に関する検討

児島 勇司 出口 大輔 井手 一郎 村瀬 洋

名古屋大学 大学院情報科学研究科 〒4 4-8 1 愛知県名古屋市千種区不老町

名古屋大学 情報連携統括本部 〒4 4-8 1 愛知県名古屋市千種区不老町

m l o m @m s m s n o p h @n o p m s @s n o p

あらまし 本発表では、低コストで高精度な道路標識検出器を構築する手法を提案する。近年、車載カメラを用いた周囲環境認識技術が注目を集めている。その中でも、道路標識は安全運転における重要な情報源であるため、車載カメラ映像から道路標識を検出・認識する技術の研究開発が広く行われている。実環境における道路標識は、背景の多様に加え、道路標識の設置位置や経年劣化、照明の変動などにより、様々な見えの変化が起こる。そのため、高精度な道路標識検出器の構築には多様な見えを含む大量の学習データが必要である。しかし、学習用データの収集を人手で行う場合、その労力は非常に大きく、検出器の構築において大きな問題となっている。そこで本発表では、半教師付き学習により学習用データの収集コストを抑えた道路標識検出器の構築手法を提案する。提案手法では、異なる___を___の識器を___合わせて学習を行う o- r a n n g に多___の___をする。これにより、低コストで高___な道路標識検出器を構築する。車載カメラ映像を用いた___実___の___、提案手法を___用することにより、F が .9 の検出器___構築できることを___認した。

TS、車載カメラ、標識検出、学習

1

動車による___の大きな___の1 は、___行や道路標識___の見___としてであり、___ラ___の___注や___スが___な要___となっている。これは、___ラ___の___い___や___要___に起___する場合が多く、___ラ___の___な情報提___による___が重要___と___えられて___いる。このような___の実___には、___動車の周囲___を___する技術が必要___である。これ___で、車載カメラを用いた___検出・認識に___する研究が___に行われており、___行___[1]や道路標識___[]など様々なものを___として研究がなされている。

道路標識は、___度___や___い___し___といった安全運転のための重要な情報を含___でいる。そのため、これらの見___としては重大な___に___なかる______が高い。そこで本___では、車載カメラ___像からの道路標識検出に注目する。___1に道路標識の検出例を___す。このような道路標識の検出器は、___動車に搭載して利用されることから、リア___タ___ムでの検出が必要である。___た、___実___な情報を___ラ___に提供する必要があるため、その精度は高くなくてはならない。これらのことから、道路標識検出器は高___か___高精度であることが要求される。

一般に、実環境では道路標識周辺の背景は空や樹木、家屋など多様である。___た___に___すように、道路標識___にも、角度の変化や退色、環境光の影響などにより様々な見えの変化が起こる。そのため、検出器はこのような多様な見えを___慮して構築する必要がある。しか

し、多様な見えを含む学習用データ（道路標識___たは背景を___り出した___像）を人手で大量に収集するには、膨大な労力を要する。そのため、検出器を構築する上で学習データの収集コストが大きな問題となっている。

学習用データを低コストに収集する手法として、道満らは生成型学習を用いた道路標識検出器の構築手法を提案している []。この手法では、カメラの撮影時に起こり得る道路標識の見えの変化をモデ___化し、それを計算機上でシ___ュレートすることで、少___の___像から多様な変化を加えた___像を生成し、学習データに加えている。しかし、___実に起こり得る変化パター___を完全にモデ___化することは困難であり、___た、生成時のパラメータの



図 道路標識の検出例



図 2 道路標識の多様な見え

調整が難しいといった問題がある。一，実際の走行によって得られる車載カメラ映像から、道路標識像を動で収集する手法が提案されている。出口らは、車両の近くで大きく映っている標識を検出し、その位置を基に車載カメラ映像の時系列を遡って、より遠くの低解像度な標識像を収集する遡及型の手法を提案している[]。しかし、標識の跡に失敗した場合は十分な学習データを収集してしうという問題がある。

