



PUCP



PROYECTO STANDUP

Smartphone Thermal Analysis for Diabetic foot Ulcer Prevention and treatment

H2020-MSCA-RISE
(Marie Skłodowska-Curie Research and Innovation Staff Exchange)
Laboratorio de Bioingeniería PUCP
<http://www.standuproject.eu/>

Prof. Luis Vilcahuamán, PhD. Ing.



BodyCAP
Your e-health partner



جامعة ابن زهر
جامعة ابن زهر
UNIVERSITÉ IBN ZOHR
UNIVERSITÉ IBN ZOHR - AGADIR

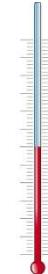


INCIDENCIA DEL PIE DIABÉTICO

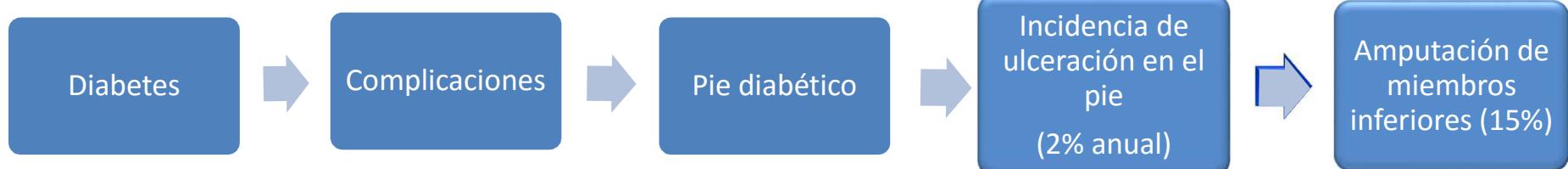


Actualmente existen 350 millones de personas con diabetes

Para el año 2035 afectará a 500 millones de personas aproximadamente

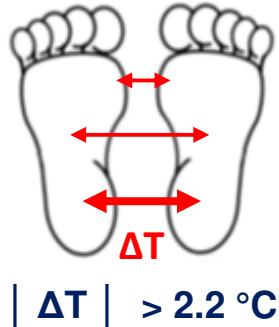


Temperatura



TEMPERATURA Y PIE DIABÉTICO

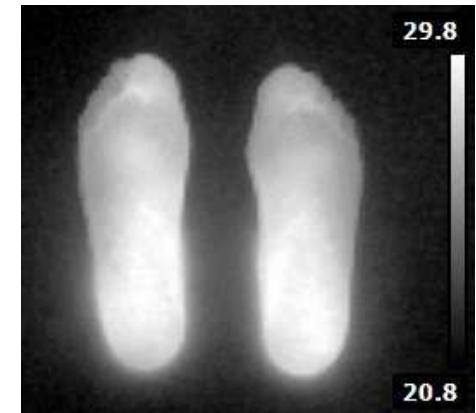
Hipertermia



- Armstrong (2006) demostró que la ocurrencia de ulceración en los pies puede ser reducida en 30%. Siendo $|\Delta T| > 2.2 ^\circ\text{C}$ anormal.
- Nagase (2011) mostró que existen variaciones entre la planta de los pies de pacientes isquémicos y personas sin diabetes.

- Sun (2006) demostró que, mediante el uso de una cámara infarroja, el incremento de temperatura en la planta de los pies está relacionado con el índice de riesgo asociado a signos de neuropatía con piel pre-ulcerosa
- J. J. Van Netten (2013) propuso el uso de imágenes térmicas infrarrojas para la detección de pie diabético.

