

動画機能搭載型赤外線サーモグラフィによる 電子回路基板表面の発熱の可視化

キーワード：赤外線サーモグラフィ、熱対策、温度分布の画像・動画による可視化

はじめに

電子機器の小型化や高性能化により熱対策の重要性は増しています。適切な熱対策を行うには、機器内部にある電子回路基板の各部品がどの程度発熱するか把握する必要があります。それには、物体表面の温度分布を可視化できる赤外線サーモグラフィが役立ちます。

大阪技術研では、動画機能搭載型赤外線サーモグラフィ CPA-T560S(株式会社チノ一製)を新たに導入しました。本報では、この装置で電子回路基板の表面温度分布を計測した事例を紹介します。

赤外線サーモグラフィ

赤外線サーモグラフィは、物体から放射される赤外線を検出して表面温度に換算し、非接触で物体表面の温度分布を画像として可視化する装置です。この装置は、広範囲の温度を非接触で計測できることから、幅広い分野で活用されています。例えば、製造業では、電気配線や機械部品の異常発熱を検知することに利用されています。建築業界では、建物の断熱性能や外壁の損傷箇所を調査する際に利用されています。その一方で、物体表面から放射される赤外線を検出していることから、計測対象をガラス越しに計測することはできず、表面の放射率が低い物体(例えば、金属や光沢のある表面)では正確な計測が困難です。

大阪技術研が導入した赤外線サーモグラフィの写真を図1に、代表的な仕様を表1に示します。



図1 赤外線サーモグラフィ CPA-T560S

表1 CPA-T560Sの主な仕様

熱画像解像度	640 x 480
温度範囲	-20 °C から 2000 °C
温度分解能	0.04 °C
精度	±2 °C または ±2 %
空間分解能	0.66 mrad
フレームレート	30 Hz
解析ソフトウェア	FLIR Research Studio Pro

図1の装置は、熱画像(表面温度分布の画像)を撮影するのみならず、動画撮影が可能です。つまり、表面温度分布の経時変化を記録できます。また、解析ソフトウェア FLIR Research Studio Pro を使用することで、熱画像の指定した一点の温度を表示することや、指定した領域内の平均温度、最高・最低温度などを表示することができます。さらに、指定した一点や領域内の温度(平均温度など)の経時変化を時系列グラフとして表示することができます。なお、温度の時系列データを csv ファイルとしてエクスポートすることもできます。

電子回路基板の発熱の可視化

ここでは、動画機能搭載型赤外線サーモグラフィを使い、図2に示す電子回路基板(Raspberry Pi 3 model B)の表面温度分布を計測した事例を紹介します。まず電源投入前後の表面温度分布を計測した結果を示します。次に、高負荷な計算処理を実行した時の表面温度分布の経時変化を動画撮影機能で計測します。得られた動画を解析し、CPU表面温度の経時変化をグラフに表します。

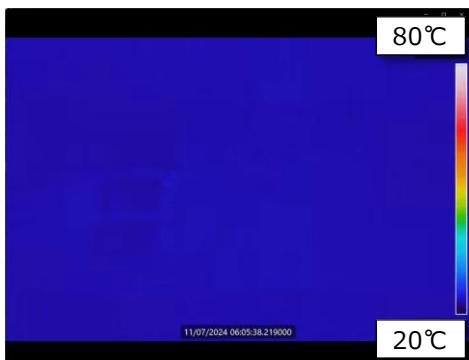


図2 Raspberry Pi 3 model B

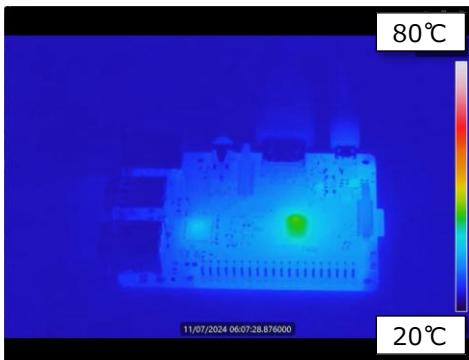
電源投入による発熱の可視化

電源投入前と投入後の熱画像をそれぞれ図 3(a)、図 3(b)に示します。図 3(a)と(b)の右端には温度バーが示されており、画像内の色によって表面温度が視覚的に分かるようになっています。

