

1. 目的

道路等の状態を把握するために屋外カメラによる監視が行われている。人的労力の軽減のため、画像理解技術による監視機能の自動化が期待されている。しかし、画像理解技術を用いた移動体検出法は、天候等による環境変動の影響を大きく受けるため、道路状況に応じて検出法を変える必要がある。本研究では、カラー情報を用いて自動的に道路状況を判別することを目的とする。

2. 道路状況の特徴の抽出

本研究では、1日の状態を以下の5種類に分類した。  
 朝：明るくなり建物等の影ができるまでの状態  
 晴れ：太陽により建物等の影が濃い状態  
 曇り：雲により影が薄い状態  
 夕方：太陽が西に傾き、まわりが暗くなるまでの状態  
 夜：暗い状態  
 予備実験により、雨・雪の状態における検出が困難であることが明らかのため、本研究では上記の5状態を対象とする。

RGB空間への投影 各状態の特徴を抽出するために、RGB空間におけるカラー情報を用いる。図1は屋外画像をRGB空間に投影したもので、画像の構成色を直感的に理解することができる。

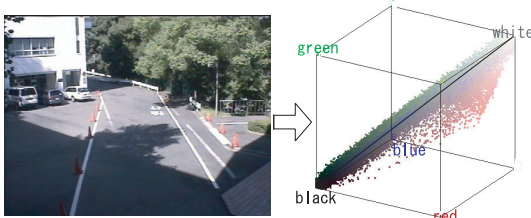


図1 RGB空間によるカラー情報の表示

垂直距離の算出 カラー情報の特徴量として、RGB空間内のblackからwhiteを通る対角線(明度)と画像を構成する各点との垂直距離(彩度)を算出する。対角線を  $\vec{c} = t\vec{b}$ 、空間内の点を  $\vec{a}$ 、 $\vec{a}$  の  $\vec{b}$  方向への正射影ベクトルを  $\vec{a}'$  とする(図2参照)。 $\vec{v}$  は  $\vec{a} - \vec{a}'$  でより次式で求まる。

$$\vec{v} = \frac{\vec{c} \cdot \vec{a}}{|\vec{b}|^2} \vec{b} - \vec{a} \quad (1)$$

このベクトルの大きさ  $|\vec{v}|$  が点と対角線の垂直距離となる。これは、ある明度における彩度を表し、距離が大きいかほど色鮮やかであることを意味する。

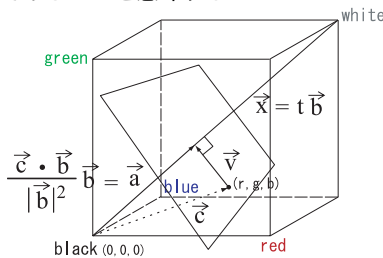


図2 点と線の垂直距離

次に、対角線に垂直なある平面上に存在する全ての点とその垂直距離求め総和を計算する。その際には、RGB空間内の対角線上の位置により最大値が異なるため正規化を行う。朝、晴れ、曇りの状態における垂直距離の分布を図3に示す。

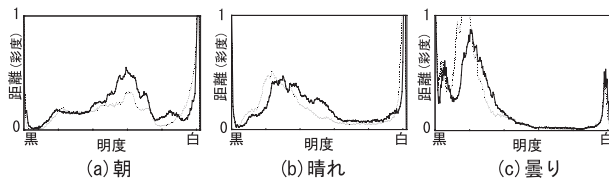


図3 各状態の垂直距離の分布

晴れの画像は図1に示すように、影領域とそうでない領域に、はっきりと分かれている。この影領域における垂直距離の総和は小さく、彩度は低いといえる。一方、曇りの画像では影が薄いため明度が低い領域でも彩度は高い。これらの特徴の違いを用いて状態を判別する。

3. 判別実験結果

状態の判別には3層の階層型人工ニューラルネットワーク(以降N.N.と略記)を用いる。N.N.は入力層256、中間層60、出力層5である。学習には各状態20枚の計100枚の画像を用いる。評価には背景のみの画像を各状態80枚の計400枚、移動体を含む画像を各状態20枚の計100枚を用いる。

表1 状態判別率 [%]

	朝	晴れ	曇り	夕方	夜	平均
背景のみ	86.3	61.3	77.5	97.5	90.0	82.7
物体あり	70.0	80.0	65.0	90.0	55.0	72.0

表2 コンフュージョンマトリクス [枚]

		出力					
		朝	晴れ	曇り	夕方	夜	その他
入力	朝	69	7	2	-	-	2
	晴れ	15	49	6	9	-	1
	曇り	-	8	62	10	-	-
	夕方	-	-	2	78	-	-
	夜	-	-	6	2	72	-

表1に、画像に移動体を含む場合と含まない場合の状態判別率を示す。学習に用いた画像は背景のみであるため、画像内に移動体を含むと判別率が低下した。表2に、誤判別例としてコンフュージョンマトリクスを示す。

状態遷移モデルによる制限 1日の状態は時間変化によって変化するため、図4に示すような状態遷移モデルを仮定し遷移の制限を行う。これにより、1つ前の状態を用いた判別が可能となる。

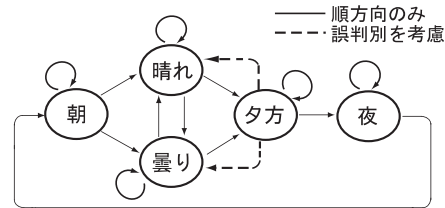


図4 1日の状態遷移モデル

しかし、昼間であるのに夕方へと遷移した場合、次の遷移先は夜のみとなる。そこで、コンフュージョンマトリクスにおける太字で示した誤判別結果から、新たに破線で示す遷移を追加した。図5に示すように、夕方への誤った遷移を次の遷移で元の状態に正すことができた。

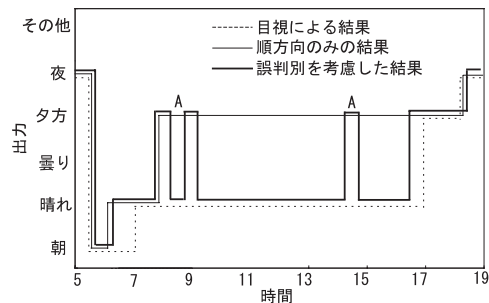


図5 状態の時間変化

4. まとめ

本研究では、RGB空間における明度と彩度の特徴により屋外状態の判別について検討した。システムの誤検出を用いた状態遷移モデルを取り入れることにより、判別性能を向上させることができた。今後、判別における精度の向上、より細かな時間変化、他の屋外環境への対応について検討する必要がある。