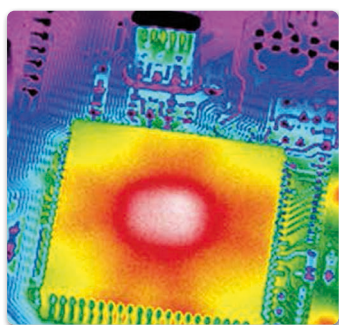
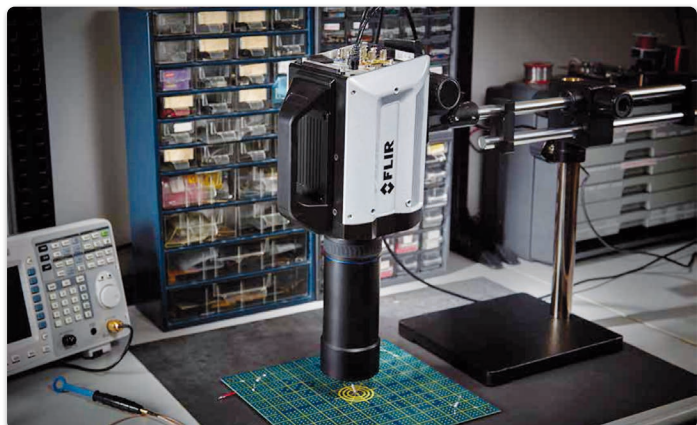


Was man bei der Auswahl einer IR-Kamera beachten sollte



Eine Infrarot- oder Wärmebildkamera wandelt Infrarotstrahlung in ein visuelles Bild um, das die Temperaturschwankungen in einem Objekt oder räumlichen Bereich darstellt. Dies ermöglicht die berührungslose Messung der Temperatur zur Datenerfassung, Analyse und Berichterstattung, ein Vorgehen, das man Thermografie nennt. Die Thermografie ist zu einem unverzichtbaren Werkzeug für alle Arten von F&E-Projekten geworden. Es gibt daher eine Vielzahl von IR-Kameras, was die Auswahl schwierig macht. Hilfe versprechen die folgenden Punkte:

Welche Temperaturen werden Sie voraussichtlich messen?

Zwei Dinge sollten Sie bei der Temperaturmessung berücksichtigen: den Temperaturbereich Ihres Objekts und die gewünschte Temporaufauflösung.

Der Temperaturbereich wird dadurch definiert, wie kalt oder heiß Ihr Objekt oder ihre Mess-Arena maximal wird. Diese Maxima liegen räumlich immer sehr weit auseinander.

Die Temporaufauflösung ist die kleinste Temperaturdifferenz, die Sie messen müssen. Sie wird allgemein als Temperaturempfindlichkeit bezeichnet. IR-Kamera-Empfindlichkeiten können zwischen 0,020 und 0,075 °C liegen, je nach Detektortyp. Die Temporaufauflösung wird üblicherweise als rauschäquivalente Delta-Temperatur (NEDT) ausgedrückt. Dieser Wert ist die kleinste Temperaturänderung, die die IR-Kamera oberhalb ihrer Rauschgrenze erkennen kann.

Tabelle 1 zeigt einige gängige Temperaturbereiche und Temporaufauflösungen verschie-

dener IR-Kameratypen. Wie Sie sehen, gibt es viele Optionen, aber die Definition Ihres Temperaturbereich und die Auflösung helfen Ihnen, die für Ihre Anforderungen passende Kamera zu finden.

Hinweis: Die Temporaufauflösung/ -empfindlichkeit ist nicht dasselbe wie die Temporaufgenauigkeit (in Prozent) der IR-Kamera. Denn dies ist die Fähigkeit der Kamera, die exakte Temperatur eines Objekts zu messen.

Wie schnell müssen Sie die Bilder erfassen?

Hier gibt es drei Dinge zu beachten: Belichtungszeit, Bildrate und Gesamtaufnahmezeit.