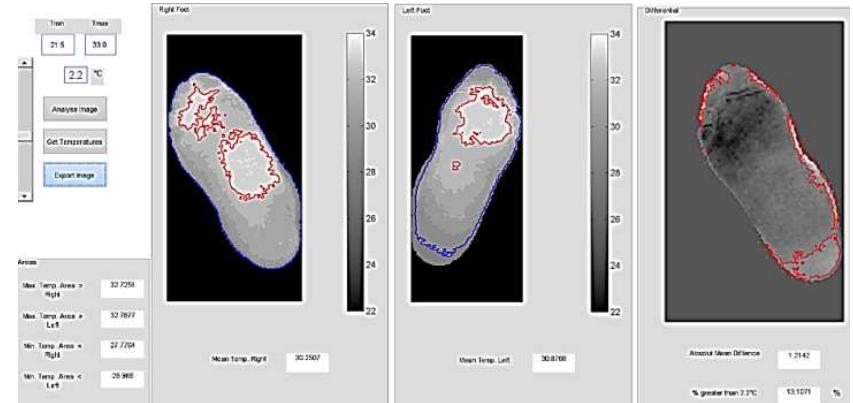
Imágenes Térmicas



Antecedentes

 PERU Presidencia del Consejo de Ministros.  DIRECCIÓN DE DERECHO DE AUTOR	CERTIFICADO DE REGISTRO DE PROGRAMAS DE ORDENADOR (SOFTWARE)
<small>Nro. Partida Registro: 00484- 2016 Año: 01 Fecha Presentación: 2016-04-11 Fecha de Inspección: 2016-04-13 Nro. de Expediente: 000891-2016</small>	
DATOS DE LA OBRA <small>Título: SOFTWARE DE ANALISIS TERMOGRÁFICO PARA PREVENCION DE PIE DIABETICO INEDITA Tipo de Obra: ORIGINARIA.</small>	
DATOS DEL AUTOR O AUTORES <small>Apellidos y Nombres: HABIB, MATHIEU DOMINIQUE DOYEN DE PRINS DES IOLIS, 45240, ORLEANS, LA FERTE SAINT AUBIN,FRANCIA País de Nacimiento: FRANCIA Doc. de Identidad: 16402078 Fecha de Nacimiento: 1960-03-29 Apellidos y Nombres: GUZMÁN CASTILLO, JUAN MANUEL País de Nacimiento: PERU País de Nacimiento: PERU domicilio: JR. LAS BLENDAS N° 241, SAN JILARDO, SAN JUAN LURIGANCHO, LIMA, LIMA País de Nacimiento: PERU Apellidos y Nombres: VILCAHUAMAN CAJACUR, LUIS País de Nacimiento: PERU País de Nacimiento: PERU domicilio: JR. TIZON Y BUENO N° 177-202, JESUS MARIA, LIMA, LIMA País de Nacimiento: PERU Apellidos y Nombres: FERNER VILLENA, JOSE MANUEL País de Nacimiento: PERU País de Nacimiento: PERU domicilio: AV. ARENALES N° 1190, DPTO. 204, LINGUE DE BIA 14, LIMA, LIMA País de Nacimiento: PERU País de Nacimiento: PERU</small>	
DATOS DEL PRODUCTOR <small>Apellidos y Nombres: PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ País de Nacimiento: PERU domicilio: AV. UNIVERSITARIA N° 1801, SAN MIGUEL, (LIMA 32), LIMA, LIMA</small>	
DATOS DEL TITULAR O TITULARES <small>Apellidos y Nombres: PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ País de Nacimiento: PERU domicilio: AV. UNIVERSITARIA N° 1801, SAN MIGUEL, (LIMA 32), LIMA, LIMA Apellido y Nombre: GUTIÉRREZ PAREDES, MELISA País de Nacimiento: PERU domicilio: AV. UNIVERSITARIA N° 1801, SAN MIGUEL (LIMA 32), LIMA, LIMA</small>	
OBSERVACIONES : <small>NINGUNA.</small>	
 DANIEL LATO BARRETO Director de Derecho de Autor INDECOPI	

SOFTWARE REGISTRATION
Thermographic analysis
for prevention of
diabetic foot
Validated 260 patients



L. Vilcahuaman, R. Harba, R. Canals, M. Zequera, C. Wilches, M.T. Arista, L. Torres and H. Arbañil. Detection of Diabetic Foot Hyperthermia by Infrared Imaging. The 36th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC'14). Chicago USA. 2014.

