

Centro de Imagenología Biotérmica de la Universidad de Sonora

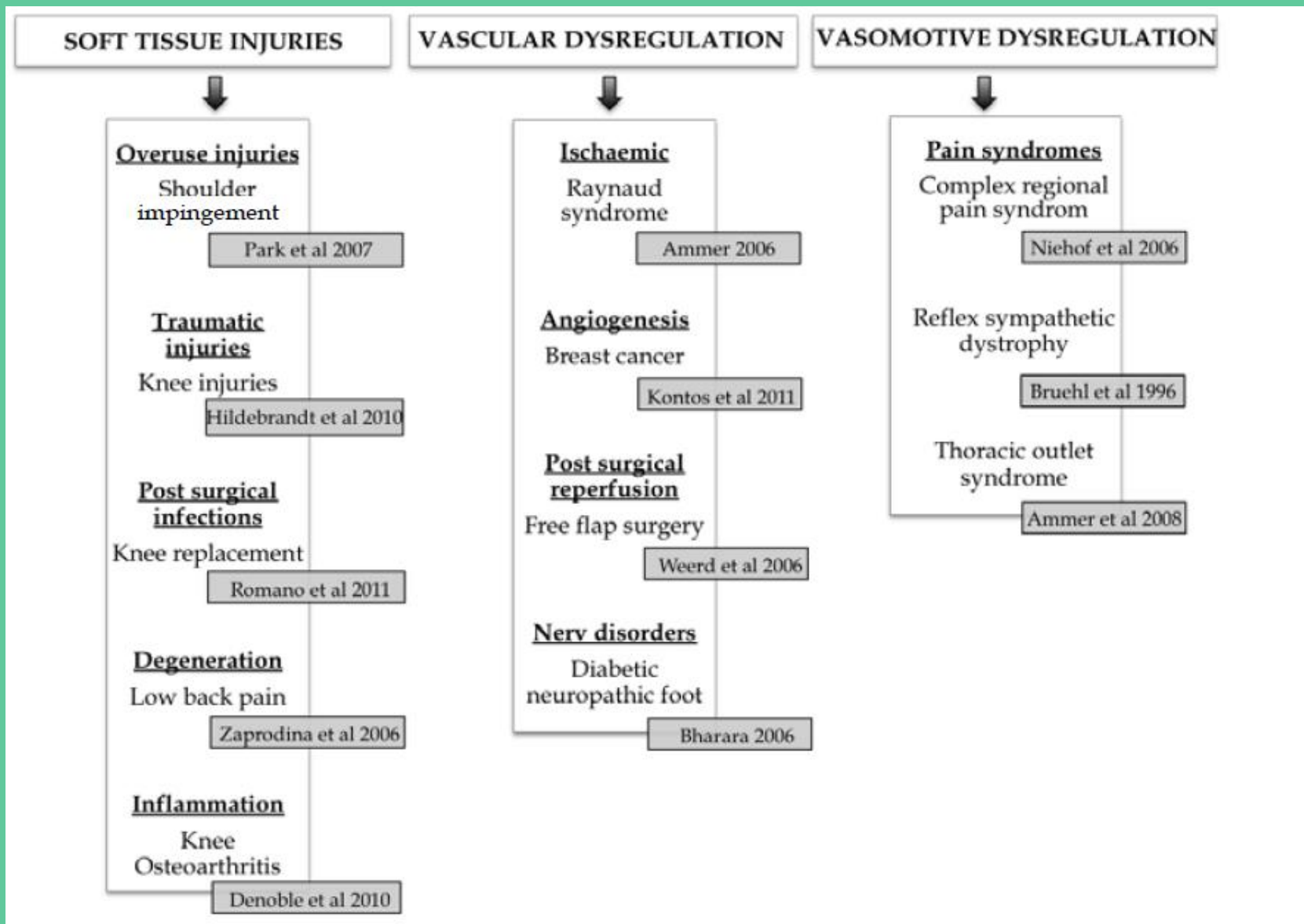
Aplicaciones biomédicas e industriales
mediante el análisis de la radiación
infrarroja

M. Barboza-Flores

Departamento de Investigación en Física

Universidad de Sonora

Aplicaciones médicas de la termografía digital infrarroja



Aplicaciones médicas de la termografía digital infrarroja

Thermoregulation

Breast cancer detection

**Diagnosis of diabetic neuropathy and
vascular disorder**

Fever screening

Dental diagnosis

Dermatological applications

Blood pressure monitoring

Diagnosis of rheumatic diseases

**Diagnosis of dry eye syndrome and ocular
diseases**

Diagnosis of liver diseases

Treatment of kidney

Heart operation

Gynecology

Personality testing and brain imaging

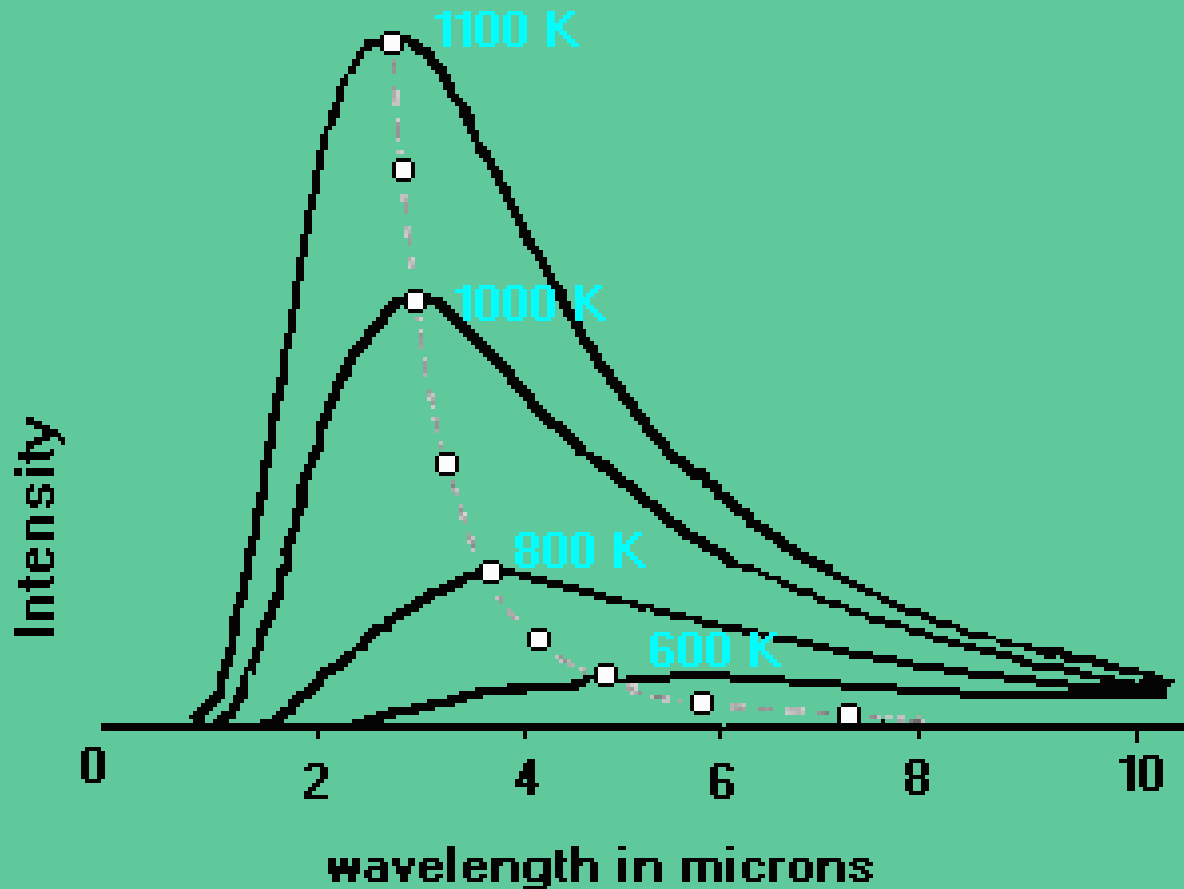
¿Para qué se utiliza actualmente la termografía en el área médica?

