

車画像の特徴抽出のためのワイヤースケルトン化処理

佐藤 秀 司* 荒井 良 徳**

Recognition of Wire-Frame for Extracting Features from Car Image

Shuji SATO Yoshinori ARAI

A method of extracting features for making a wire-frame (line drawing) that is constructed by eight surfaces from an image data of a car is introduced. This method is constructed by the following three steps: In the first step, two surfaces are extracted from the silhouette of the car using degree of change in angles of straight lines that are observed from the outline of the car image. In the second step, a surface is extracted by brightness gradation of pixels in the inside of the silhouette. And in the third step, three surfaces, that are watched barely and can not be observed accuracy, are estimated using relationship of the already extracted lines. The system that can extract the wire-frame from a miniature car image and can calculate thirty kinds of feature values is constructed. As the result of experiments using 35 input images by nine kinds of miniature cars, 19 images are succeeded in extracting correct wire-frame of the cars. This method will be expected to provide some good features for recognition of a kind of cars / car names.

1. はじめに

現代社会において、車は欠かすことのできない道具の一つとなった。その普及率はめざましいものがあり、バラエティに富んだ様々な車が街に溢れている。このような状況において、正しい車種や車名の判別を行うことは、我々人間にとっても難しい問題であると言える。人間が車を見てその車種を判断する場合、その車の持つ特徴を観察し、知識と照らし合わせながら絞り込んでいく。その観察においては、ボンネットや屋根といった車の各部分の長さや角度から、車の特徴を導き出していると考えることができる。

コンピュータにより自動的に車種、車名等の認

識を行う際にも、画像データより、同様に車の各部分の長さや角度といった特徴量を抽出することが必要となる。抽出においては、低解像度の入力画像について2値化・フィルタリング技術など^{[1][2]}を適用し、大まかなシルエット画像を求め、穴埋めやパターン変換など^[1]によってその画像を単純化するものや、局所的な画像の走査・追跡によって散在する点を連結し線画化する方法^[3-5]などが、一般的である。これらの画像処理方法では、統計的な手法を用いており、一般の画像に広く適用できるものである。しかし、例えば車の各部位の特徴を抽出する場合、これら基礎的な画像処理技術を組み合わせて適用するだけでなく、様々な工夫が必要となる。

ここでは、対象を車と限定し、画像全体に統計的な手法を用いて抽出するのではなく、画像の各部分について画素ごとにたどっていくような方法

* 東京工芸大学大学院工学研究科電子工学専攻

** 東京工芸大学情報処理教育研究センター講師

1999年9月20日 受理

で特徴量を得ることを考えた。そこで、車画像を2次元的なシルエットとして捉え、その特徴抽出を行うことを試みてきた^[6]。しかし、車はもともと3次元物体であるため、シルエットのみによる特徴抽出は困難であり、必ずしも正確には行えていなかった。よって本論文では、より正確に特徴を観察するために、2次元的なシルエット(外周)の内部についても調べ、車画像をワイヤースケッチ化して各特徴量の抽出を行う。

画像データからの特徴の抽出においては、例えば車の外周部分(シルエット、車部分全体の輪郭)においてはシルエット画像を元にした抽出、外周内部については画像の明るさ成分を参考に抽出するなど、いくつかの異なる方法を組み合わせて適用し、ワイヤースケッチ化を行う。

2. ワイヤースケッチ化認識処理概要

本論文では、対象画像について、車画像からの特徴を抽出するために、まず車の各部分を直線として抽出する。これは、車の各部分が比較的直線に近いような線で構成されており、直線によって車の各部分を近似することで、車全体の形を把握できるためである。これらの直線によりワイヤースケッチを構成し、各部分の特徴量を抽出する。そこで本章ではワイヤースケッチの具体的な構成要素、入力する抽出対象画像、及び全体的な抽出アルゴリズムの概要について述べる。

2-1. ワイヤースケッチの構成要素

車を形づくっている大まかな直線をワイヤースケッチとして抽出し、ここから特徴量を抽出する。このワイヤースケッチは、3次元画像処理における一般的なものではなく、車画像を認識する上で必要最小限と言える、基本的な直線によって2次元平面上にマッピングされたものとする。ワイヤースケッチの構成要素は、 s_1 :サイド面、 s_2 :テール面、 s_3 :ヘッド面、 s_4 :リアガラス面、 s_5 :ボンネット面、 s_6 :屋根面、 s_7 :フロントガラス面、 s_8 :トランク面の計8つとし、それぞれの面は、4つの直線から構成される(図1)。

