135 カラー画像による火炎の発熱量の推定

小野 隆 伊藤義一 藤原禎之 石井弘允
(日本大学理工学部)

火災情報の一つとして、火源の発熱量の大きさの変化を知ることは重要である。筆者らは、これまで定常状態で燃焼している火炎の発熱量を、撮像したカラー画像から解析する方法について検討してきた。⁽¹⁾今回は、カメラから火源までの距離が変化した場合及び火炎が横方向や高さ方向に徐々に燃え広がる場合について、カラー画像解析により火炎の温度及び火炎の発熱量の推定が可能かどうか検討した。

カメラから火源までの距離を変えた実験は、立体角が小さくなることを想定して蠟燭の炎を使用し、カメラからの距離を3、4、6、7、9 (m) に設定した。また、火炎が横方向及び高さ方向に徐々に燃え広がる実験では、燃焼材料にカーテンを使用し、カメラから7.2 (m) 離れた位置に、横に敷いた場合と吊した場合について行った。

画像解析は、カラーCCDカメラ (Victor製-KY20) の画像を一旦ビデオレコーダに録画し、その後この画像データをパーソナルコンピュータに転送し処理する方法を取った。

カラー画像による火炎の温度計測は、白熱電球からの光の分布温度とカラー画像のRGB成分の内のR、G成分の比の関係を校正曲線として用いた。また、火炎の発熱量を求めるにあたっては、ステファン・ボルツマンの法則を適用する場合、火炎の温度、温度の4乗 (以後 T^4 と記す) の計測と共に火炎の表面積成分を含む画素数の計測も必要となる。そこで火炎の面積に相当する画素数を求める方法としては、外乱光やノイズを取り除くためのスレッシュホルドレベルを最高輝度の20(%)に設定し、二値化処理によりG成分を抽出して求めた。

図1は、カメラから蠟燭までの距離を変えたときの火炎の温度、 T^4 及び火炎の面積に相当する画素数の変化を示したものである。この結果より、火炎の温度、 T^4 は距離が変わってもあまり変化せず、正しく計測されている。よって、カメラから9 (m) 離れた地点に置いた蠟燭の炎の直径が2 (cm)、即ち画角が0.13 (deg) (10画素) 程度まで小さい火炎の温度計測が可能であることが分かる。

また図2、図3は、それぞれ横方向、高さ方向に徐々に燃え広がるときの燃焼時間に対して同様に各値を求めた結果である。燃焼時間が経過するにつれて、火炎の面積に相当する画素数が増加しているが、火炎の温度及び T^4 にあまり変化は見られない。よって、横方向や高さ方向に徐々に燃え広がるような火炎の場合でも温度計測が可能であることが分かる。

以上、カラーカメラを使用し温度計測を行った結果、画角が0.13 (deg) (10画素) 程度まで小さい火炎及び横方向や高さ方向に徐々に燃え広がるような火炎の場合でも、温度計測が可能であることが明らかになった。よって、火源までの距離計測が可能になり、且つ火炎の平均的な輻射率が求まれば、このような画像処理から火炎の発熱量の推定が可能である。

《文献》 (1) 小野、伊藤、小田、渡辺、石井：火炎のゆらぎの周波数による発熱量の推定；照明学会全国大会 155(1991)

$$\bullet \text{火炎の温度} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T_i, \quad \circ \text{火炎の温度}^4 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T_i^4$$

$$\blacktriangle \text{火炎の面積に相当する画素数 } N, \quad \text{但し, } T_i: i \text{番目の画素の火炎の温度}$$

図1 カメラから火源までの距離に対する火炎の温度、温度の4乗及び火炎の面積に相当する画素数の変化

図2 燃焼時間に対する火炎の温度、温度の4乗及び火炎の面積に相当する画素数の変化 (横方向に延焼する場合)

図3 燃焼時間に対する火炎の温度、温度の4乗及び火炎の面積に相当する画素数の変化 (高さ方向に延焼する場合)

Measurement of fire flame using color video camera.

Takashi Ono, Yoshikazu Ito, Yoshiyuki Fujiwara, Hiromitsu Ishii