- **Para la detección temprana del cáncer de piel.**
- **Como técnica complementaria para el diagnóstico de cáncer de mama.**
- **Para el estudio y localización exacta de puntos de dolor, medida de los mismos y ayuda en su diagnóstico.**
- **Para la monitorización evolutiva de la efectividad de anestesia local en extremidades.**
- **Para la localización rápida de patologías en músculos y huesos, y en sistemas cardiovascular o neurológico.**
- **Para el análisis de la condición funcional de los tejidos blandos lesionados para elegir el tratamiento mejor y más apropiado.**
- **Para el estudio de la implicación de raíces nerviosas en patologías, incluyendo nervios raquídeos.**
- **Para la valoración de gravedad de quemaduras.**
- **Para monitorizar la evolución de injertos y úlceras.**
- **Para la realización de cirugías de corazón abierto.**
- **Para pruebas vasculares con “cold stress” .**
- **Para documentar de manera objetiva sobre el tratamiento más adecuado en diversas dolencias.**

Contenido

- Introducción a la Radiación Infrarroja
- Aplicaciones Médicas
- Detección de Cáncer
- Modelado Térmico de Tejido Biológico
- Aplicaciones en Sistemas Nanoestructurados
- Conclusiones

Curva de Planck



- Max Planck derivó la intensidad de la radiación emitida por cualquier objeto como función de la longitud de onda y descubrió que esa distribución esta definida por su temperatura.
- Una vez que la temperatura del cuerpo es especificada, la ley de Planck puede ser usada para calcular la intensidad de la luz emitida a determinada longitud de onda.
- De la misma manera si la distribución de la intensidad emitida por un objeto es medida se puede obtener su temperatura.

El cuerpo negro

La ley de Stefan y Boltzmann

La energía total radiada por unidad de área y por unidad de tiempo por un cuerpo negro es directamente proporcional a la cuarta potencia de la temperatura termodinámica

$$F = \sigma T^4$$

$$\sigma = \frac{2\pi^5 k^4}{15c^2 h^3} = 5.670400(40) \times 10^{-8} \text{ J s}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-4}$$

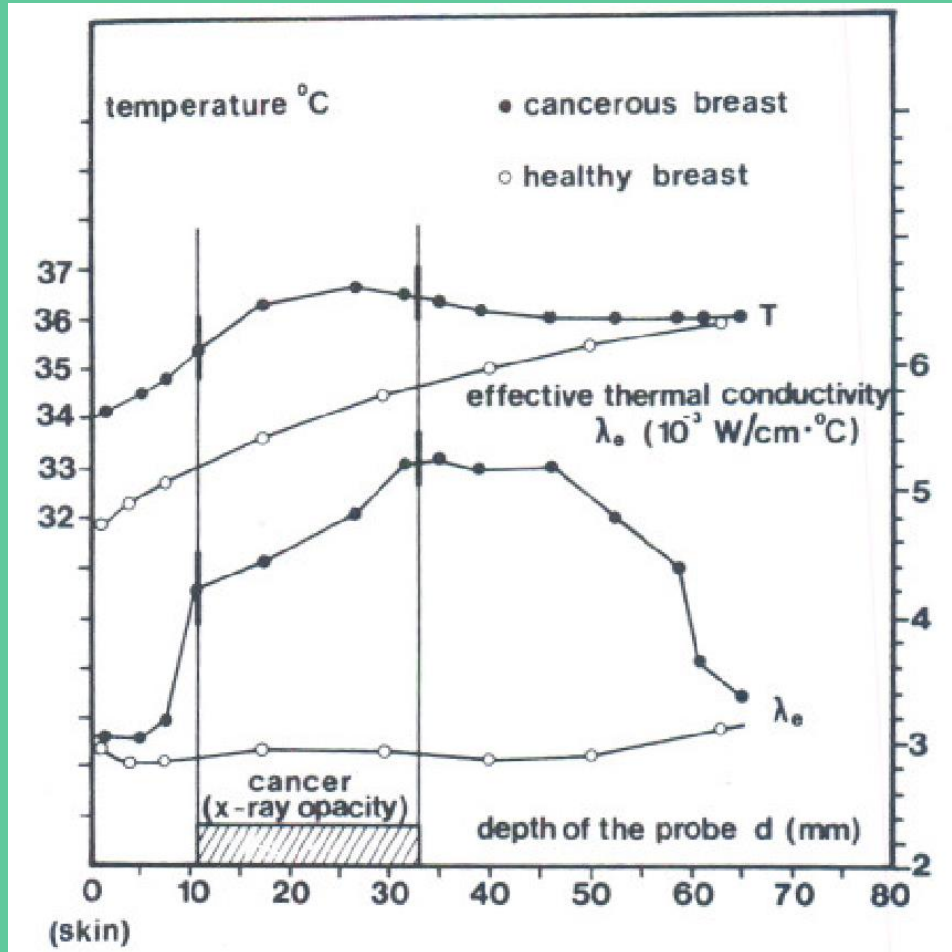
Aplicaciones Médicas: Cáncer

- El primer registro del uso de la temperatura corporal como signo de enfermedad fué en el año 480 AC por Hipócrates.
- El aumento de la temperatura corporal ha sido desde entonces utilizado como signo de enfermedad y muchas veces como un indicador del progreso de la enfermedad.

Termografía Médica

- La piel humana emite principalmente en el rango de 2-20 μm , la máxima emisión se encuentra entre 9-10 μm .
- La emisividad de la piel humana es más o menos constante en los rangos de 2-14 μm con valores de 0.98 ± 0.01 para piel negra y 0.97 ± 0.02 para piel blanca, por lo que la piel se comporta como un cuerpo negro en esta rango de longitudes de onda.

Gautherie, Ann. N.Y. Acad. Sci., 1980



- Estudio de 14 años, 58,000 pacientes analizados con termografía, 4,000 de ellos con carcinoma.
- Medición de temperatura y conductividad térmica *in-vivo* en 147 pacientes con cáncer de seno.
- Seguimiento de pacientes con o sin tratamiento.