また、これら各面を構成する直線の長さや角度

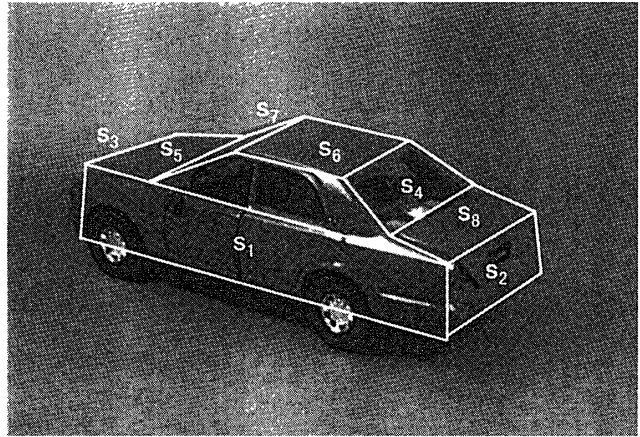


図1 抽出する構成要素

などが、車の各部位の実際の特徴となる。

2-2. 抽出対象画像

本研究で用いる原画像は、撮影するカメラの車に対する仰角と距離は一定であるとし、車は左向きであるという制約を設ける。背景分離処理^{[6][7]}を簡単にするため、青一色の背景の中に車が存在する原画像を用いる。

撮影する車は、実車ではなく、1/40のミニカーとする。またこれらミニカーは一般的な普通車に近いものを対象とし、トラックなど特殊なものは対象としない。

2-3. ワイヤースケッチ抽出アルゴリズムの概要

本研究では、対象画像における車の方向について、車のリア側が見えている「後向き」(図2(i))、車のフロント側が見えている「前向き」(図2(ii))と、2つの場合に分けて処理を行い、以下の3つのステップ(図3)で処理することにより、ワイヤースケッチ化による特徴抽出を可能とする。

2-3-1 車画像の外周における特徴抽出(図3(1))

ここでは、画像中の車の外周を利用して、 s_1 :サイド面及び s_2 :テール面もしくは s_3 :ヘッド面の構成直線の一部を抽出する。

まず、画像中の車の外周を短い直線の集まりとして抽出し、その直線の傾きを順次比較していく^[6]。さらにその抽出された直線について、重なり具合や長さを検討することにより、短いものや重なっているものが多く存在してしまっている直



(1) 後向き



(2) 前向き

図2 車の向きについて

線から、車の一部分として適当であると思われるものを選び出す処理を行う。

このようにして s_1 ：サイド面を抽出し、その構成直線の一つであるベースラインを元に車の方向を判断し、更に向きに応じて s_2 ：テール面もしくは s_3 ：ヘッド面を抽出する。

2-3-2 車画像の内部における特徴抽出 (図3(2))

ここでは、画像中の車の外周内部の観察により、 s_4 ：リアガラス面及び s_7 ：フロントガラス面の抽出を行う。

ここでは「明るさの変化点」というものに着目する。つまり、車画像の内部における特徴である、窓ガラスと車体の境界線を抽出するために、窓ガラス内の明るさ成分と車体の明るさ成分の差が大きいことを利用する。明るさ成分の差が大きい点々が、まとまって存在する部分を見つけ出すことによって、境界線を抽出する。

2-3-3 見え難い部分の特徴抽出 (図3(3))

ここでは、画像に対して3次元的に奥側の隠れて見え難い部分についての抽出を行う。

基本的に、先に抽出された別の部分の直線との関係を利用して推定していく。直線同士の平行や長さの条件、その直線の位置的な範囲から、適当であると処理されたものを選択処理する。

このようにして [s_5 ：ボンネット面、 s_6 ：屋根面、 s_7 ：フロントガラス面]/[s_8 ：トランク面、 s_6 ：屋根面、 s_4 ：リアガラス面] を抽出する。