そこで本発表では、半教師付き学習のアプローチを用いた道路標識検出器の構築手法を提案する。常、検出器の構築には標識もしくは非標識（背景）のラベが付与されたデータを用いる。このような属の明しているデータから学習を行う法が教師付き学習である。しかし、ラベの付与には多大な労力が必要である。一，少量のラベありデータと大量のラベなしデータを

合わせて学習を行う半教師付き学習の手法が近年注目を集めている。半教師付き学習は、ラベありデータとラベなしデータが混在しているデータ集合を用い、ラベなしデータに動でラベを付与することで学習を行う。これにより、低コストで用いることができるラベなしデータを効率的に学習に用いることができる。そこで、本研究では、半教師付き学習を利用することで、学習の収集コストの削減を図る。具には、半教師付き学習の1であるo-ranngにし、識器の多によるラベ付与法を考する。これにより、ラベなしデータのラベ付与精度を改善し、ラベ付けのための人手による労力を最小にする。なお、ここでは、道路標識としてにす規標識をとする。

以降、ずで連研究について述べる。次に、で提案手法の詳細を述べる。そして、で提案手法の有効を認めるため、実際に道路標識検出器の構築を行い、そのを考する。さらに、で実にする



図 3 検出対象の道路標識

察を述べる。最後に 6. でとめと今後の課題について述べる。

関 連 研 究

2 1 道路標識検出器

これに、様々な道路標識検出手法が提案されており、道路標識の色特徴を利用した手法[][6]や、形特徴を利用した手法[][8]が提案されている。一，高な検出手法として、Vo aらはカスケード型A a oos識器を提案しており、顔検出に広く用いられている[9]。

a mannらはこの手法が道路標識検出器においても有効であることを実でしている[]。しかし、安定して高いを得るためには、様々な見えの変化をラス良く含大量の学習用データを用いる必要がある。

a mannら[]は学習用データを手作業で収集し、道路標識検出器を構築している。しかし、実に起こりえる見えのパターを網羅に手作業で収集することは困難である。

2 2 半教師付き学習

半教師付き学習の代表的な手法の1にse - ranngがある[1]。この手法では、ラベありデータにより学習された識器により、ラベなしデータのラベ付与を行う。そして、更新されたラベありデータにより再び識器の学習を行う。これを繰り返すことで、ラベありデータを逐次に増やし、識器身の向上を図る。この手法は単純なであり、多くの識器に用できる。しかし、早い段階でのラベ付与の失敗に弱く、たすでに分がっている情報を利用するため、本な向上が見えない場合がある。

そこで、se - ranngを改良したものとして、o-ranng[11]が提案されている。o-ranngでは、ラベありデータをの特徴に分割し、各特徴ごとに識器を構築する。これにより、同一のデータからの

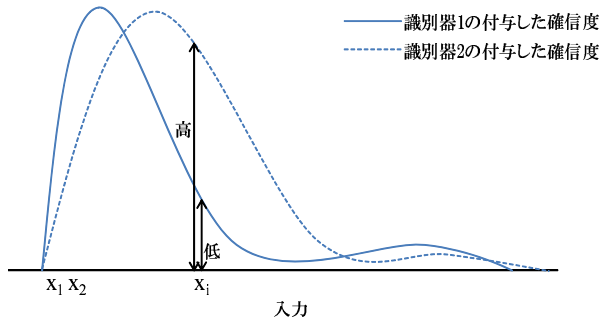


図 4 識別器による確信度算出の違い

の異なる識別器を構築する。そして $se - ran ng$ と同様に、学習された識別器によりラベルなしデータの識別を行い、実なものにラベルの付与を行う。そして、ラベルを付与したデータをラベルありデータに追加し、更新されたラベルありデータを用いて、再び各識別器の学習を行う。以上の学習、ラベル付与の動作を繰り返すことで、逐次にラベルありデータを増やし、識別器の向上を図る。ここで、入力 x_i にして、識別器が高い確信度を付与した場合、このデータはすでに識別器にとって識別が正しく行えるものである。そのため識別器の向上には寄与しない。しかし、異なる識別器 1 にとっては確信度が低く、正しく識別できないことがある。この場合、このデータのラベル付与は実なものであると同時に、識別器 1 にとっては学習に有効な新しい情報を得ることができることがある。このような効果により、 $se - ran ng$ よりも効果的に