Temperatura y conductividad térmica en tejido sano y tejido canceroso

**Centro de Imagenología Biotémica (CIB)
Universidad de Sonora
Cáncer de mama**



Termopatología del cáncer y detección mediante dispositivos infrarrojos

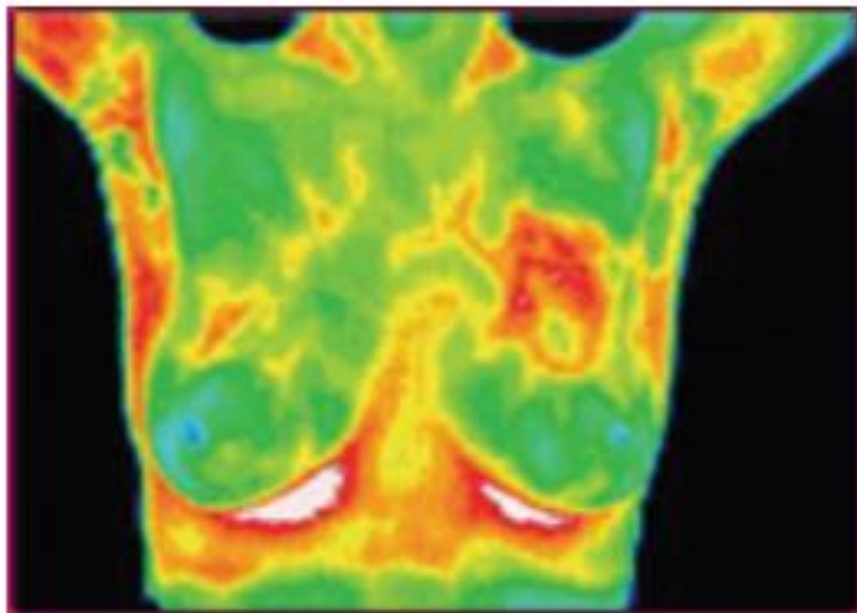
- El crecimiento acelerado de tumores cancerosos es debido a un metabolismo más acelerado y una mayor vascularización del tejido que el tejido normal.
- La diferencia en consumo de energía del tejido sano y tejido canceroso provoca pequeños cambios en la temperatura del tejido que pueden ser detectados con una cámara infrarroja.

Cáncer mamario

- Los tumores de seno pueden provocar cambios de temperatura suficientemente grandes para causar una perturbación local en la piel del paciente.
- Un tumor de seno puede provocar una elevación de 1 o 2 °C en la superficie de la piel.

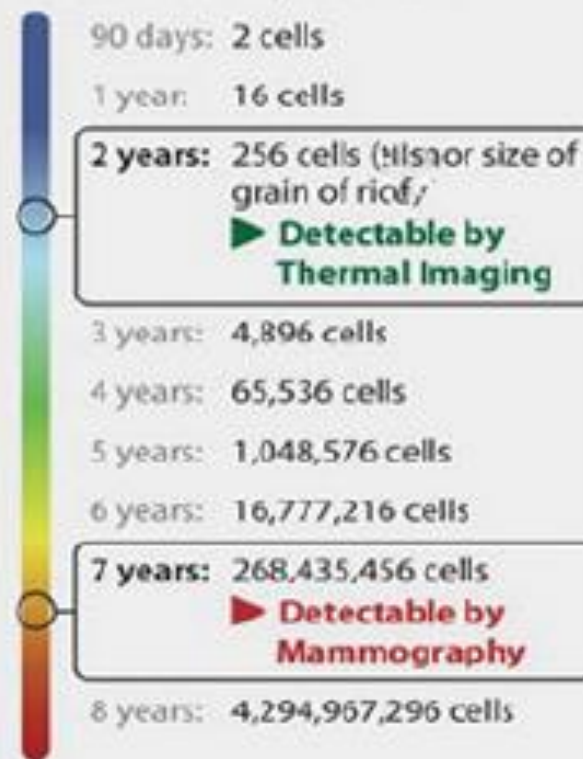
Nanothermometry → Thermal Imaging – Why?

- Tumors are “warmer” because their larger metabolic activity and also because the more intense blood circulation in its surroundings



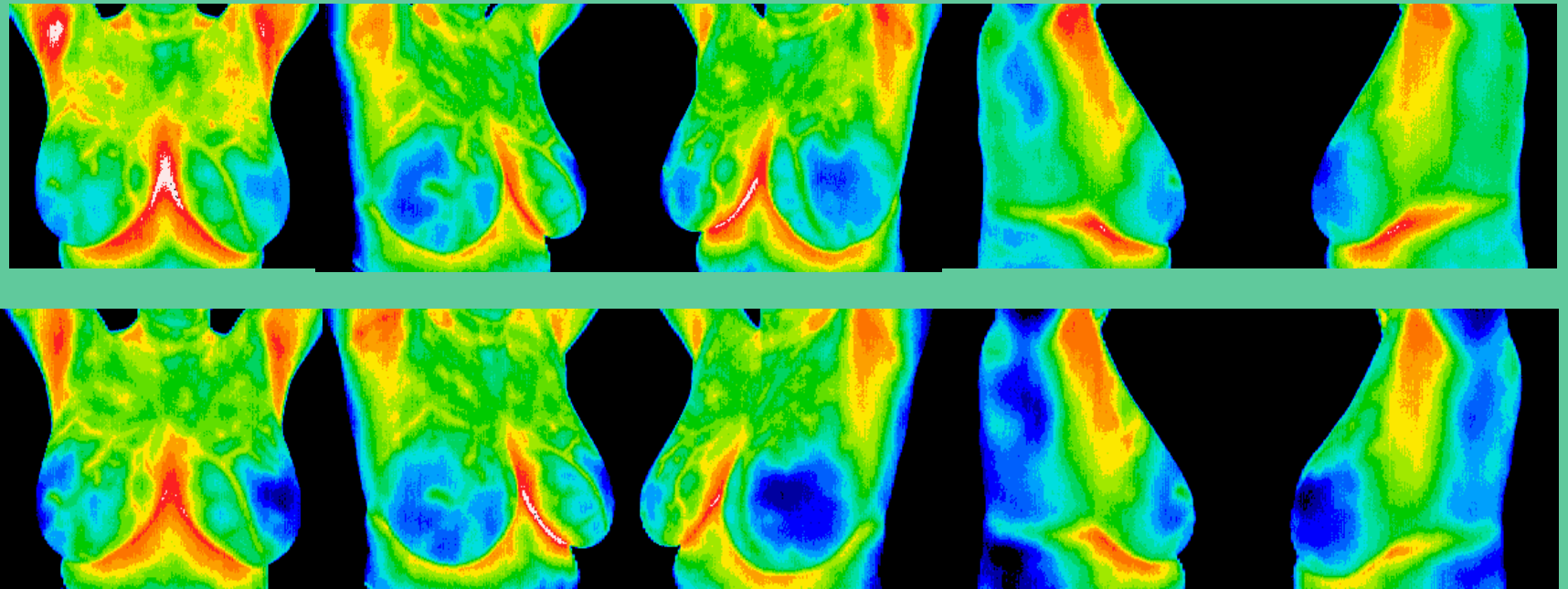
- Early detection of disease
- Several years before a mammogram

Tumors and other diseases are easily treated with early detection.