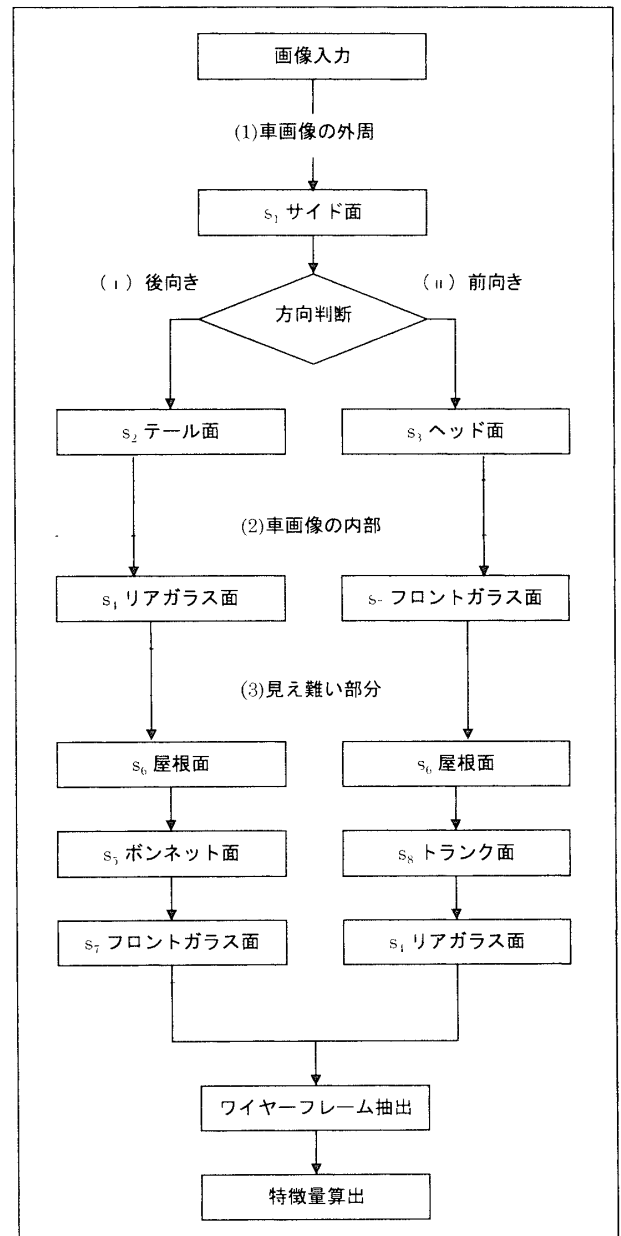


図3 抽出処理の流れ

3. ワイヤーフレーム抽出アルゴリズム

2-3 ワイヤーフレーム抽出アルゴリズム概要で示した3つの処理方法について、以下にその具体的な内容について説明する。

3-1. 車画像の外周における特徴抽出

ここでは、車の外周下部の特徴を含む $[s_1$:サイド面, s_2 :テール面]/ $[s_1$:サイド面, s_3 :ヘッド面]を抽出する。これらの抽出のために、(1)車の外周下部の直線抽出、(2)ベースラインの抽出と方向判断、(3)テールライン/フロントラインの抽出、という手順を経る。

3-1-1 車の外周下部の直線抽出

まず、画像中に存在する車の下部の輪郭線(外周の一部分)を短い直線の集まりとして抽出する。この直線の傾きを順次比較して、隣接する、傾きが近いものを連結するという方法^[6]を用い、車の外周下部を構成する直線を抽出する。この方法を1回用いたのみでは、原画像の状態によって、細かく分断されているもの、重なっているものが多く抽出されている(図4(i))。

そこで、更にこの処理を複数回にわたって行う。つまり、1度連結された直線について、更にもう1度その直線同士の傾きを比較し、傾きの近いものを繋げる。この際、抽出された直線が重ならないように、順次直線を抽出する過程で、直線の始点が、その前に抽出した直線の終点より“後”(例えば左から右への抽出の場合、右)にあるものだけ

を採用する。これにより、全体で数本の、重なっていない直線を抽出することができるようになる(図4(ii))。

3-1-2 ベースラインの抽出と車の方向判断

3-1-1の処理により、既にベースライン及びテールラインもしくはフロントラインの候補が抽出されている。ここから、まずベースラインの一部であると考えられるものを選び出し、次に長さを補正していく。

まず、抽出された下部直線のうち、右上がり及び右下がり各々最長の直線2つを選択し、どちらか一方がベースライン、もう一方がテールラインもしくはフロントラインと考える。

次に、選択した2つの直線を各々延長し、原画像中に存在する車の端と、2つの直線の交点を、それぞれ端点として、2つの直線の長さを各々補正する。その補正されたもののうち長い直線をベースラインであるとする。

以上よりベースラインが抽出でき、車は左向きであるという制約があるため、このベースラインが右下がりなら後向き、右上がりなら前向きであると判断する。

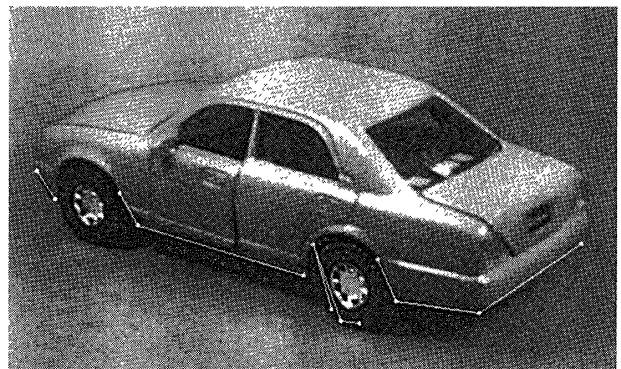
3-1-3 テールライン/フロントラインの抽出

車が後向きであればテールライン、前向きであればフロントラインを抽出する。

3-1-1での下部直線の抽出と同様に、画像中に存在する車の下部の輪郭線を短い直線の集まりとして抽出する。そしてその直線の傾きを、テールラインであれば画面右から、フロントラインであ



(i) 1回の抽出処理による結果



(ii) 2回の抽出処理による結果

図4 下部直線の抽出過程



図5 テールライン抽出過程

れば画面左から順に調べる。ベースラインとの傾き差がある程度 (22°) 以下になったところが、ベースラインとの境目であると考えられるため、テールライン (フロントライン) の端点とする (図5)。