Die Belichtungszeit gibt an, wie schnell eine IR-Kamera ein einzelnes Bild aufnehmen kann. Die Belichtungszeit für IR-Kameras wird auch als Integrationszeit bezeichnet oder über die thermische Zeitkonstante des Detektors definiert. Immer geht es einfach nur um die Zeitspanne, die für die Aufnahme eines einzigen Wärmebildes benötigt wird.

Je kürzer die Belichtungszeit, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit von Unschärfen bei schnellen Ereignissen. Doch bleibt der Kamera weniger Zeit, das Ziel abzubilden, sodass die Bilder möglicherweise unterbelichtet sind. Bei hoher Belichtungszeit passiert das zwar nicht, doch wenn sich Ihr Ziel schnell bewegt, können Sie Unschärfen sehen. Es gilt also, einen Kompromiss zwischen kurz und lang zu finden. Gemäß Tabelle 1 haben einige Kameras eine bessere thermische Auflösung und sind daher empfindlicher. Das bedeutet, dass man für eine kurze Belichtungszeit eine höhere Empfindlichkeit benötigt.

Die Bildrate eines Kamerasystems beschreibt, wie viele Bilder pro Sekunde aufgenommen werden können. Je höher also die Bildrate in Hz, desto besser sind die Ergebnisse bei sich dynamisch verändernden Zielen. Kürzere Belichtungszeiten bedeuten logischerweise höhere Bildraten. Wärmebildkameras haben Bildraten von einigen wenigen bis zu tausenden Hz.

Es ist aber wichtig, die Bildrate und die Gesamtaufzeichnungszeit zu kennen, die Sie benötigen, um

ein Kamera- und Datensystem auszuwählen. Bestimmte IR-Kameras verfügen über integrierte Speichermöglichkeiten. Andere übertragen Hochgeschwindigkeits-Wärmedaten über Gigabit Ethernet, CameraLink oder CoaxPress an einen PC oder Laptop zur Aufzeichnung. Was aus diesem Spektrum ist das Richtige für Sie?

Wie groß sind Ziel und Entfernung?

Um die besten Wärmebilder und die meisten Messpunkte zu erhalten, sollten Sie ein Objektiv wählen, das das Sichtfeld mit dem gewünschten Objekt ausfüllt. Gleichzeitig sollten Sie in der Regel die räumliche Auflösung optimieren, um sicherzustellen, dass das kleinste Objektdetail, das Sie sehen müssen, mit Ihrem momentanen Sichtfeld übereinstimmt.

Die räumliche Auflösung ist dasselbe wie das momentane Sichtfeld (IFOV). Beide sind das kleinste physikalische Detail, das Sie auf Ihrem Ziel erkennen können und basieren auf dem kleinsten Bereich, den ein einzelnes Kamerapixel (Detektor) abdeckt. Je näher Sie an einem Objekt sind, desto kleiner ist der Bereich, den ein Pixel erfasst (Bild 1).

Zum eigentlichen Sichtfeld (FOV): Es ändert sich auch das Sichtfeld, wenn Sie Objekte aus größerer Entfernung betrachten. Ähnlich wie bei der räumlichen Auflösung bedeutet dies weniger Bildpunkte auf dem Ziel. Im Idealfall sollte das Objekt daher das gesamte Sichtfeld ausfüllen.

Sobald Sie das gewünschte Sichtfeld und die räumliche Auflösung festgelegt haben, können Sie das beste Objektiv oder die beste Objektivgruppe für Ihre Anwendung auswählen. FLIR hat hier einen kostenlosen Online-Sichtfeldrechner entwickelt (www.flir.com/custhelp/calculator).