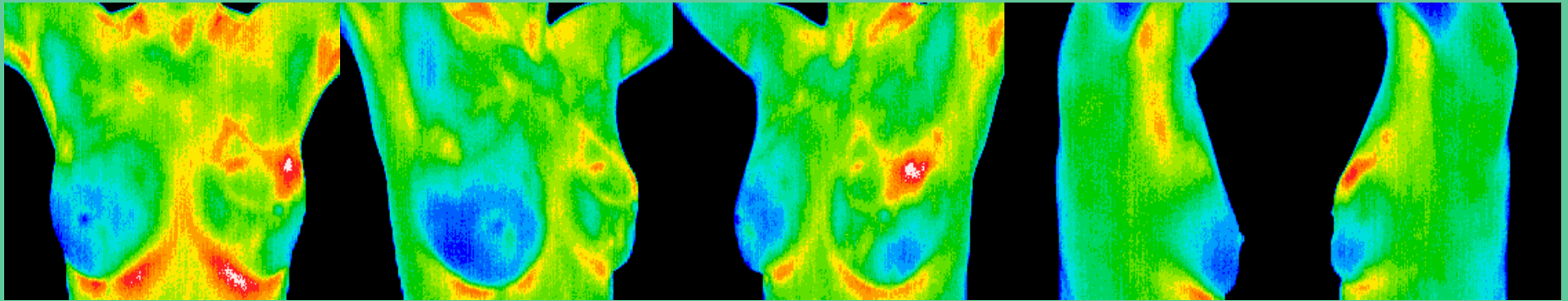


- El proyecto de detección temprana de cancer llevado a cabo en EEUU de 1973 a 1981 concluyó que la Termografía Infrarroja es capaz de diferenciar los pacientes que sean más propensos a padecer cáncer.
- La FDA aprobó en 1982 la termografía infrarroja como una técnica AUXILIAR en el diagnóstico de cáncer de seno.

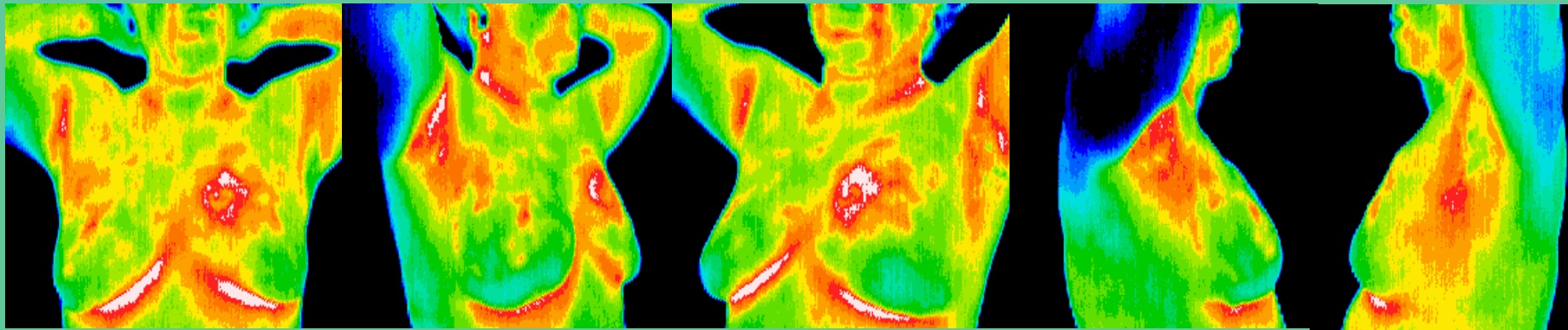
Comparación de un estudio termográfico basal y después de transcurrido un año



No se observan cambios en estudios comparativos anuales



Thermal asymmetries relating to a developing DCIS at 1 O'clock in the left breast.



Thermal asymmetries relating to an advanced DCIS (3cm) at 10 O'clock in the left breast.

CENTRO DE IMAGENOLOGÍA BIOTÉRMICA (CIB)

Simulación y modelación computacional de la radiación infrarroja asociada al tejido mamario sano y anómalo.

Detección de tejido sano y no sano mediante termogramas procesados con algoritmos de reconocimiento de patrones, redes neuronales y modelos de inteligencia artificial.

Utilización de sistemas nanoestructurados biocompatibles y adecuadamente funcionalizados para incrementar la sensibilidad termográfica infrarroja de lesiones tumorales, *in situ*, *in vivo* y en tiempo real.

The accuracy of digital infrared imaging for breast cancer detection in women undergoing breast biopsy

G.C. Wishart^{a,b,c,*}, M. Campisi^d, M. Boswell^a, D. Chapman^a, V. Shackleton^a, S. Iddles^a,
A. Hallett^a, P.D. Britton^{a,b}

^aCambridge Breast Unit, Addenbrookes Hospital, Hills Road, Cambridge, CB2 2QQ, UK

^bNIHR Cambridge Biomedical Research Centre, Addenbrookes Hospital, Hills Road, Cambridge, CB2 2QQ, UK

^cFaculty of Health & Social Care, Anglia Ruskin University, East Road, Cambridge, UK

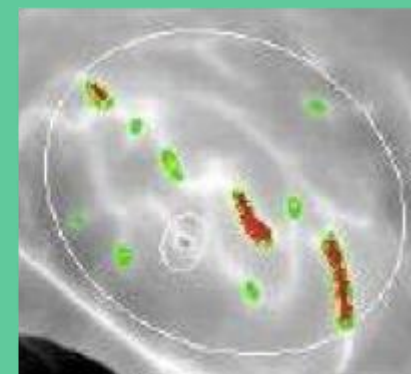
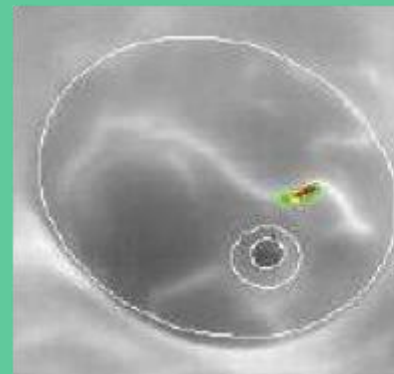
^dFaculty of Electrical & Computer Engineering, Polytechnic Institute of New York University, New York, USA

Accepted 5 April 2010

Available online 8 May 2010



Dr. Wishart del Cambridge Breast Unit (UK), en conjunto con dos instituciones médicas y el Polytechnic Institute of New York University, informaron sobre la obtención de una sensibilidad de 78% y especificidad de 75%, en un estudio termográfico de 100 mujeres menores de 50 años.



VENTAJAS DE LA TERMOGRAFÍA DIGITAL INFRARROJA.

La termografía infrarroja aprobada por la FDA en 1985 (método complementario para la detección y diagnóstico de cáncer de mama).

La literatura indica más de 800 artículos científicos en revistas especializadas con estricto arbitraje de pares, incluye la participación de más de 300 000 pacientes.

La termografía infrarroja posee una sensibilidad y especificidad del 90% con adecuados protocolos.

Es totalmente inocua, no invasiva y no utiliza exposición de radiación de ningún tipo.

Algunos autores expresan que la TI puede detectar el cáncer 10 años antes de que pueda ser detectado por otro método.

La TI puede aumentar los niveles de detección temprana cuando es utilizada con otros métodos.