3-2. 車画像の内部における特徴抽出

s_4 : リアガラス面や s_7 : フロントガラス面といった、車画像の外周より内部についての特徴抽出を行う。3-1 で述べたような、画面の端からたどるという方法では抽出ができないため、「明るさの変化点」に着目して処理する。

ここでは、窓ガラス内の明るさ成分と車体の明るさ成分の差が大きいことを利用して、窓ガラスと車体の境界線を抽出する。車画像中で明るさ成分の差が大きい点を見つけ、まとまって存在する部分を調べて、境界線を抽出する。

3-2-1 「明るさの変化点」について

車の原画像において、その窓ガラス内部と車体部分で、明るさが大きく違っている。特徴量として窓ガラスを抽出したい場合、この明るさの違いに着目する。

まず RGB 原画像を HSV 成分 (Hue, Saturation, Value/色相, 彩度, 輝度) に分解し、V 成分つまり輝度 (明るさ) 成分に基づいた、濃淡画像に変換する。この画像について、周辺で濃度変化が激しい点を「明るさの変化点」と呼ぶことにする。

車が後向きの場合は s_4 : リアガラス面、前向き
のときは s_7 : フロントガラス面の、上部ライン、



図6 明るさの変化点抽出例

下部ラインをまず抽出する。そのために、このラインが、明るさの変化によってわかるような方向にたどっていく。

そこで、3-1-1 での車の下部直線の抽出と同様に、車の上部の直線群を抽出し、これをテールラインの方向に平行移動したものを、明るさ変化の検出の基本となる「ルール」と定める。

「明るさの変化点」は、その「ルール」に沿って、まず端点の明るさを調べ、その隣の点、隣の点…と次々に比較し、初めて大きく明るさが変わる点を見つけ出す、という作業を、端点を順次ずらして行っていくことで抽出する (図6)。

3-2-2 窓ガラスの上下ライン候補選出

3-2-1 の方法で「明るさの変化点」を抽出すると、その多くが、窓ガラスの上下ライン部分に沿って存在する。また、窓ガラスの上下ラインは、テールライン (フロントライン) と、ほぼ平行であるということができる。

そこで、テールライン (フロントライン) の方向を X 軸とし、これに垂直な Y 軸上に沿って「明るさの変化点」のヒストグラムを取る。そのヒス

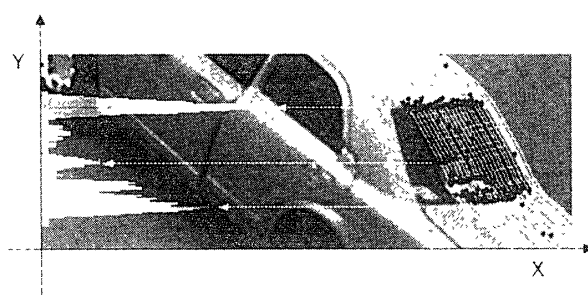


図7 窓ガラスの上下ライン抽出



図8 窓ガラス付近の明るさについて

トグラムの X 軸に関するピークの、Y 軸上の位置を、窓ガラスの上下ライン位置の候補とする (図7)。

3-2-3 窓ガラスの上下ラインの決定

3-2-2 で抽出した窓ガラスの上下ラインの候補より、最終的に窓ガラスの上部ライン、下部ラインを、それぞれ決定する。

ここで、例えば s_4 : リアガラス面を後ろからたどった場合については、

下部ライン…明るい→暗い

上部ライン…暗い→明るい

という変化である (図8)。 s_7 : フロントガラス面を前からたどった場合も同様である。

よって、3-2-2 で抽出したうち、それぞれその変化が最大のもの探し出すことによって、窓ガラスの上下ラインを決定する。

3-3. 見え難い部分の特徴抽出

車が後向きの場合には、 s_7 : フロントガラス面、 s_5 : ボンネット面、前向きの場合には、 s_4 : リアガラス面、 s_8 : トランク面、また、双方の場合について s_6 : 屋根面の奥側が、それぞれ見え難くなる。このような部分については、その付近の状況や、他の直線との平行条件を参考にして推測する。

3-3-1 s_6 : 屋根面の構成ライン抽出

s_6 : 屋根面の構成ラインは、図9の i) ~ iv) の4つである。このうち iv) は、3-2 で求めた窓ガラスの上部ラインと、同一である。逆側の ii) と、ドアガラス側の i) が求まれば、残りの iii) は、ii) と iv) の端点を結んで求めれば良いため、 s_6 : 屋根面の構成ラインがすべて抽出できることになる。

「ドアの窓が見えている側の s_6 : 屋根面のライン i)」は、そのドア窓の上側を参考に抽出する。ここでも、3-2 と同様に、ドア窓内部と車体の明るさが、大きく異なっていることを利用する。

