

"Formación básica en termografía infrarroja"



por

Clemente Ibarra, Abdelhakim Bendada et Xavier Maldague

Cátedra de investigación de Canada en Visión Infrarroja Multipolar
Laboratorio de visión y sistemas digitales
Departamento de ingeniería eléctrica y de ingeniería informática
Pavillon Adrien-Pouliot, 1065, av. de la Médecine
Université Laval, Quebec (QC) Canadá, G1V 0A6
Teléfono: +1 (418) 656-2962
Fax : +1 (418) 656-3159
{IbarraC, Bendada, MaldagX}@ulaval.ca

PLAN DE CURSO

PARTIE I. TEORÍA DE BASE

1. La radiación térmica

- 1.1. Introducción*
- 1.2. Historia*
- 1.3. El espectro electromagnético*
- 1.4. Definiciones*

2. Cuerpo negro

- 2.1. Ley de Planck*
- 2.2. Ley de Wien*
- 2.3. Ley de Stefan-Boltzmann*
- 2.4. Corps noir pratiques*

3. Objetos reales

- 3.1. Radiación térmica en objetos reales*
- 3.2. Emisividad*
- 3.3. Impacto del ambiente externo*
- 3.4. Impacto de la atmósfera*
- 3.5. Reflejos y transmisiones parásitas*
- 3.6. Campo de visión (FOV)*
- 3.7. Soluciones prácticas a los problemas de toma de datos*

4. EL sistema infrarrojo

- 4.1. Componentes típicos*
- 4.2. Detectores térmicos*
- 4.3. Detectores cuánticos*
- 4.4. Microbolómetros, CCDs, CMOS*
- 4.5. Pirómetros y cámaras IR*
- 4.6. ¿Cómo escoger un pirómetro?*

5. Transferencia de calor

- 5.1. Mecanismos*
- 5.2. La ecuación de difusión de calor*
- 5.3. Ondas térmicas*
- 5.4. Modelos térmicos*

PARTIE II. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS POR TERMOGRAFÍA IR

1. Las técnicas de ensayos no destructivos, END

- 1.1. Ultrasonidos*
- 1.2. Rayos X*
- 1.3. Corrientes de Eddy*
- 1.4. Líquidos penetrantes*
- 1.5. Inspección visual*
- 1.6. Termografía infrarroja*
- 1.7. Ventajas y desventajas de la termografía infrarroja*

2. Configuraciones

- 2.1. Pasiva/Activa*
- 2.2. Disposición*
- 2.3. Fuentes de estimulación térmica*
- 2.4. El sistema termográfico en END*

3. Técnicas

- 3.1. Termografía pulsada*
- 3.2. Termografía de pulso largo*
- 3.3. Termografía modulada*
- 3.4. Vibro-termografía*

PARTIE III. PROCESADO DE SEÑALES

1. Formación de imágenes

- 1.1. Representaciones 1D : perfiles espaciales/temporales*
- 1.2. Representaciones 2D : thermo-gramas, tiempo-gramas,..x-gramas*
- 1.3. Representaciones 3D : vistas 3D*
- 1.4. Videos*
- 1.5. Compresión de la información*
- 1.6. Degradación de la señal infrarroja*

2. Pre-procedado (corrección de las no-uniformidades)

- 2.1. Píxeles defectuosos*
- 2.2. Viñetage*
- 2.3. Patrones de ruido fijo*
- 2.4. Calibración de temperatura*

2.5. Filtrado de señales

3. Técnicas de procesado

3.1. Contraste térmico clásico

3.2. Contraste absoluto diferencial (DAC)

3.3. Reconstrucción de señales termográficas (TSR)

3.4. Termografía de componentes principales (PCT)

3.5. Termografía de fase pulsada (PPT)

3.6. Ejemplo comparativo

4. Superficies no-planas

4.1. EL problema de la forma

4.2. Corrección con fuente omnidireccional

4.3. Estéreo visible-infrarrojo

4.4. Corrección directa a partir del termograma

4.5. Shape-from-Heating

PARTIE IV. CARACTERIZACIÓN DE DEFECTOS

1. Detección de defectos

1.1. Algoritmo automático de detección de defectos

1.2. Gradientes

1.3. Método de detección de Canny

1.4. Histogramas

1.5. Full Width Half Maximum (FWHM)

2. Determinación de la profundidad

2.1. Contraste térmico

2.2. Método estadístico

2.3. Redes de neuronas

2.4. Transformada de Laplace

2.5. Frecuencia límite

3. Determinación de las propiedades térmicas

3.1. Método Parker (o método "flash")

3.2. Transformada de Laplace

PARTIE V. APLICACIONES

- 1. Caracterización de placas de acero por termografía de fase pulsada**
- 2. Inspección de materiales compuestos**
- 3. Evaluación del grado de corrosión en parte aeronáuticas de aluminio**
- 4. Inspección de fisuras microscópicas por vibro-termografía**
- 5. Inspección de reparaciones en estructuras aeroespaciales**