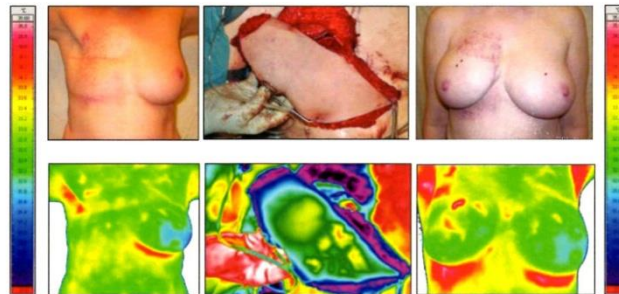
The Northern Norwegian Centre for Medical Thermography Norway

UNIVERSITY OF TROMSØ UIT



FACULTY OF HEALTH SCIENCES
DEPARTMENT OF MEDICAL BIOLOGY
CARDIOVASCULAR RESEARCH GROUP

Free Perforator Flap Surgery and Dynamic Infrared Thermography - a clinical and experimental study

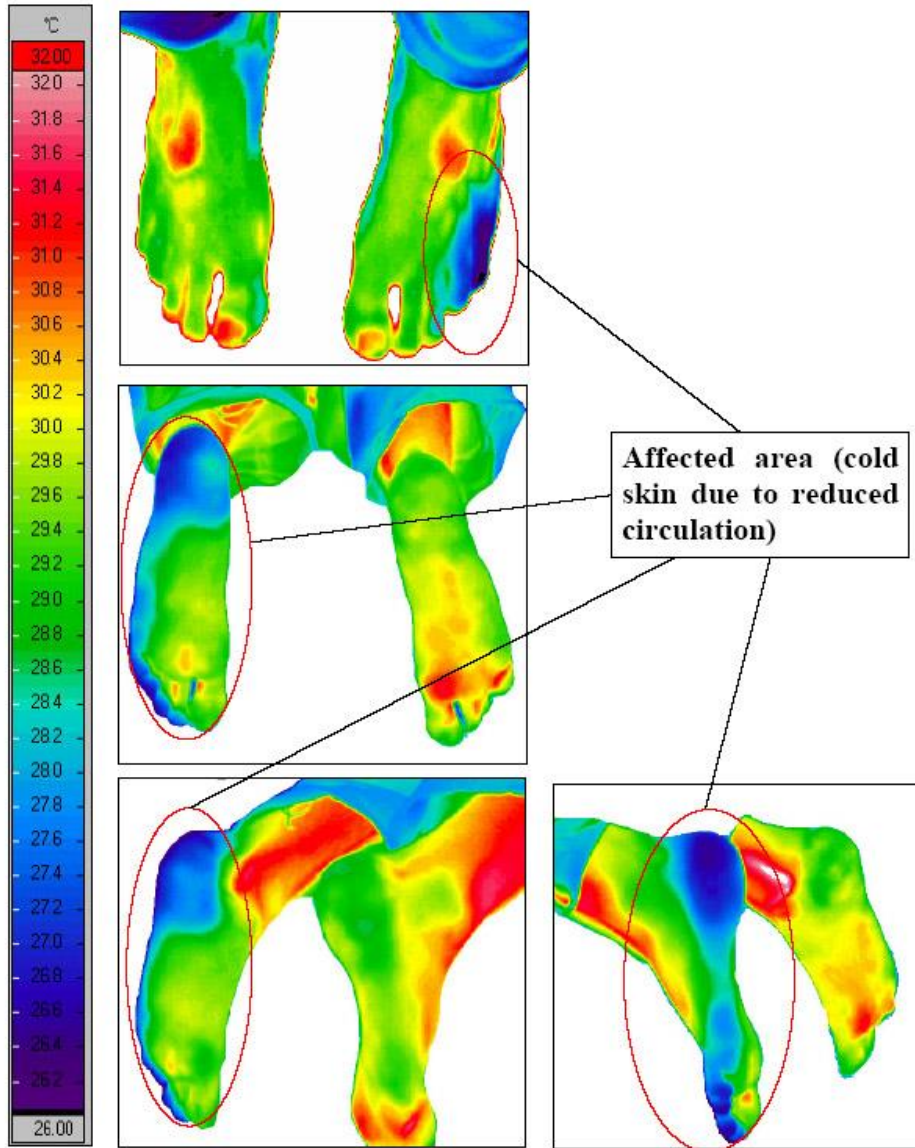


Louis de Weerd

A dissertation for the degree of Philosophiae Doctor

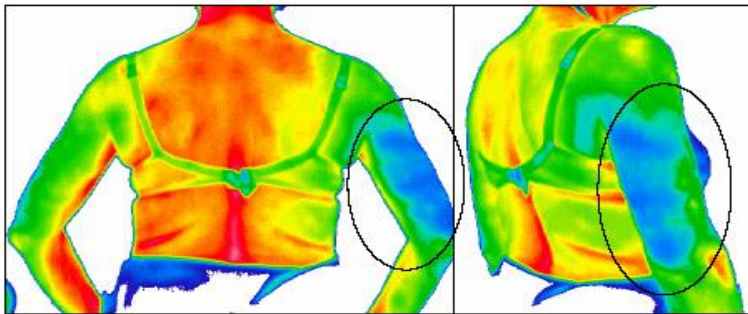
June 2010

Non-freezing cold injury (NFCI) in left foot of 26 year old male subject following cold exposure during military exercise

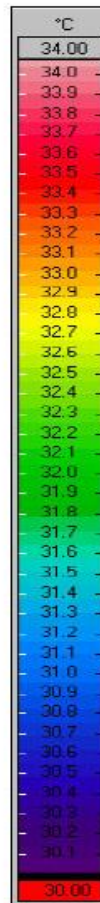
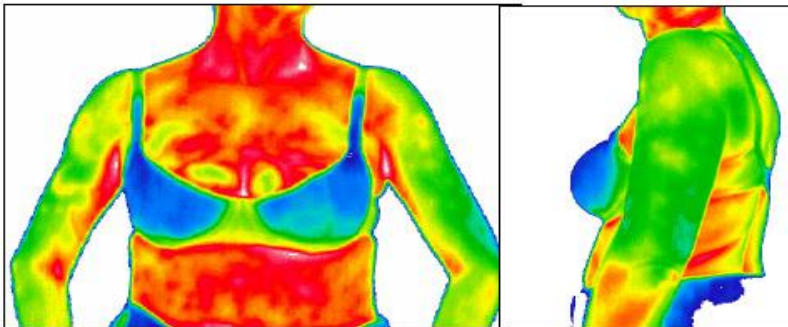


APLICACIONES MÉDICAS:
Detección de áreas de circulación deficiente, inflamaciones, heridas internas, visualización del dolor.