向上を行うことができる。Werners はこれを We ページ分類に用い、その効果を実証している [11]。しかし、ラベル付与を各々の識別器で行うため、識別境界付近のデータには実なラベルを付与することが難しい。

た、このアプローチとして類似度グラフを用いたものがある [1]。類似度グラフは、間の類似度が計算できれば、データが上手く重ならない場合にも、類似しているもの同士を近づけていくことにより構築することができる。そして、隣接するノードはラベルも類似したものとなることを利用する。これにより、ラベルありデータから隣接するラベルなしデータにラベルを付与していくことで、伝播にラベルありデータを増やしていく。グラフ理論の学習背景が立っており、なグラフを構築できれば、高い効果が期待できる。しかし、なグラフ構造やエッジの重みを得ることが難しく、た計算量が多くなるといった問題がある。

本研究では、雑な道路標識の見えの変化に対応するために、この基準を用いることが好ましい。ゆえに、多くの識別器を柔軟に用いることができる $o - ran ng$ を利用する。

3 提案手法

3.1 提案手法アプローチ

本研究では、ラベルあり道路標識画像の集合を $\mathcal{V}$ 、ラベルなし画像（標識・非標識混合）の集合を $\mathcal{N}$ と表す。 $o - ran ng$ では、の識別器それぞれから得られる確信度の高いデータを集めることで、学習に用いるラベルの付与されたデータを逐次に増やし、向上を図る。しかし、識別器の確信度が低い場合は得られるデータに多くのラベル付け誤りが含まれるといった問題がある。具

体には、識別境界付近のデータのラベル付与の信頼度が低いという問題点がある。そこで、識別器の確信度の多寡をとることにより、精度良くラベルを付与することを考える。これにより、ラベル付与の信頼度を向上するとともに、一の識別器ではできないデータにラベルを付与することで、より効果的なラベル付与を行う。

手法の流れは、まずラベルなしデータを車載カメラ映像から収集し、ラベルなし集合 $\mathcal{N}$ に追加する。そして、内の一部のデータに手動でラベルを付与し、ラベルあり集合 $\mathcal{V}$ とする。次に、ラベルあり集合 $\mathcal{V}$ を用いての初期識別器の学習を行う。そして、学習した識別器の多寡によりラベルなし集合 $\mathcal{N}$ のラベル付与を行い、 $\mathcal{V}$ を更新する。更新後の $\mathcal{V}$ を用いてそれぞれの識別器を再学習する。以上のデータ集合の更新と識別器の学習を繰り返す。そして、学習された識別器を用いて道路標識検出を行う。

以降の説明では、 N 種類の識別器 i を利用し、それらを識別器 1 、副識別器 $\sim N$ と表す。ここで、識別器は道路標識検出器に用いる識別器であり、副識別器は識別器の向上のために用いられる。識別器 i は画像 x から抽出した特徴ベクトル y を用いて学習を行う。ここで特徴ベクトル y は

$$y = f_i(x) \quad (1)$$

と表すことができ、 f_i は識別器 i で利用する特徴抽出器である。た、識別器 i は、画像 x を入力とし、道路標識とすれば 1 を、背景とすれば 0 を返す。以下、手法の手順を詳細に述べる。

3.2 道路標識検出器の構築

道路標識検出器構築の手順を次に示す。道路標識検出器は、() ラベルなしデータの収集、() 初期ラベルありデータの収集、() 初期識別器の学習、(v) 多寡によるラベル付与、(v) 識別器の再学習、の処を順次用いることで構築される。手法の各手順の詳細を以降で述べる。