L. Vilcahuaman, R. Harba, R. Canals, M. Zequera, C. Wilches, M.T. Arista, L. Torres and H. Arbañil. Automatic Analysis of Plantar Foot Thermal Images in at-Risk Type II Diabetes by Using an Infrared Camera. IUPESM World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2015 (WC2015). Toronto Canada, 2015.

But: complex acquisition protocol and processing



PROYECTO STANDUP

Smartphone Thermal Analysis for Diabetic foot Ulcer Prevention and treatment

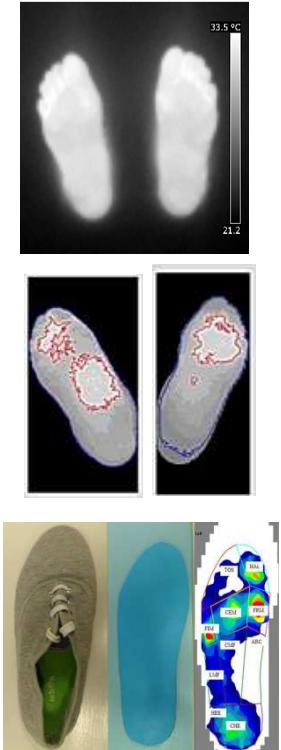
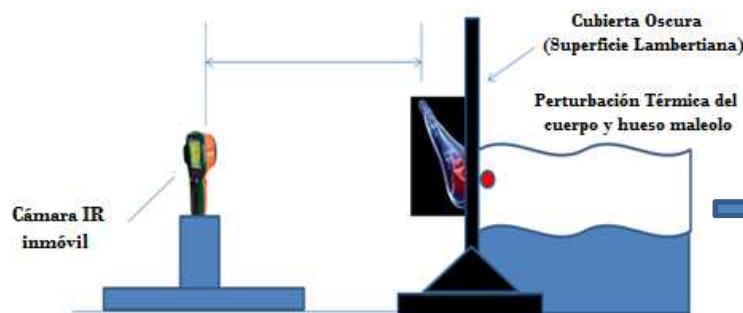
Participant number	Partnership Member	Legal Entity Short Name	Academic (Y/N)	Country
Beneficiaries				
1	University of Orléans PRISME Laboratory	UORL	Y	France
2	BodyCap	BodyCap	N	France
3	PUCP University Bioengineering Laboratory	PUCP	Y	Peru
4	Staffordshire University Clinical Biomechanics team	STU	Y	UK
5	Pontificia Universidad Javeriana School of Engineering	PUJ	Y	Colombia
6	IbnZohr University IFR-SIC Laboratory	UIZ	Y	Morocco
7	Podoactiva	Podoactiva	N	Spain
8	Hospital National Dos de Mayo	HNDM	N	Peru

4 years project that started in January 2018

Cold Stress Test



PROYECTO STANDUP OBJETIVO GENERAL



Desarrollar un procedimiento de ayuda al diagnóstico preventivo de pie diabético y tratamiento basados en teléfonos inteligentes y cámara IR, validados clínicamente, haciendo uso de aplicativos de imágenes termográficas funcionales.

Diagnóstico Preventivo

Tratamiento

Reducción de Incidencia de Pie Diabético

PROYECTO STANDUP PAQUETES DE TRABAJO

Paquete de trabajo WP1: Detección de hipertermia y análisis en el tiempo, después de una prueba de estrés térmico en pacientes sin úlcera: Software A1



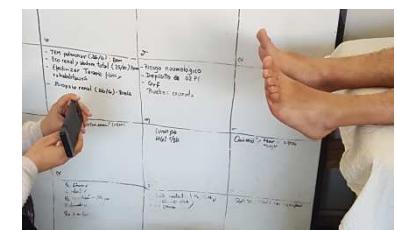
Paquete de trabajo WP2: Seguimiento en el tiempo de temperatura, color y forma 3D de la úlcera de pie diabético: Software A2



Paquete de trabajo WP3: Mejora de diseño de plantillas para pacientes con úlcera DF, utilizando información térmica



Paquete de trabajo WP4: Se realizarán tres ensayos clínicos correspondientes a: WP 1, 2 y 3



Paquete de trabajo WP5: Integración en un prototipo avanzado basado en teléfonos inteligentes y en nuevas plantillas.