電源投入前の図 3(a)では、全体が青色(約 23 °C)の画像となっており、これは電子回路基板と周囲環境がほぼ同じ温度であることを示しています。電源投入 80 秒後の図 3(b)から、電源投入によって基板全体が発熱すること、緑色から黄色(約 45 °C)で示された周囲よりも高温になる領域が基板中央に存在することが確認できます。図 2 から、この領域には他の部品と比べて消費電力が大きい CPU があるため、周囲よりも発熱が大きくなつたと考えられます。



(a) 電源投入前の熱画像



(b) 電源投入してから 80 秒後の熱画像

図 3 電源投入前後の電子回路基板の熱画像

高負荷計算時における CPU 表面温度の経時変化

この事例では、図 2 に示す電子回路基板に USB カメラを接続し、取得した画像に対してリアルタイムにエッジ抽出を行うという高負荷な計算処理を、基板上の CPU で実行します。図 3(b)の状態から動画撮影機能を使って計測を開始し、その後に計算処理を実行します。表面温度が安定するまで計算処理を続け、安定が確認できた時点で計算処理を停止します。停止後、表面温度が下げ止まつたことを確認してから計測を終了します。

計測結果の動画を FLIR Research Studio Pro で解析し、CPU 表面の平均温度の経時変化をグラフに表します。図 2 と図 3(b)から、電源投入後に表面温度が最も高くなった領域に CPU の一部が含まれていることが分かります。また、高負荷計算時においても、この領域の表面温度が周囲より高くなることを観測しました。そこで、CPU 表面の平均温度を算出する領域を図 4 中の赤枠で囲んだ部分としました。この領域における表面の平均温度の経時変化を図 5 に示します。

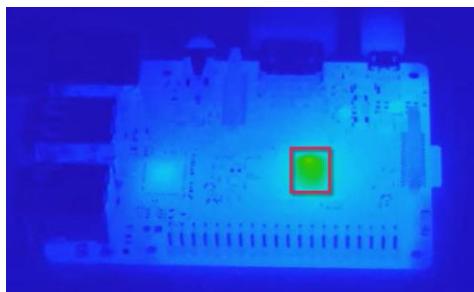


図 4 CPU 表面の平均温度を算出する領域

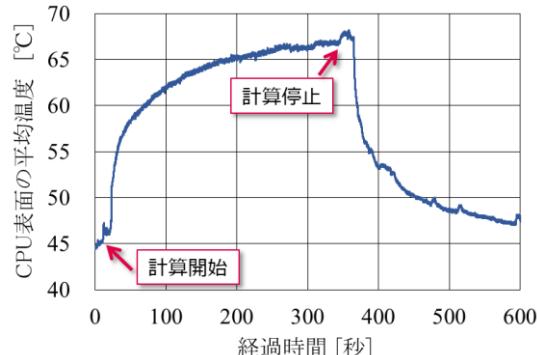


図 5 CPU 表面の平均温度の経時変化

図 5 から、計測開始 20 秒後から温度が急激に上昇し、約 300 秒後には安定し始めていることが分かります。その後、360 秒付近で最高温度 68 °C に到達し、365 秒付近から急激な温度低下が始まっています。これらの急激な温度上昇と低下は、それぞれ計算処理の開始と停止によるものであり、360 秒付近に見られる安定した温度からの温度上昇は、計算停止処理のための操作によるものであると考えられます。

おわりに

ここで紹介した動画機能搭載型赤外線サーモグラフィはお客様に装置を利用していただく装置使用に対応しております。本装置にご興味がありましたら、ご相談だけでもお気軽に問い合わせください。