TE 1. ラベルなしデータ収集

まず、車載カメラ映像中からラベルなしデータを収集

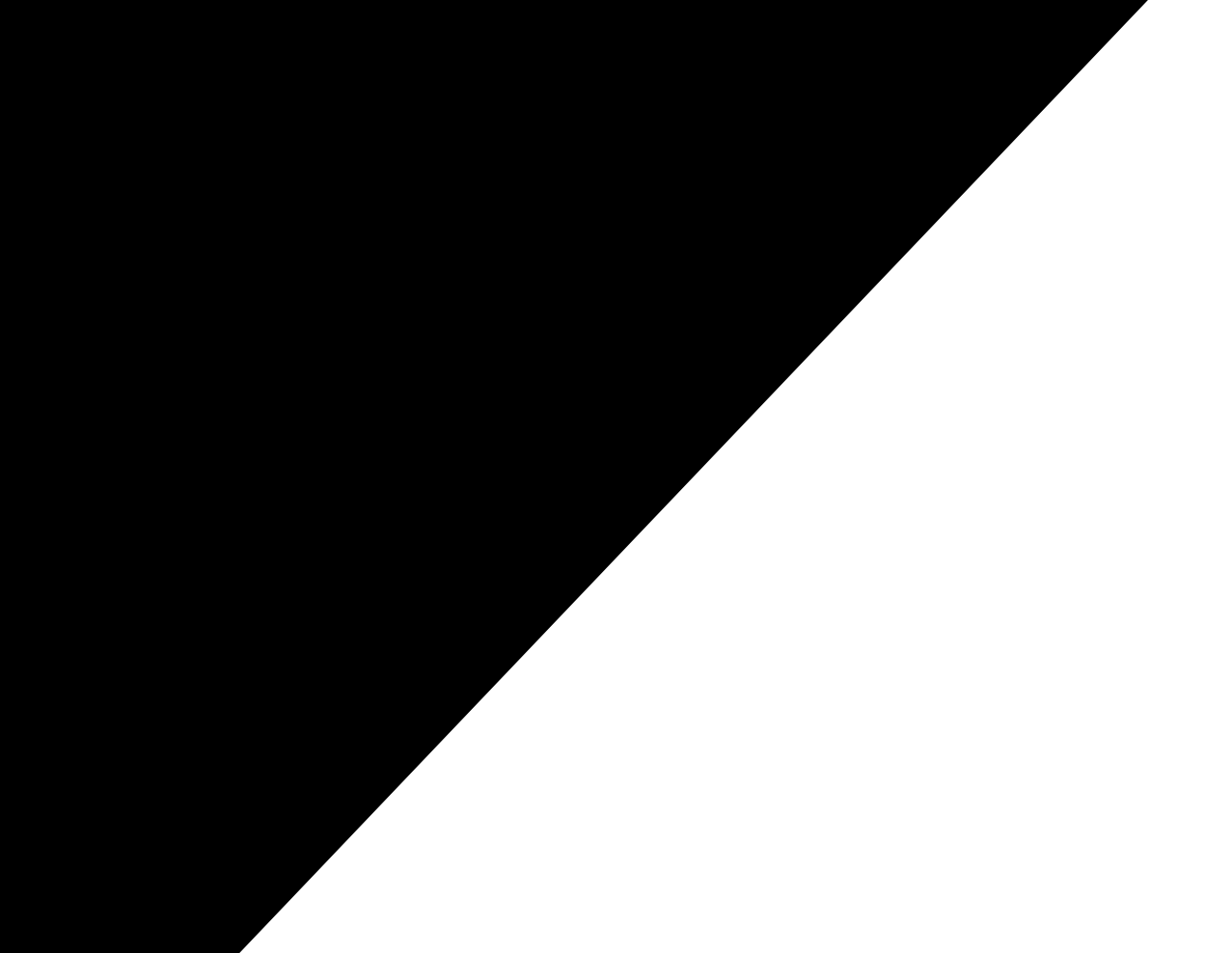




图 0 檢出 例