Infrared thermography and visualisation of pain



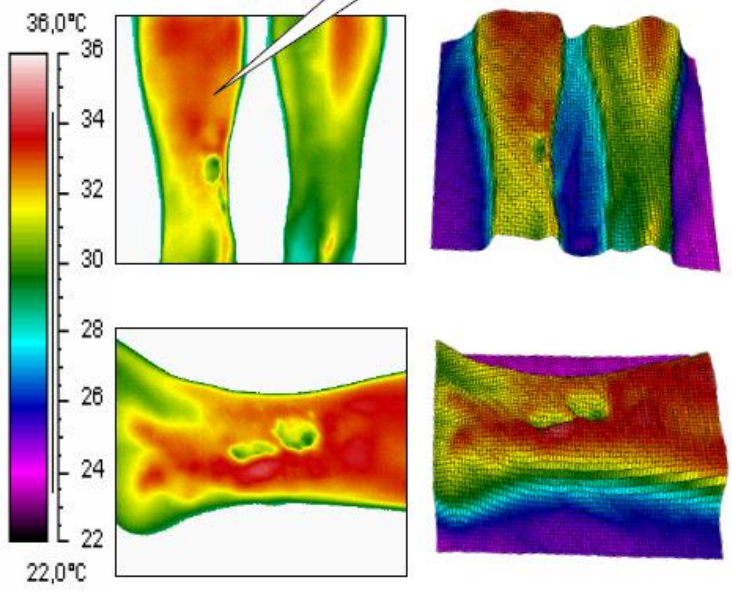
Non-specific muscle pain in upper right arm. The area of discomfort closely matched the area of cooler skin (blue coloured area inside black circles).



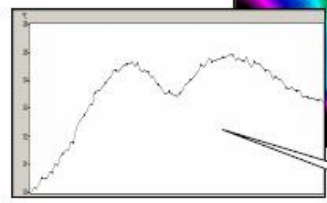
Normal and 3D-infrared thermograms of venous leg ulcers (inside of r. leg)



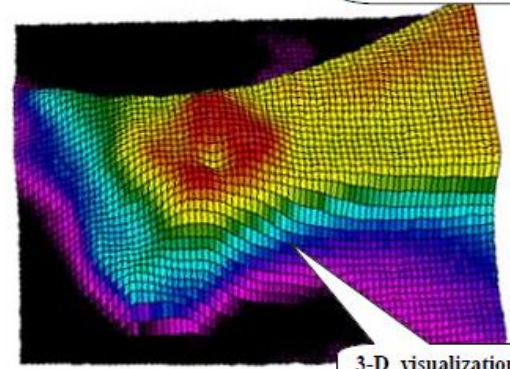
Note "inflamed" right leg.



Chronic venous ulcer

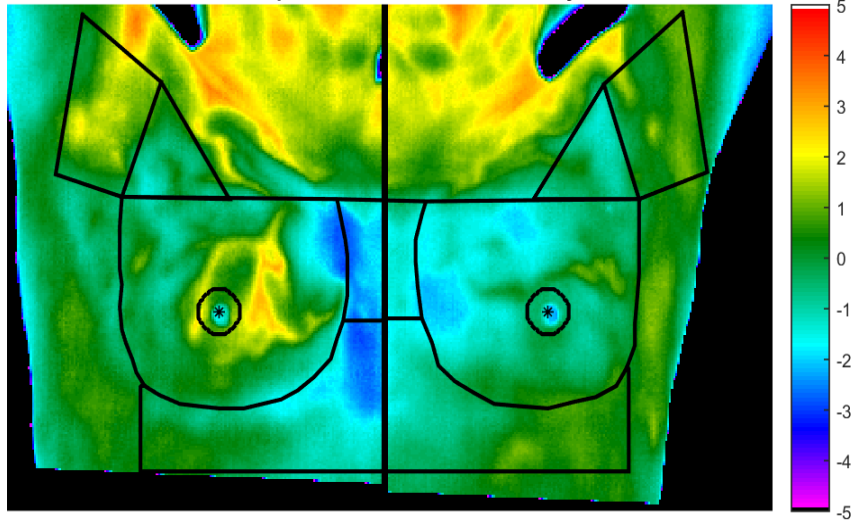


Temperature profile across ulcer



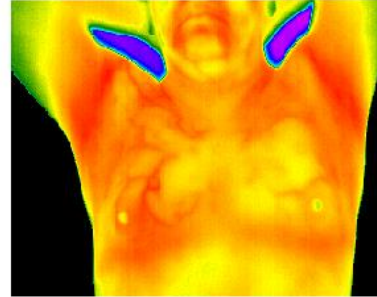
3-D visualization of infrared image

CENTRO DE IMAGENOLÓGÍA BIOTÉRMICA UNIVERSIDAD DE SONORA



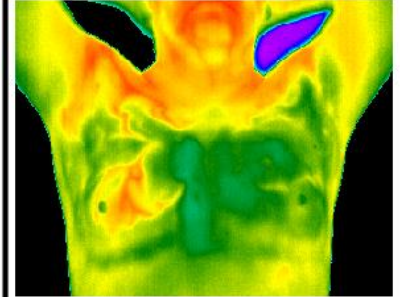
Anterior

AguCat100309A2BA-f.fpf



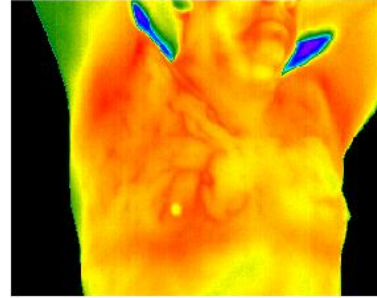
Anterior (enfriado)

AguCat100309A2BA-fc.fpf



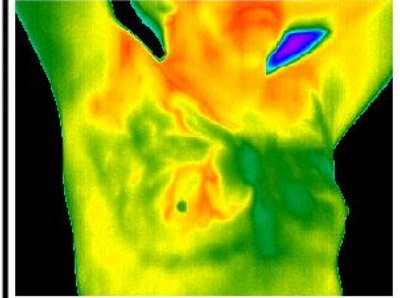
Oblicua derecha

AguCat100309A2BOR-f.fpf



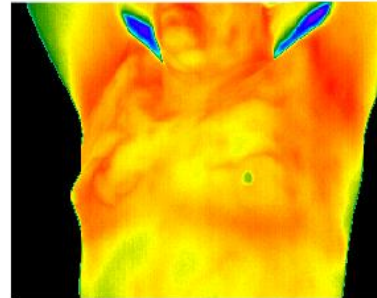
Oblicua derecha (enfriado)

AguCat100309A2BOR-fc.fpf



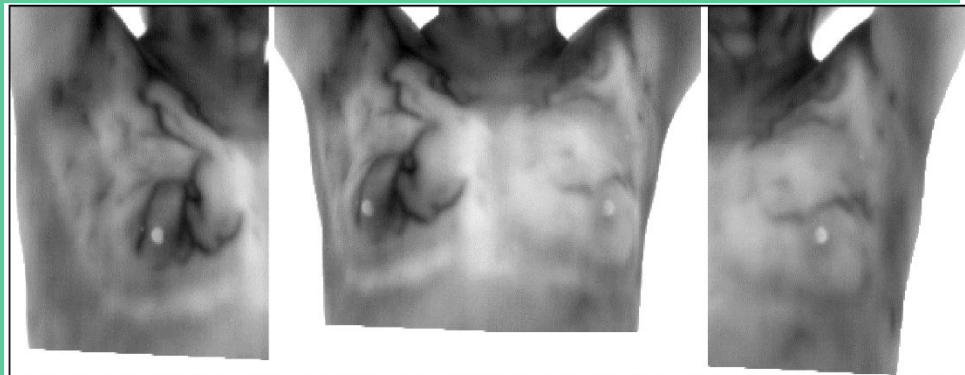
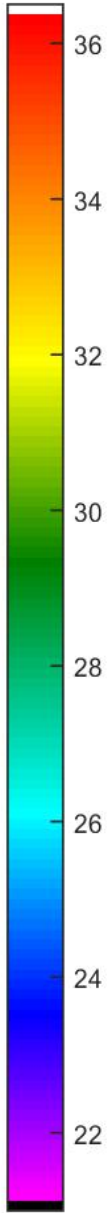
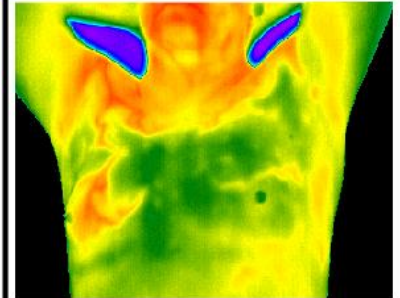
Oblicua izquierda