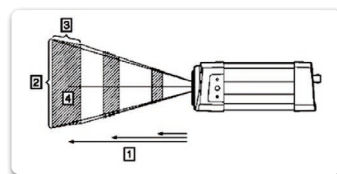


Bild 1: Sichtfeld und momentanes Sichtfeld



Autor:
David C. Bursell,
Business Development,
FLIR Systems, Inc.
research@flir.com
www.flir.com/science

Quelle:
7 Things to Know When Selecting
an IR Camera for R&D
redaktionell übersetzt
und gekürzt von FS

FLIR Camera Model	Detector Type	Thermal Sensitivity/NEDT	Temperature Range
A655sc	Microbolometer	<30 mK	-40°C to 650°C (-40°F to 1202°F) Optional Range: Up to 2000°C
A6751sc MWIR	Indium antimonide (InSb)	<18 mK	-20°C to 350°C (-4°F to 662°F) Optional Range: Up to 1500°C, 2000°C, or 3000°C
X6901sc LWIR	Strained Layer Superlattice (SLS)	<40 mK	-20°C to 650°C (-4°F to 1202°F) Optional Range: Up to 1500°C, 2000°C, or 3000°C

Tabelle 1: Temperaturbereich und Auflösung der gängigen IR-Kameras

Welcher Detektortyp ist am besten geeignet?

Die Empfindlichkeit der Temperaturmessung bestimmt der Detektor der IR-Kamera. Verschiedene Detektortechnologien nehmen Infrarotenergie bei unterschiedlichen Wellenlängen wahr. Der Wellenlängenbereich hat einen erheblichen Einfluss auf die Messergebnisse. Bild 2 zeigt eine typische atmosphärische IR-Transmissionskurve. Da gibt es eine gute IR-Transmission durch die Atmosphäre bei 7,5 bis 13 µm und bei 3 bis 5 µm. Wenn also Ihre Anwendung über große Entfernungen durch die Atmosphäre wirken muss, dann sind Detektoren, die in diesen Transmissionsfenstern arbeiten, optimal.

Ähnliche Überlegungen gelten für Anwendungen, wo man auf Materialien oder durch Materialien hindurch messen muss. Etwa bei der Bestimmung der Temperatur des Glühfadens einer Glühbirne muss man durch die Glasschicht schauen. Dazu ist eine Kamera erforderlich, die im Wellenlängenbereich von 3 bis 4,1 µm erfasst.

Welche Arten der Temperaturanalyse und der Erstellung von Berichten sind erforderlich?

Überlegungen zur Infrarotkamera allein genügen nicht. Hinzu kommen die Datenanalyse und die Erstellung von Berichten (Datenaustausch).

Die temperaturkalibrierten IR-Kameras von FLIR liefern einen Temperaturwert für jedes Pixel in Kelvin, Fahrenheit und Celsius. Allein so ein Bild ist eine großartige Möglichkeit, um schnell zu erkennen, wo Ihr Ziel sehr heiß oder kalt ist.

Dennoch können Techniken zur Bildverbesserung, Bildsubtraktion, Emissionsgrad und die Erstellung von Diagrammen und Kurven nützlich sein, um die thermischen Veränderungen eines Zielobjekts wirklich zu verstehen.

Das grundlegendste Werkzeug in der Thermografie ist die Bildverbesserung, die Anpassung der Farbpalette des Bildes in Niveau und Umfang. Damit können Sie das Bild verbessern und die subtilen Temperaturunterschiede hervorheben und außerdem mit Software, die die Subtraktion eines Basislinienbildes von dem bestehenden Bild ermöglicht, alle reflektierten Umgebungstemperaturen entfernen und extrem kleine Temperaturunterschiede sichtbar machen. Dies ist entscheidend für Objekte, die reflektierend sind oder einen geringen Emissionsgrad haben. Weitere Werkzeuge ermöglichen die Aufzeichnung von Daten in Diagrammen oder Grafiken, wie Histogramm, Linienprofil-Diagramm und Diagramm Temperatur vs. Zeit. Das hilft Ihnen bei der Charakterisierung der Wärmeverteilung und Temperaturänderungen im Laufe der Zeit. Bild 3 zeigt ein Beispiel.

