

人間の視覚認識機能を応用した画像処理モデルの構成

金子卓磨[†] 平井諒[†] 濱翔平[†] 金天海[†]

岩手大学[†]

1 はじめに

人・機械間のコミュニケーションの円滑化には機械が人と類似した物体・環境認識を行えることが重要である。本研究では、人と類似した物体・環境認識を機械なりの認識機構により達成することを目指す。従来、人間の認識行動機構の解明を目的として人間と類似した認識行動機構を機械に実装・比較することで知見を積み重ねるといった構成論的アプローチ [1] がある。コミュニケーションを目的とした機械の認識機構には必ずしも人や脳と同じ手法が必要とは限らないため、本研究のアプローチは構成論的アプローチとは異なり、人間の認識行動機構の解明を目的としない。一方で、コミュニケーションの円滑化には、構成した認識機構を人の認識機構と比較しながら改良することは必要であり、この点においては本研究も構成論的アプローチと同様の手法をとる。

機械による人知能の模倣に関する研究は、特に画像認識・音声認識の分野において盛んであり、特に物体テクスチャの分類処理に注目が集まっている。Kangらはテクスチャフィルタバンクによる車上カメラ画像上の物体同定を行っている [2]。また、Dingらは部分的に切り出したテクスチャ画像をニューラルネットワークにより分類している [3]。しかしながら、Kangらの手法は車上カメラに限定されており、Dingらの手法は切りだされた局所的なテクスチャに限定されている。実世界画像に対する人と類似した一般物体認識 [4] を実現するためには、一般の風景画像から個々の物体を分類できる手法が必要である。

本研究では、テクスチャの差異に基づいて一般の風景画像から個々の物体を分類するアルゴリズムを構成する。一般の風景画像からの個々の物体の分類を考えた場合、各風景画像からいかなる閾値を持って物体を切り出すべきかについては任意性があり、科学的な理論によってこれを定めることは難しい。そこで、人の心理実験を通じてその閾値を求めてアルゴリズムに実装する。

2 提案手法

色頻度分布によるテクスチャ分類の閾値を心理実験により定める手法を提案する。統計学的には、テクスチャ間の類似度はテクスチャ内色頻度分布間の距離により定めることができる。これにより一般の風景画像中にあるテクスチャの各組に対し類似度を計算することができる。ただし、この類似度に従って物体分類を行う際には、分類境界となる閾値を定める必要がある。一般に、この閾値には統計学的な裏付けを与えることは難しい。そこで、その閾値を心理実験により定める手法を提案する。

Construction of computer image processing model applying human visual perception.

[†]Kaneko Takuma · Iwate University

[†]Hirai Ryo · Iwate University

[†]Hama Shohei · Iwate University

[†]Kim Chyonhae · Iwate University

2.1 ガウス分布によるテクスチャ類似度計算

風景画像より切り出した複数の分割画像内のテクスチャが同一物体表面に含まれるか否かを判断するために、各々の分割画像の色頻度分布の類似度を求める。

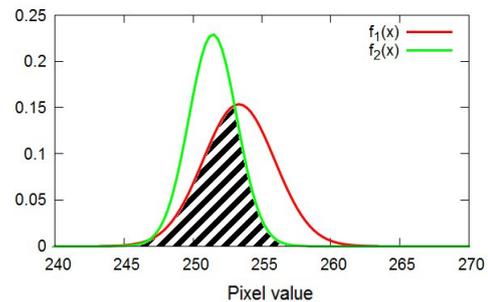


図 1: ガウス分布を用いた類似度計算

分割画像内の色頻度分布について RGB 成分毎に平均 μ と分散 σ^2 を求め、ガウス分布を構成する。図 1 に示した 2 つのガウス分布は図 1 中の縞状の部分において分布の面積同士が重なっている。2 枚の分割画像から構成した 2 つのガウス分布について、ガウス分布の重なる面積割合の積によって類似度を算出する。

統計学的には、複数の情報源 (複数のテクスチャ) から発せられた情報 (光) は中心極限定理に従ってガウス分布型のノイズを受ける。この際に、受信した情報の色頻度分布はガウス分布として近似できる。また、これらのガウス分布同士の一致率についてはガウス分布の重なる面積割合によって求めることができる。この面積割合を一致確率として、RGB 全ての要素について的一致確率を計算する際には面積割合同士の積を取れば良い。

2.2 類似度を用いたテクスチャ分類

ガウス分布を用いてによって 2 枚組の分割画像について色頻度分布の類似度を求めた後に、類似度の値から分割画像のテクスチャが同一の物体表面に含まれるかどうかの判断をする必要がある。本研究における色頻度分布の類似度によるテクスチャ分類の判断法として、以下のように閾値を設ける。この閾値は心理実験により 2 枚組の分割画像について人が行った分類判断をもとに最適値へと調整する。