AguCat100309A2BOL-f.fpf



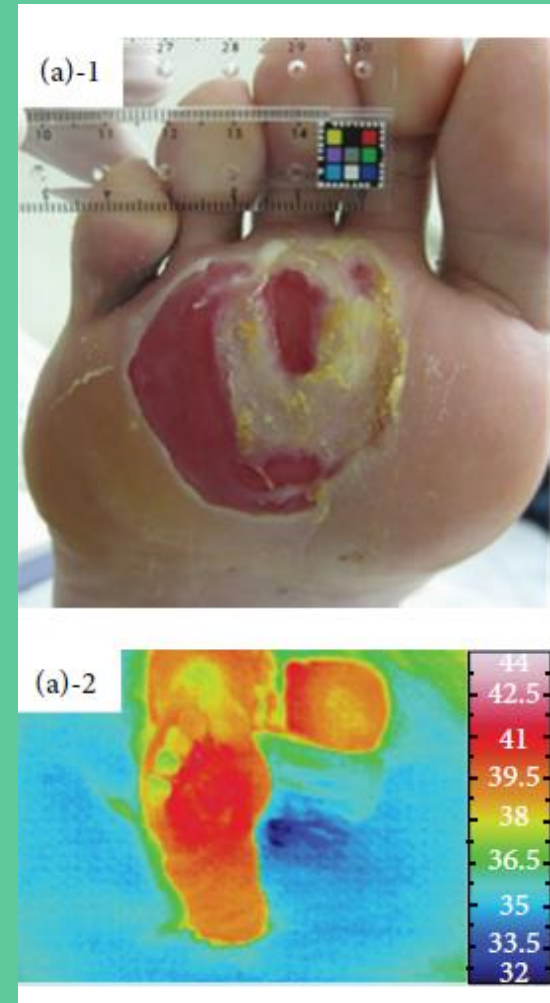
Oblicua izquierda (enfriado)

AguCat100309A2BOL-fc.fpf



Termografía y pie diabético

- Estudios recientes indican que existe una relación entre el aumento de temperatura del pie y complicaciones de la diabetes. El incremento de temperatura puede aparecer hasta una semana anterior a la ocurrencia de una úlcera. El aumento de temperatura puede indicar que se está desarrollando una úlcera o un proceso de inflamación.
- La diferencia de temperatura entre las regiones contralaterales del pie izquierdo y derecho es un signo de padecimiento de diabetes. A pesar de que se recomienda evaluar la temperatura de los pies en pacientes diabéticos, la evaluación térmica de los pies no ha sido integrada a los estándares o protocolos actuales de atención al paciente diabético.



Conclusión

La termografía infrarroja, como estudio complementario, puede ser útil en el detección temprana de cáncer mamario y lesiones en pie diabético

Problema actual: FLIR A320



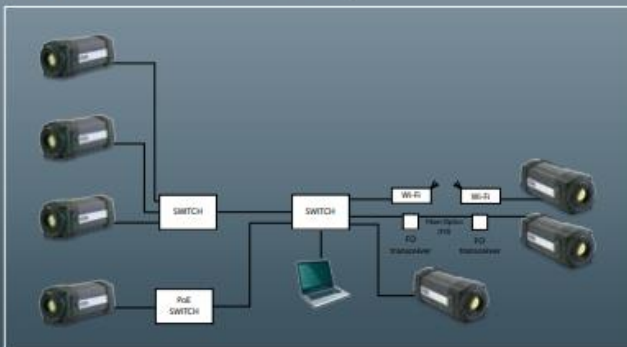
YOUR INFRARED EYE FOR SAFETY APPLICATIONS



FLIR A320 - stand alone system



FLIR A320 - multi camera system



Technical specifications

Measurement analysis

Analysis

4 Spotmeters
4 Areas (Box, max/min/average/position)
Isotherm (above, below, interval)
Reference temperature
Temperature Difference (between measurement functions Reference temperature)
Measurement Mask Filter
File sending (ftp)
email (SMTP)
Global and individual object parameters

Schedule response

Measurement corrections

Alarm functions

Response

6 automatic alarms on any selected measurement function, Digital In, Camera temperature function
Digital Out, log, store image, file sending (ftp), email (SMTP), notification

Ethernet

Ethernet, purpose
Ethernet, type
Ethernet, standard
Ethernet, connector type
Ethernet, communication
Ethernet, video streaming

Control, result and image
100 Mbps
IEEE 802.3
RJ-45
TCP/IP socket-based FLIR proprietary
MPEG-4, ISO/IEC 14496-1 MPEG-4 ASP@L5
Power over Ethernet, PoE IEEE 802.3af class 0
16-bit 320 x 240 pixels
- Signal linear
- Temperature linear
- Radiometric
TCP, UDP, SNTp, RTSP, RTP, HTTP, ICMP
IGMP, ftp, SMTP, SMB (CIFS), DHCP, MDNS (Bonjour), uPnP

Ethernet, power

Ethernet, image streaming

Ethernet, protocols

Digital Input/Output

Digital input
Digital input, purpose

2 opto-isolated, 10-30 VDC
Image tag (start/stop/general),
Input ext. device (programmatically read)
2 opto-isolated, 10-30 VDC, max 100 mA
As function of alarm,
output to ext. device (programmatically set)
500 VRMS
12/24 VDC, max 200 mA
6-pole jackable screw terminal

Digital output

Digital output, purpose

Digital I/O, isolation voltage

Digital I/O, supply voltage

Digital I/O, connector type

Composite video

Video, purpose

Composite video output, PAL and NTSC compatible
Standard BNC connector

Video, connector type

Imaging and optical data

Field of view (FOV)
Close focus limit
Focal length
Spatial resolution (IFOV)
Lens identification
F-number
Thermal sensitivity/NETD
Image frequency

Built-in 25° x 19°
0.4 m (1.31 ft.)
18 mm (0.7 in.)
1.36 mrad
Automatic
1.3
50 mK @ +30 °C (+86 °F)
Up to 30 Hz, image stream and system dependent.
Automatic or manual (built in motor)
1-8x continuous, interpolating zooming on images

Focus

Electronic zoom

Detector data

Detector type

Focal Plane Array (FPA), uncooled microbolometer
75-13 µm
320 x 240 pixels
25 µm
Typical 12 ms

Spectral range

Resolution

Detector pitch

Detector time constant

Measurement

Object temperature range*

-20 °C to +120 °C (-4 °F to +248 °F)
0 °C to +350 °C (32 °F to +662 °F)
optional 250 °C to +1200 °C (482 °F to 2192 °F)
±2 °C (±3.6 °F) or ±2% of reading