An einem bestimmten Punkt eines F&E-Projekts werden die gesammelten und analysierten Daten mit anderen geteilt. Z.B. können Sie Rohdaten an Kollegen zur weiteren Analyse oder die Analyseergebnisse an Kunden weitergeben. Daher ist es wichtig, zu wissen, mit wem Sie die Daten teilen werden und welches Format der Mitwirkende benötigt. In vielen Fällen ist eine individuelle Datenanalyse mit Software von Drittanbietern wie wie MatLab oder

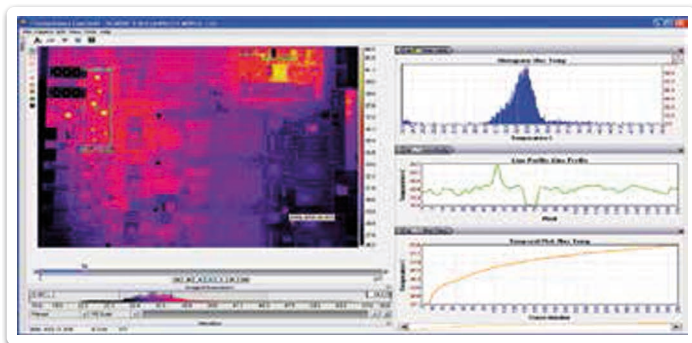


Bild 3: Berichterstellung mit Softwaretools zur Datenanalyse (Beispiel)

Excel gewünscht. Ein IR-Software-Paket, das Datenexport, z.B. in eine CSV-Datei, ermöglicht, ist ideal für die Verwendung in Excel oder MatLab. Ebenso werden Daten, die über einen langen Zeitraum gesammelt wurden, am besten als Datenprotokolldatei weitergegeben, wobei sie in eine Textdatei oder ein Tabellenkalkulations-Dateiformat exportiert werden.

Statische Bilder oder Filmdateien, die in E-Mails, Folienpräsentationen oder Textdokumente eingefügt werden, können die Ergebnisse der IR-Analyse am besten veranschaulichen. Daher ist die Möglichkeit, IR-Bilder als JPG- oder BMP-Dateien für statische Bilder und Filme als AVI oder WMV zu exportieren, ein Muss.

Welches Zubehör ist erforderlich?

Die Anforderungen an die Projekt-ausrüstung können über den Bedarf an einer Infrarotkamera und Software hinausgehen. Zum Beispiel benötigen Sie möglicherweise ein Schutzgehäuse oder ein Fernbedienungssystem. Ihr Anbieter von IR-Kameras sollte dieses Zubehör als schlüsselfertige Lösungen. Oder für die Montage der Kamera im Freien oder in Produktionsumgebungen können Sie ein Gehäuse mit einem speziellen Infrarotfenster in Betracht ziehen. Ein weiteres gängiges Zubehör ist eine Kabelverlängerung für Situationen, in denen die

Kamera weit vom Kameramann entfernt ist. In diesem Fall können Sie auch Ethernet-, Firewire- oder CameraLink-zu-Glasfaser-Extender verwenden, mit denen Sie die thermischen Daten bei voller Bildrate über mehrere Kilometer übertragen können. Bild 4 zeigt Zubehör von FLIR.

Welche Support- und Schulungsangebote gibt es?

Dieser Punkt wird beim Kauf einer IR-Kamera häufig übersehen. Wie bei anderen hochentwickelten Instrumenten auch, bieten IR-Kameras eine breite Palette von Möglichkeiten. Die Unterstützung durch die Anwendung und andere Hersteller ist wichtig, um das Beste aus Ihrer Investition in ein Kamerasystem herauszuholen. Die Unterstützung kann simpel oder komplex sein.

Weitere Informationen finden Sie im FLIR-Handbuch für Infrarotkameras unter www.flir.com/science-guidebook.



Bild 4: Verschiedenes Zubehör

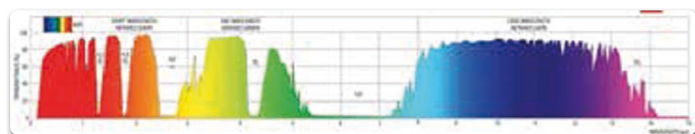


Bild 2: Atmosphärische Transmission für Infrarotenergie