<http://www.standuproject.eu/>

New simplified protocol:

- No foam
- Images taken freehandedly with a smartphone thermal camera
- Data analysis directly in the smartphone

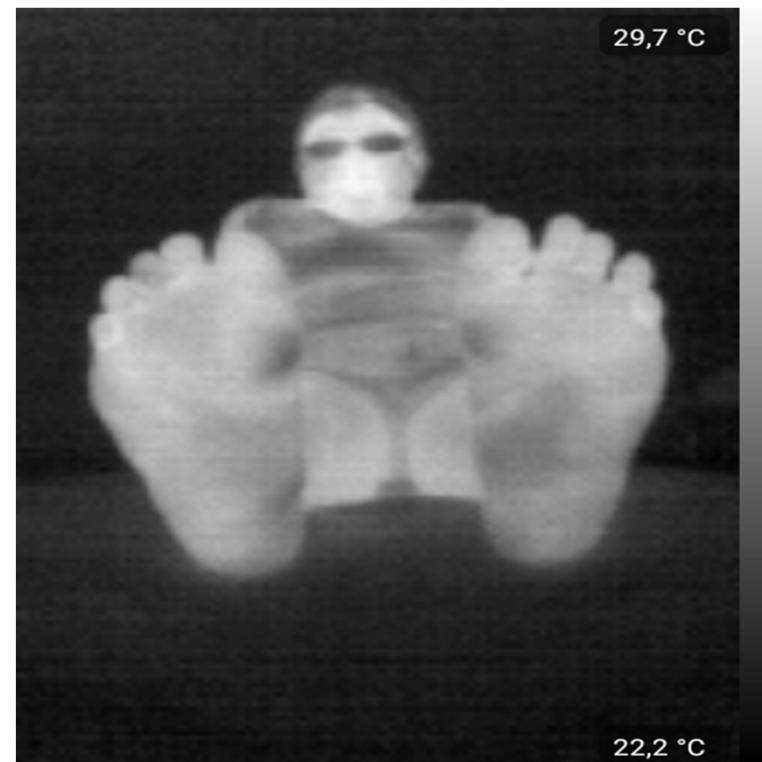


Image processing in the STANDUP project

Segmentation of the thermal plantar foot image.

Choice of an active contour method.

Active contour: starting from an initial contour, active contour evolve in time to find the expected contour.



<http://www.standuproject.eu/>

Active contour: snake

- The proposed segmentation is based on snake that includes a priori information, namely prior shape of the plantar foot contour, as an extra term in the snake energy function.
- The prior shape contour is constructed from ground truth contours obtained from the images database (50 images).



The prior shape

Bougrine, A., Harba, R., Canals, R., Ledee, R., & Jabloun, M. (2017, November). A joint Snake and Atlas-based segmentation of plantar foot thermal images. In *Image Processing Theory, Tools and Applications (IPTA), 2017 Seventh International Conference on* (pp. 1-6). IEEE.