Accuracy

Power system

External power operation
External power, connector type
Voltage

12/24 VDC, 24 W absolute max
2-pole jackable screw terminal
Allowed range 10-30 VDC

Environmental data

Operating temperature range
Storage temperature range
Humidity (operating and storage)
EMC

Encapsulation

Bump

Vibration

-15 °C to +50 °C (+5 °F to +122 °F)
-40 °C to +70 °C (-40 °F to +158 °F)
IEC 60068-2-30/24 h 95% relative humidity
+25 °C to +40 °C (+77 °F to +104 °F)
EN 61000-6-2:2001 (Immunity), EN 61000-6-3:2001 (Emission), FCC 47 CFR Part 15 Class B (Emission)
IP 40 (IEC 60529)
25 g (IEC 60068-2-29)
2 g (IEC 60068-2-6)

Physical data

Weight

Camera size (L x W x H)

Tripod mounting

Base mounting

Housing material

0.7 kg (1.54 lb.)
170 x 70 x 70 mm (6.7 x 2.8 x 2.8 in.)
UNC 1/4"-20 (on three sides)
2 x M4 thread mounting holes (on three sides)
Aluminium

Package content

The A320 camera in a card board box
Built in fixed 25 degree lens with motor focus
Power supply, 110 - 220 V AC
Pig tail power cable
Ethernet cable CAT-6
Quick installation/reference guide
CD with manuals
CD with drivers and utility software including, IP Configuration Utility, IR Monitor, AXXX Control & Image Interface

Optional lenses

Tele lens 6° x 4.5°, close focus 4 m
Tele lens 15° x 11°, close focus 1,2 m
Wide angle lens 45° x 34°, close focus 0.2 m
Wide angle lens 90° x 73°, close focus 0.02 m
Close up lens 100 µm, working dist. 73 mm
Close up lens 50 µm, working dist. 37 mm
Close up lens 25 µm, working dist. 18,2 mm

Optional accessories

Hard carry case
Environmental enclosures
(www.videotec.com)

Compatible software

FLIR QuickPlot
FLIR ResearchIR
FLIR Researcher Professional 2.9
FLIR SDK
FLIR LabVIEW Toolkit

SPECIFICATIONS ARE SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE

© Copyright 2009, FLIR Systems. All other brand and product names are trademarks of their respective owners. 1558719(en-SV)_A

*Optional object temp. ranges are sold as add-ons.

Call your local FLIR sales office for more information.

Problema actual

- Seis cámaras FLIR A320, se desea utilizarlas como un sistema capaces de soportar aplicaciones IoT de naturaleza industrial (IIoT) y biomédica (BMIIoT).



Biomedical Physics & Engineering Express



PAPER

TIGRE: a MATLAB-GPU toolbox for CBCT image reconstruction

OPEN ACCESS

RECEIVED

3 April 2016

REVISED

29 June 2016

ACCEPTED FOR PUBLICATION

8 July 2016

PUBLISHED

8 September 2016

Original content from this work may be used under the terms of the Creative Commons Attribution 3.0 licence.

Any further distribution of this work must maintain attribution to the author(s) and the title of the work, journal citation and DOI.



Ander Biguri^{1,3}, Manjit Dosanjh², Steven Hancock² and Manuchehr Soleimani¹

¹ Engineering Tomography Lab (ETL), Electronic and Electrical Engineering, University of Bath, Bath, UK

² CERN, Geneva, Switzerland

³ Author to whom any correspondence should be addressed.

E-mail: a.biguri@bath.ac.uk and m.soleimani@bath.ac.uk

Keywords: cone beam CT, image reconstruction, tomography software, GPU

Abstract

In this article the Tomographic Iterative GPU-based Reconstruction (TIGRE) Toolbox, a MATLAB/CUDA toolbox for fast and accurate 3D x-ray image reconstruction, is presented. One of the key features is the implementation of a wide variety of iterative algorithms as well as FDK, including a range of algorithms in the SART family, the Krylov subspace family and a range of methods using total variation regularization. Additionally, the toolbox has GPU-accelerated projection and back projection using the latest techniques and it has a modular design that facilitates the implementation of new algorithms. We present an overview of the structure and techniques used in the creation of the toolbox, together with two usage examples. The TIGRE Toolbox is released under an open source licence, encouraging people to contribute.

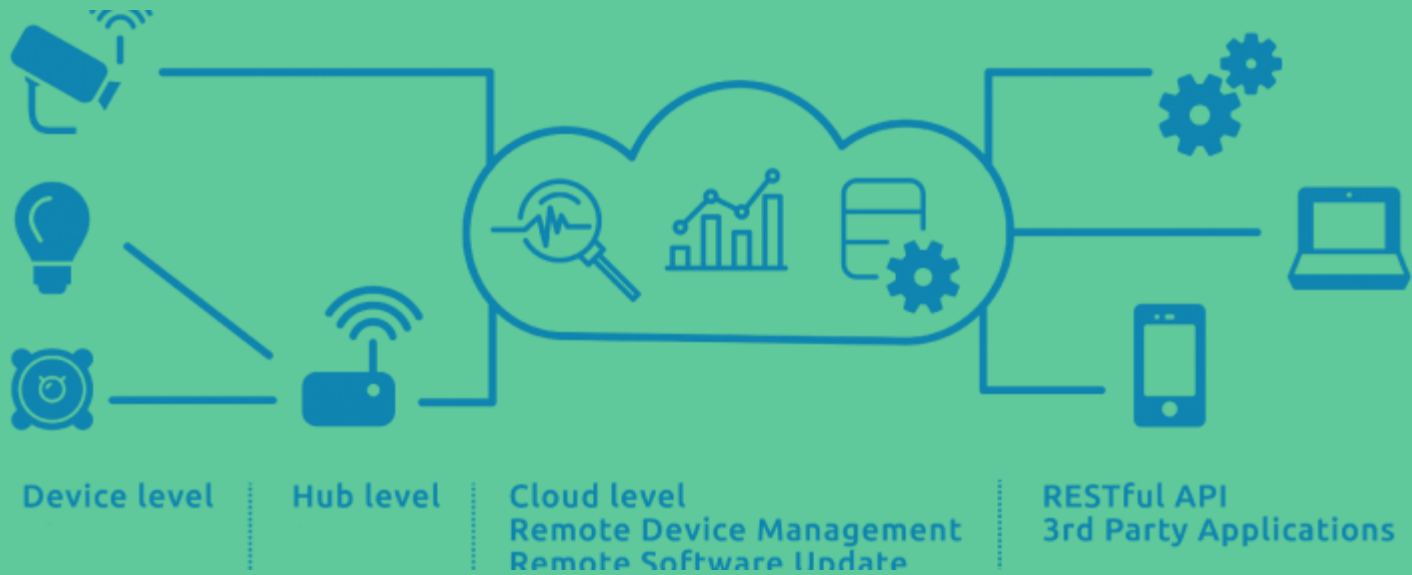
1. Introduction

Among the techniques for x-ray computed tomogra-

published approaches that give differing results. And it remains a hot topic.

While the use of CBCT is being increasingly exten-

Industrial IoT



Muchas gracias por su
amable atención