(a) ドアの見えていない側から、テールライン (フロントライン) と平行にたどっていき、明るさが大きく変わる点を見つける。

(b) (a) の点を結んだ短い直線群について、3-1 と同様に傾きを順次比較して、傾きが大きく変わる所を見つける。

(c) iv) のドアの窓が見えている側の端点を始点とし、(b) で求めた点を終点とするものを、見えているドア窓側の s_6 : 屋根面のライン i) とする。

「3-2 で求めなかった側の窓ガラスの上部ライ

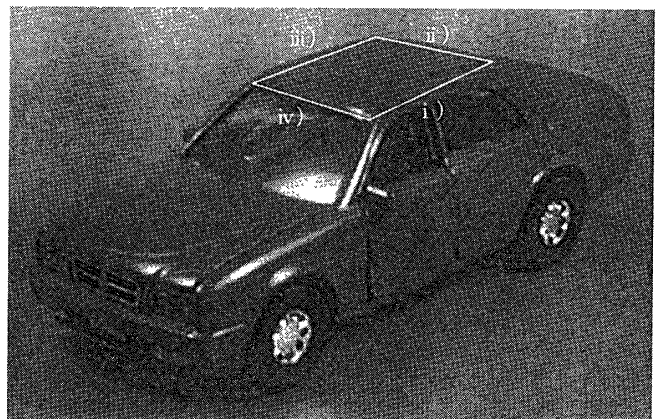
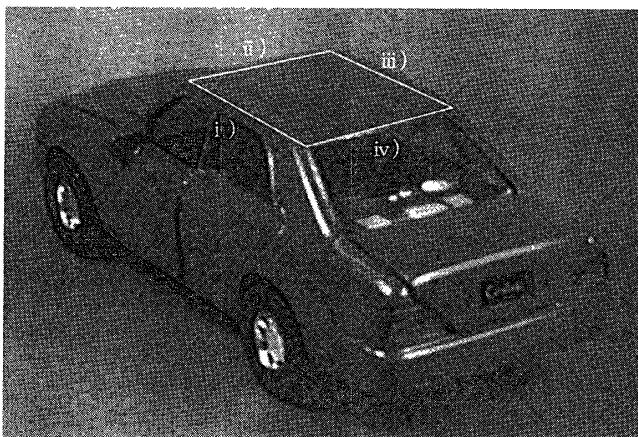
図9 s_6 : 屋根面の構成ライン

図10 s_5 :ボンネット面/ s_8 :トランク面の構成ライン

ン ii)」は、i)の終点から、ドアの见えていない側に向かって、車体のあるところまで、テールライン(フロントライン)と平行に引いたものとする。

3-3-2 s_5 :ボンネット面/ s_8 :トランク面の構成ライン抽出

車が後向き有的时候には s_5 :ボンネット面, 前向き有的时候には s_8 :トランク面が, 見え難くなる。これらの構成ラインとして, 図10に示す先端/後端ラインをそれぞれ求める必要がある。

一方の端点は, 画像中の車の, 最も左上(最も左で, 最も上), または最も右上(最も右で, 最も上)として求めることができる。

もう一方の端点は, そこから車体の輪郭線をたどり, 傾きの変化点を見つけ出すことにより求める。この輪郭線は, 3-1-1で車の下部直線を抽出したのと同様に, 車の上部の直線群を抽出したものである。傾きの変化も, 同様に, 先程の端点から順次比較していく。

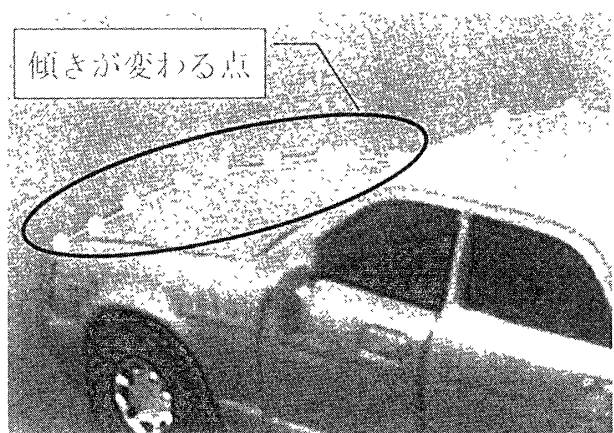


図11 傾きの変化点

しかし, s_5 :ボンネット面/ s_8 :トランク面の構成ラインが曲線に近いような車体が多く, かつカメラの視点に対して3次的にもっとも奥側になり傾きの変化が捉えにくいいため, その変化点の候補が, いくつも出てしまう(図11)。