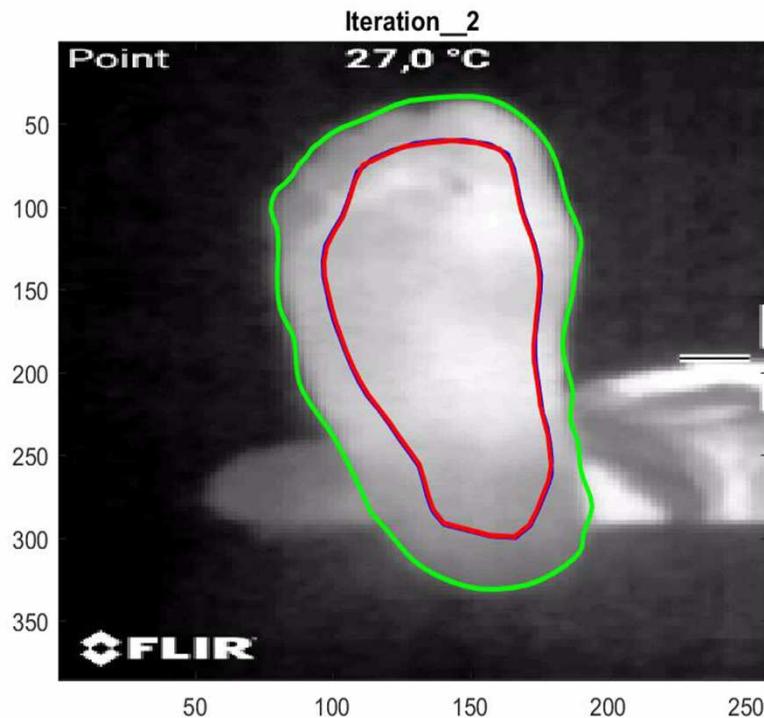
The proposed method

- An energy-minimizing curve guided by (i) internal energy, (ii) image energy, (iii) external constraint and (iv) shape prior energy.
- The total energy of the model is :

$$E = \int_0^1 (E_{\text{intern}}(V) + E_{\text{image}}(V) + E_{\text{con}}(V) + E_{\text{shape}}(V)) ds,$$

where an element $V(s) = (x(s); y(s))$ along the contour depends on a curve parameter $s \in [0; 1]$ and an iteration parameter.

Tests on a thermal foot image



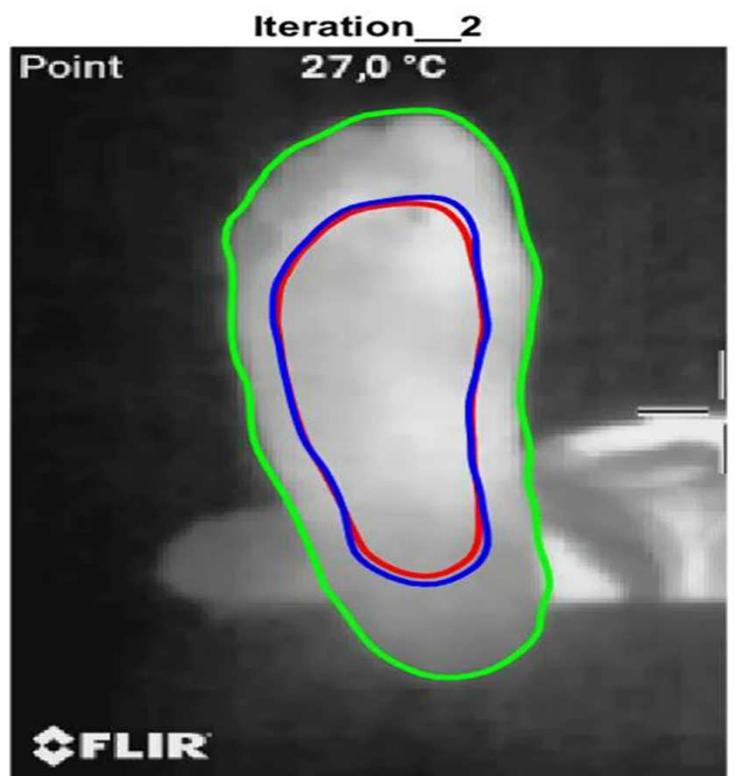
Without prior shape

With Prior Shape

Chen Method



Proposed Method



Prior shape

WP1: Adquisición de Imágenes en el HNDM - 2019 80 Pacientes





LABORATORIO DE BIOINGENIERÍA



<http://www.standuproject.eu/>

Gracias

Luis Vilcahuamán, PhD. Ing.
Laboratorio de Bioingeniería PUCP
Maestría en Ingeniería Biomédica PUCP
Centro de Ingeniería y Tecnología de Rehabilitación CITER PUCP
lvilcah@pucp.edu.pe



BodyCAP
Your e-health partner



جامعة ابن زهر
جامعة ابن زهر
UNIVERSITÉ IBN ZOHR
UNIVERSITÉ IBN ZOHR AGADIR