3 実験



1 回目

2 回目

図 2: 実験に使用した画像

(実験設定): 図 2 の画像に映る複数の物体表面のテクスチャに対して人間及びアルゴリズムの画像判断に

よってテクスチャの分類を行った。心理実験の対象となる被験者については、予めアンケートを取り、年齢・視力・眼鏡、コンタクトレンズ使用の有無・視覚に関する障害の有無等を確認した。また、実験に際しては岩手大学人体及びヒト試料研究倫理審査委員会の許可を得た。



図 3: 被験者による画像判断時の画面情報
各画像の大きさは 100*100

被験者には図 3 のようにコンピュータディスプレイ上に分割画像を提示した。これらの画像は図 2 の 1 枚の画像上からランダムな位置・サイズ (3-50) で切り抜いた部分画像であり、ディスプレイ画面に出力する際には 100*100 の大きさに拡大した。

被験者に行ったインストラクション内容を以下に示す。実験では、ある画像の一部分を切り取った複数の画像について被験者による判断を行う。被験者はその判断をキーボード操作によって回答する。判断基準は「画像内のテクスチャが同一物体表面に含まれるか、異なる物体表面に含まれるか」である。最大 10 分間または最大 300 組を終了条件としてこの実験を行った。

(実験結果): 被験者及びコンピュータによるテクスチャ分類の結果を以下に示す。画像中に表れている四角形及び線は被験者に提示した分割画像の切り取り位置と提示画像の組み合わせを示したものである。最も一致した被験者では、分割画像の総組数は 85 組、類似度に対する RGB 閾値の範囲は (0.0001~0.0003) となった。



図 4: 人とアルゴリズムが一致して同一物体表面と判断したテクスチャ組 (36.4[%])

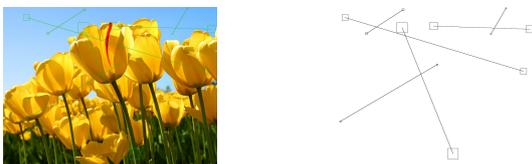


図 5: 人間は同一、アルゴリズムは異なると判断したテクスチャ組 (7.1[%])

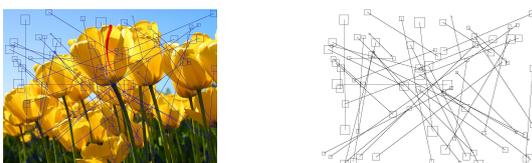


図 6: 人とアルゴリズムが一致して異なる物体表面と判断したテクスチャ組 (49.4[%])



図 7: 人間は異なる、アルゴリズムは同一と判断したテクスチャ組 (7.1[%])

図 4 及び図 6 の分割画像の組は分割画像内のテクスチャについて人間とコンピュータの分類結果が一致したものである。被験者に提示した画像の組数 85 組に対してテクスチャ分類結果の一致した画像組数は 73 組であり、85.8[%] の一致が得られた。

(考察): 実験結果の図 5 と図 7 は現時点のアルゴリズムでは人間と同じようにテクスチャを分類できなかったデータを示している。図 2 の空色の部分は人間では同じ物体表面のテクスチャだと判断したがコンピュータによる類似度計算では低い値を算出した。ガウス分布を用いて類似度を計算する場合、今回の空色の画像同士のように均等な画素値を持つテクスチャは分散値が少なく、分布の面積が重なりにくいために類似度が低くなったと考えられる。

今回の被験者実験では提示する部分画像の切り抜きはプログラムで自動的に行ったため、提示画像によっては被験者がテクスチャ分類によって同一の物体表面に含まれるかどうか判断することが難しい場合があった。例えば画像内に複数のテクスチャが映っているデータは、どのテクスチャを基準にして画像の比較・分類を行えばよいのか曖昧な箇所が見受けられた。

4 今後の展望

本稿では、色頻度分布によるテクスチャ分類の閾値を心理実験により定める手法を提案し、一般画像上でのテクスチャー一致/不一致の判断を被験者とアルゴリズムの間で比較した。提案法では人の行う判断と 85.8[%] の一致が見られたが、心理実験のプロトコルなどをさらに改良する必要がある。今後新たに実験環境を見直した心理実験を行い、より厳密なデータ上における一致率の向上を試みる。

参考文献

- [1] M. Asada, K. M. Dorman, H. Ishiguro, and Y. Kuniyoshi: "Cognitive developmental robotics as a new paradigm for the design of humanoid robots," Robotics and Autonomous Systems, 33 185-193, (2001)
- [2] Y. Kang, K. Kidono, T. Naito and Y. Niomiya: "Multiband Image Segmentation and Object Recognition Using Texture Filter Banks," IEEE Inter. Conf. on Pattern Recognition, pp. 1-4, (2008).
- [3] Z. Ding and Y. Yu: "Texture Image Recognition Based on Bispectrum Slice and BP Neural Network Ensemble," IEEE Inter. Conf. on Intelligent Computing and Intelligent Systems, (2010).
- [4] 柳井啓司, "一般物体認識の現状と今後," 情報処理学会論文誌, (2007).