

5D-10

複数初期特徴を用いた 室内環境画像からの特定対象物探索

藤沢寛 水野裕識 村岡洋一

hiroshi@muraoka.info.waseda.ac.jp

早稲田大学理工学部

【1】はじめに

本稿では、室内環境中を映したシーン中から取り込んだ画像中から特定対象物（コンセント）を探索し、位置を同定するシステムについて述べる。本システムは将来、自律ロボットの視覚センサとして実装することを想定しており、コンセントはロボットにとってエネルギー供給源、環境認識のランドマークとなるので、重要な探索対象物の1つである。視覚系がとら捉るシーン中には様々な認識対象があるのでボトムアップ処理により対象候補を絞ることは重要になる。従来、ボトムアップ処理に用いる特徴は、あらかじめ背景と対象物の差分を明記することによって得ていた。それに対し、本システムでは、前提条件として分離可能な特徴を明示しない。その為、ボトムアップ処理には背景と対象物に依存しないような初期特徴を複数用意して、その組み合わせから対象の特徴を導出する。複数の特徴を用いることは環境にロバストな画像理解が行える利点がある¹⁾。本システムでは、初期特徴は画像中のエッジ（長さ、傾き）、明るさの3種類から得られる特徴とし、それぞれを4要素で得られるとした。各初期特徴はシーン中に多く含まれるため、それぞれを一律に扱うと、対象物の候補領域が絞りきれず探索が困難となる。本システムは、各初期特徴内での画像中における探索の有効性と各特徴間での探索の有効性を求めることにより探索を行った。これにより、シーン中の静止画像から、コンセントの位置同定を行うことができた。

【2】探索処理における課題

本システムが、エッジの直線成分（方向、長さ）と明るさの3種類からなるとし、これをもとにコンセントは直線成分と明るさの特徴の組み合わせからなるとした。初期特徴を、エッジの直線成分（方向、長さ）と明るさの3種類とした。検出する初期特徴はコンセントだけでなく、背景にも含まれる。従って、得られた初期特徴がすべて探索に有効であるとは限らず、どの初期特徴が有効であるかもわからない。例えば垂直成分の多い画像中から探索するのと水平成分の多い画像から探索するのでは、探索に有効な初期特徴が違う。また、たとえある初期特徴の有効性を把握しても、それは、背景中のコンセント以外の対象物においても有効な初期特徴である可能性があり、むしろその特徴は探索を妨害する可能性もある。その場合では、他の初期特徴をより有効に使う探索が行われるべきである。本システムでは、初期特徴内にお

ける画像中の探索に有効な値と、初期特徴間における有効な値を導出することの2つが課題としてあげられる。

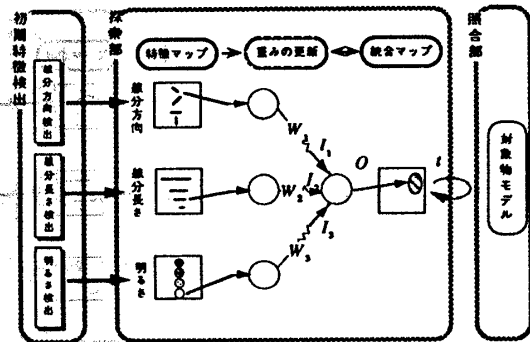


図1 初期特徴に基づく探索システム

【3】探索方法

【3.1】探索システム

本システムを図1に示す。本システムは、初期特徴を検出する特徴検出部、コンセントの位置同定を行う探索部、位置同定の結果とコンセントのシステムとの照合を行う照合部に分かれる。与えられた画像から特徴を検出したのち、各種初期特徴内での探索の有効性を示すマップを作成する（以下特徴マップ）。特徴マップ上では探索の有効性を活性値として表現している。有効な特徴ほど活性値が大きくなる。次に各特徴マップを重み付け（以下、結合の重み）で加算することにより、コンセントの位置同定のためのマップ（以下統合マップ）を作成する。この結合の重みが各種特徴間の探索の有効性を示すことになる。結合の重みは、コンセントとの照合の結果により決定していく。

【3.2】初期特徴の検出

初期特徴を検出するために、あらかじめ得られた画像に対しエッジ検出、2値化の前処理を行う。エッジ検出には、sobelオペレータによる微分を、2値化には判別分析法を用いた。エッジ画像から線分方向、線分長さ、2値化の閾値からコントラストの3種類の初期特徴を検出する。検出の際それらの位置情報も付加しておく。各初期特徴はそれぞれ4つの要素に分類した。ここで、各種初期特徴は、コンセントを背景から分離するために用いるので、正確な値は必要なく、与えられた画像内での相対的な値がわかればよい。

■線分方向：hough変換により画像中の直線成分を検出。各直線の傾きにより、垂直線、水平線、+45度線、-45度線の要素に分類

■線分の長さ：線分方向と同様にhough変換により直線成分を検出。得られた線分の長さを4段階に分類。

A search method for a specific object in the room image using multiple primitive features

Hiroshi FUJISAWA Hironori MIZUNO Yoichi MURAOKA
School of Science and Engineering, Waseda University