そこで, この中から, 最もテールライン(フロ

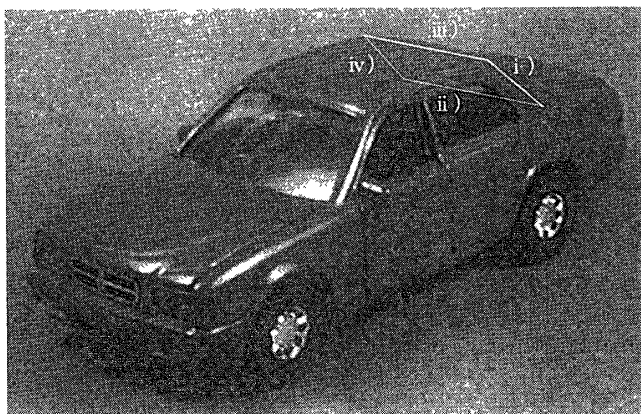
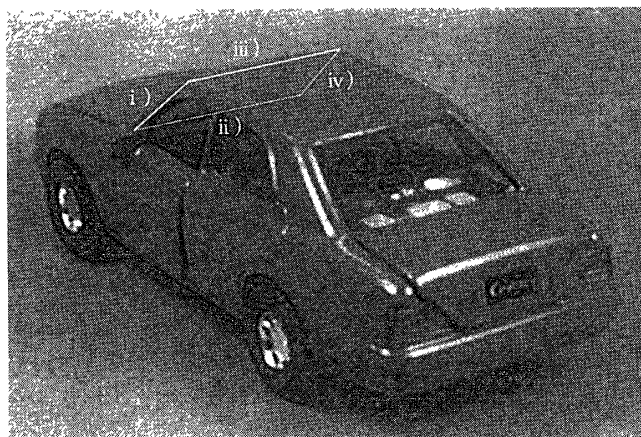


図12 窓ガラスの構成ライン

ントライン) の長さ (車の向きによる補正を加えたもの) に近くなるようなものを選び, s_5 : ボンネット面/ s_8 : トランク面の構成ラインとする。

3-3-3 s_7 : フロントガラス面/ s_4 : リアガラス面の構成ラインの抽出

3-3-2 と同様, 車が後向き のときには s_7 : フロントガラス面, 前向き のときには s_5 : リアガラス面が, 見え難くなる。これらの構成ラインは, 図 12 の i)~iv) の 4 つである。このうち窓ガラスの上部ライン iii) は, 3-3-1 で求めた ii) と同一とする。そこで, 下部ライン ii) と, ドアガラス側の i) を求め, 残りの iv) は, ii) と iii) の端点を結んだものとする。

「ドアが見えている側の窓ガラスライン i)」は, 3-3-1 と同様に, ドア窓を参考を求める。また, 再度 3-2 と同様に, ドア窓内部と車体の明るさが, 大きく異なっていることを利用する (図 13)。

- ドアガラスの下側ライン l を, s_5 : ボンネット面, s_8 : トランク面の端点同士を結んだものとして求める。
- 3-3-1 で求めた「ドアが見えている側の屋根ライン i)」の終点を, 求める直線「ドアが見えている側の窓ガラスライン i)」の始点 a とする。ここから画像に対して垂直に直線を下ろし, 直線 l との交点 b を求める。
- 始点 a と (b) で求めた交点 b との中点から, ベースラインと平行にたどって明るさが大きく変化する点 c を見つける。
- 始点 a から点 c に向かって引いた直線と, 直線 l との交点を, 求める直線 i) の仮終点 d

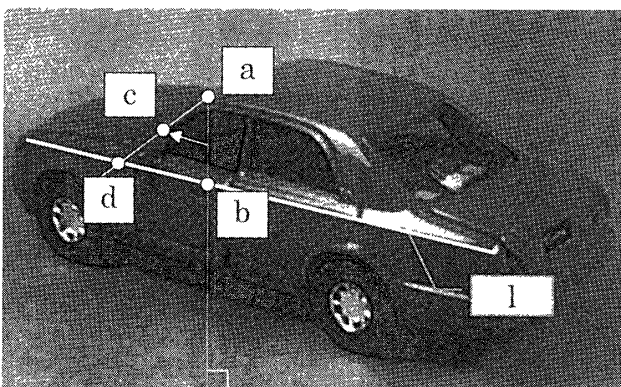


図 13 直線 i) の仮終点

とする。

「見え難い側の窓ガラスの, 下部ライン ii)」は, (2) で求めた直線, 及びテールライン (フロントライン) との関係から求める (図 14)。

- i) の仮終点 d を始点とし, 傾き及び長さがテールライン (フロントライン) と, 3-2-2 で求めた直線の平均となるような直線を引く。
- (e) で引いた直線の終点 e から垂直に上をたどり, 車の輪郭とぶつかる点 f を見つける。
- 点 e と点 f との中点まで, (e) の直線を平行移動したものを, 求める下部ライン ii) とする。