■明るさマップ：明るさを4階調に分類。2値化の閾値から、さらに、その閾値によって分けられた各々の領域をさらに2値化することによって行う。

検出された初期特徴は画像中の位置が付加されている。画像を16×16グリッドに分け、各グリッドにおける初期特徴の要素をその位置に応じて対応づける。

【4】コンセントの探索

[4.1] 特徴マップの作成

各初期特徴に1つずつの特徴マップを作成する。各特徴マップの各グリッドには、[3.2]で述べたそれぞれの初期特徴の要素に活性値を対応づける。ある特徴から対象物の探索を行う際、画像中にその特徴と同じものが少ないほど位置同定が容易になる。そこで、特徴マップの活性値は、画像中の特徴の出現頻度の少ないものほど、高くするようにとればよい(式(1),図2)。

$$a'_m = \exp \left(-k \cdot \left(\frac{Fr_m}{\sum_{n=1}^3 Fr_n} \right) \right) \quad \dots(1)$$

a: 特徴マップ上の活性値
 Fr: 初期特徴の出現頻度
 l=1,2,3: 特徴マップの種類(方向, 長さ, 明るさ)
 m=1,2,3,4: 初期特徴の要素

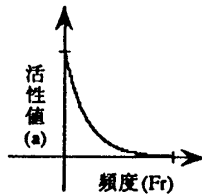


図2 特徴マップの活性値

[4.2] 位置同定

統合マップを作成することにより、コンセントの位置同定を行う。統合マップは各特徴マップのそれぞれに対応したグリッドの活性値との結合の重みとの積和をとる。結合の重みの初期値はすべて等しい値とした。コンセントは、グリッド間にまたがって、複数の初期の特徴をもつ。そこで、位置同定を行う際には統合マップの各グリッドの8近傍を加算した。このグリッドの最大値をコンセントの存在位置として返す。次に位置同定の正否を知るには、コンセントのモデルとの照合により、結合の重みを更新し、再度、位置同定を行う。これを次に述べる。

[4.3] 結合の重み値の更新について

照合の結果によって、結合の重みを更新していく。照合の結果、同定に成功した場合、統合マップ上の値をより活性化させ、失敗した場合は抑制するように必要がある。そこで位置同定に成功した場合、そのときの特徴マップの値に応じて結合の重みを強め、失敗した場合は、弱める仕組みとした(式(2),図1)。

$$\Delta W_i = \epsilon \cdot (t - 0) \times I_i$$

$$W_i = W_i + \Delta W_i$$

... (2)

この式は標準デルタ則と同型をしており、探索を行うにしたがって、環境に適応した結合の重みを決定する。

【5】実験環境

[5.1]

背景を考慮にいれずに選んだ通常の部屋を対象にした。コ

ンセントから1.5mの距離に8mmカメラを置き、コンセントを中心に撮影したシーンを用いて実験を行った。画像は、そのシーンから256階調のグレースケールを256×256画素の大きさで取り込んだものを用いた。

[5.2] 実験結果

結果の一例を図3、表1に示す。位置同定の結果は、48×48画素の枠によって表現した。図3に示した枠は、統合マップ上で各グリッド近傍を加算値のコンセントは枠5～7に含まれている。表1は、上位7グリッドが重みの更新により、その順位の変化を表している。グリッド7以外の値が、落ちこみ、コンセントを同定したことがわかる。また、同じシーン中からとったコンセント付近の画像からも位置同定することができ、複数枚の画像にまたがる重みの設定を行うことができた。

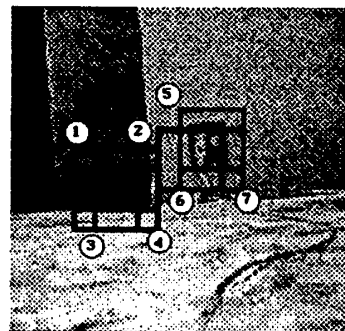


図3 背景によらないコンセント位置同定結果の一例

結合の重みが 方向 =1.0 長さ =1.0 明るさ =1.0		結合の重みが 方向 =0.88 長さ =1.0 明るさ =0.82	
枠	加算値	枠	加算値
2	0.833	7	0.788
7	0.808	4	0.741
3	0.793	2	0.735
4	0.793	5	0.735
1	0.782	6	0.728
5	0.782	3	0.685
6	0.741	1	0.653

表1. 各グリッドとその近傍8グリッドで加算した値の上位7つの結合の重みの更新による変化とコンセントの位置同定

【7】まとめ

本稿では、複数の画像中から、コンセントの位置同定を行うシステムについて述べた。背景から得られる対象物の特徴を考慮に入れなくとも、複数の初期特徴を用意し、各特徴に与えられた画像中に適した値を算出することにより、シーン中の対象物探索が行われることを示した。このシステムは対象物に依存しない初期特徴を用いているので他の対象物にも応用可能である。現在は、動画像に適用した場合を考察中である。

【8】参考文献

[1] Poggio T, et al., "The MIT Vision Machine", Image Understanding Workshop, 1, pp.177-198(1988)
 [2] MARTIN D.LEVINE, SAMIR I.SHAHEEN: "A Modular Computer Vision System for Picture Segmentation and Interpretation", IEEE Trans. Pattern Anal. & Mach. Intell., vol.3,5, pp.540-549, 1981
 [3] A.M.TREISMAN: "特徴と視覚の情報処理",サイエンス, pp.86-98, 1987