また, i) の仮終点 d を, この過程により求められた直線 ii) の始点と置き直し, 新たに直線 i) を引き直す。

4. 実験及び実験結果

4-1. 実験の概要

3. に述べた方法に基づき, カラー静止画像を入力として, 車 (ミニカー) のワイヤフレーム抽出システムを, Unix ワークステーション (tip 202; SGI 社製 Origin 200) 上の X 11 及び C 言語で作成し, 実験を行った。システムは, ある 1 枚の車の画像を入力し, その画像より抽出したワイヤフレームを表示し, 各特徴量を数値データとして出力する, という一連の処理を行うものである。

4-2. 入力画像

入力画像として, デジタルカメラによってミニ

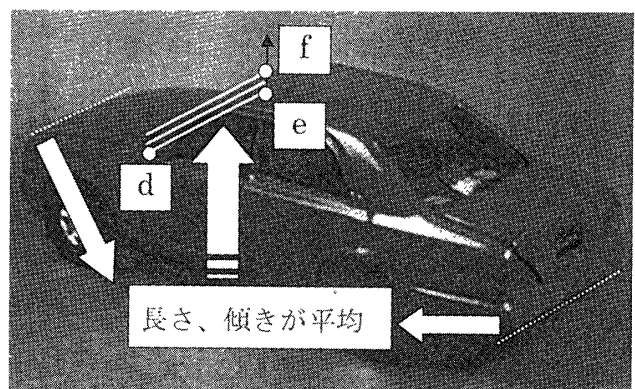


図 14 直線 ii) の修正

カーを撮影したものを用いた。画像は 640 x 480 画素, RGB 各 8 bit, 非圧縮の TIFF 形式である。カメラのミニカーに対する仰角, 距離は一定, 背景除去を容易にするために, ミニカーの後ろに青い紙を敷いておき背景を 1 色に近くした。

本実験では, 普通車 5 種, ハッチバック車 4 種の, 計 9 車種のミニカーを用い, 各車に対して左向きに角度を 2~5 方向に変えて撮影した 35 枚の入力画像の対象とした。

4-3. 出力データ

4-3-1 ワイヤーフレーム表示

s_1 : サイド面, s_2 : テール面, s_3 : ヘッド面, s_4 : リアガラス面, s_5 : ボンネット面, s_6 : 屋根面, s_7 : フロントガラス面, s_8 : トランク面の, 8 つの抽出した面について, その各頂点を結び, 車の大きな特徴として人間が目で見えて判断できるようなワイヤーフレームを表示する。

4-3-2 各部分の特徴量

抽出したワイヤーフレームの構成要素 $s_1 \sim s_8$ から, 車の各部分を構成する直線の長さ, 及び角度を, 特徴量として算出する。直線の長さは, ベースラインとの比による相対的な数値で表し, カメラとの距離に左右されないようにしている。直線の角度は, ベースラインに対する角度から置かれた車の角度によって補正を行い degree 形式で表示する。

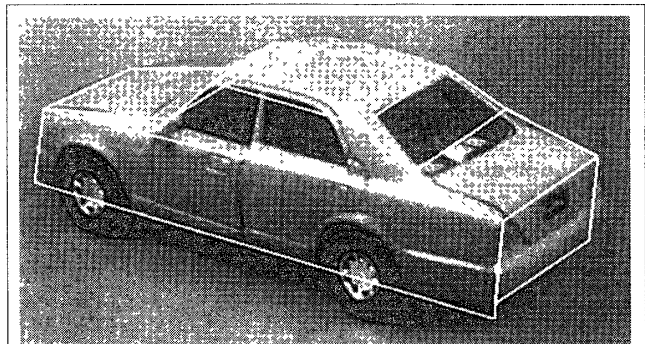
算出する特徴量は, ワイヤーフレーム各面を構成する各々の直線の, 長さ及び角度のうち意味のあるもの計 30 種類とした。

4-4. 実験結果

出力した 35 枚すべてのワイヤーフレーム画像について, その主観的な評価を行った。その結果, 表 1 のように全対象画像 35 枚について, ほぼ原画像に忠実に抽出できたものが 19 枚 (54%), 一部のミスを含んだ正しく抽出できなかったものが 16 枚 (46%) となった。なお, Cedlic のワイヤーフレーム化抽出結果と, 主要な特徴量 11 個についての算出結果を図 15 に示す。

表 1 実験結果

車種 (標本数)	成功		失敗	
	枚数	比率	枚数	比率
Cedlic (4)	2	50%	2	50%
Mark2 (2)	2	100%	0	0%
Silvia (5)	0	0%	5	100%
Skylne (3)	2	67%	1	33%
Soara (5)	3	60%	2	40%
Celica (3)	2	67%	1	33%
GTO (4)	3	75%	1	25%
Supura (4)	3	75%	1	25%
Z (5)	2	40%	3	60%
計 (35)	19	54%	16	46%



特徴量の対象部分	特徴量
屋根の長さ	0 3007
ボンネットの長さ	0 2513
フロントガラスの長さ	0 2402
リアガラスの長さ	0.2984
トランクの長さ	0 2418
フロント部分の高さ	0 1376
リア部分の高さ	0 1711
車幅	0 3929
フロントガラスの角度	46 8
リアガラスの角度	-20 4

図 15 Cedric の抽出結果例

4-5. 結果の検討

35 枚の画像に対しうまくワイヤーフレーム化されなかった 16 枚においては, 窓ガラス部分, フロント部分が主な失敗箇所であり, またその他複

表2 失敗の内訳

車種 (失敗数)	窓	フロント	その他
Cedric (2)	2	0	0
Mark2 (0)	0	0	0
Silvia (5)	5	0	0
Skyline (1)	0	1	0
Soara (2)	0	0	2
Celica (1)	0	1	0
GTO (1)	1	0	0
Supura (1)	0	1	0
Z (3)	1	0	2
計 (16)	9	3	4

合部分で失敗しているものがあつた。失敗の内訳を表2に示す。

窓ガラスの抽出においては9枚(26%)の失敗があつた。明るさの変化点を参考にして抽出を行っているため、例えば Silvia では窓ガラスから車内が見えて車体とガラス内が似たような明るさになっており、フロント・リアガラスの境界線の抽出において、その境界の判断を誤ってしまった。

また、直線の抽出アルゴリズムにより失敗しているものもあつた。3枚(8%)のフロントラインの抽出における失敗は、フロントラインが弧を描くような曲線になっている場合、直線としてうまく抽出できなかったことによるものである。

その他、特定の部分に大きな抽出ミスがあつた場合にもそれを発見できず、そのまま結果として表示してしまうものもあつた。

しかし、これらの問題点はいずれも、抽出した後に各特徴量が車体として整合性の取れているものであるかどうかの検査を行い、更に再抽出を行うなどして修正することで、改善することが可能と思われる。

5. おわりに

静止画カラー車(ミニカー)画像から、車の外周(シルエット/輪郭)内部まで考慮したワイヤースケッチを抽出した上で、各部分の特徴量を抽出

するシステムを作成し実験を行った。車画像の外周における特徴抽出、車画像の外周内部における特徴抽出、見え難い部分の特徴抽出と、大きく分けて3つの場面において、それぞれ異なる手段を用いた。

実験の結果、9車種2~5方向の計35枚中、19枚の入力画像に対して原画像のイメージに近いワイヤースケッチを表示することができた。

しかし、明るさの変化点を用いた抽出において、窓への強い映り込み等の影響により、9枚の画像において抽出が正しく行われなかった。その他、直線の抽出アルゴリズムの不備により抽出できないものが7枚あつた。

これらの問題に対しては、抽出後の整合性の検査やその後の再抽出などにより対処可能と思われる。

車が横向きの場合については、ワイヤースケッチ化するための情報が十分に観測できないため、ここでは対象外としており、今後の課題の一つである。

また、ここで抽出した特徴量は車種・車名認識のデータとして利用できる。既にシルエット画像から得られた特徴量^[6]から、車種及び車名までも認識するアルゴリズム及びシステム^[8-12]を研究中である。本論文による手法により、より正確かつ詳細な特徴量が抽出可能になったので、この結果を用いることにより、より精度の良い認識が十分に期待できる。

参考文献

- [1] 高野：「形状パターンの認識技術」, 情報調査会
- [2] 尾上編：「画像処理ハンドブック」, 昭晃堂
- [3] 谷口編：「画像処理工学基礎編」, 共立出版株式会社
- [4] R.Nevatia：「画像認識と画像理解 視覚的マシン知覚」, 啓学出版
- [5] 森, 板倉：「画像認識の基礎 [1]—前処理と形の特徴抽出」, オーム社
- [6] 高部：「車種認識システムにおける特徴の抽出とその確信度についての研究」, 東京工芸大学卒業論文, 1996
- [7] 武部：「車画像の背景分離処理の研究」, 東京工芸大学卒業論文, 1997

- [8] 関口, 荒井, 廣田: 「ファジィ特徴量による注視点フィードバックファジィ階層化車名認識」, 第13回ファジィシステムシンポ, pp 95-98, 1997.6
- [9] Arai, Hirota: "A Pattern Classification Algorithm based on Fixation Feed back", 2nd IMACS Int Multi Conf. CESA'98, Tunisia, p 607 and proceedings of CD-ROM, 1998
- [10] Arai, Hirota: "A Kind of Car/Car-Name Recognition System based on the Concept of Fixation", J. of Advanced Computational Intelligence, Vol 3, No.4, (to be appeared), 1999
- [11] 関口, 荒井, 廣田: 「ラフ集合による特徴的知識の抽出と車名画像認識への応用」, 第14回ファジィシステムシンポ, pp 153-156, 1998.6
- [12] Arai, Hirota: "A Method of Selecting Fixation in Image Recognition based on Rough Sets", 8th Int. Fuzzy Sys Assoc World Congress (IFSA'99), Taiwan, pp 854-858, 1999