

# **Physical Engineering in Biomedicine**

---

---

# Research in Computing Science

---

## Series Editorial Board

### Editors-in-Chief:

*Grigori Sidorov, CIC-IPN, Mexico*  
*Gerhard X. Ritter, University of Florida, USA*  
*Jean Serra, Ecole des Mines de Paris, France*  
*Ulises Cortés, UPC, Barcelona, Spain*

### Associate Editors:

*Jesús Angulo, Ecole des Mines de Paris, France*  
*Jihad El-Sana, Ben-Gurion Univ. of the Negev, Israel*  
*Alexander Gelbukh, CIC-IPN, Mexico*  
*Ioannis Kakadiaris, University of Houston, USA*  
*Petros Maragos, Nat. Tech. Univ. of Athens, Greece*  
*Julian Padget, University of Bath, UK*  
*Mateo Valero, UPC, Barcelona, Spain*  
*Rafael Guzmán, Univ. of Guanajuato, Mexico*

### Editorial Coordination:

*Alejandra Ramos Porras*  
*Carlos Vizcaino Sahagún*

*Research in Computing Science* es una publicación trimestral, de circulación internacional, editada por el Centro de Investigación en Computación del IPN, para dar a conocer los avances de investigación científica y desarrollo tecnológico de la comunidad científica internacional. **Volumen 148, No. 1**, enero de 2019. *Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título* No.: 04-2005-121611550100-102, expedido por el Instituto Nacional de Derecho de Autor. *Certificado de Licitud de Título* No. 12897, *Certificado de licitud de Contenido* No. 10470, expedidos por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas. El contenido de los artículos es responsabilidad exclusiva de sus respectivos autores. Queda prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio, sin el permiso expreso del editor, excepto para uso personal o de estudio haciendo cita explícita en la primera página de cada documento. Distribuida por el Centro de Investigación en Computación, Av. Juan de Dios Bátiz S/N, Esq. Av. Miguel Othón de Mendizábal, Col. Nueva Industrial Vallejo, C.P. 07738, México, D.F. Tel. 57 29 60 00, ext. 56571.

**Editor responsable:** *Grigori Sidorov, RFC SIGR651028L69*

**Research in Computing Science** is published by the Center for Computing Research of IPN. **Volume 148, No. 1**, January 2019. The authors are responsible for the contents of their articles. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without prior permission of Centre for Computing Research.

# Physical Engineering in Biomedicine

**Francisco Miguel Vargas Luna**  
**Teodoro Córdoba Fraga**  
**Rafael Guzmán Cabrera (eds.)**



Instituto Politécnico Nacional  
"La Técnica al Servicio de la Patria"



Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Computación  
México 2019

**ISSN: 1870-4069**

---

Copyright © Instituto Politécnico Nacional 2019

Instituto Politécnico Nacional (IPN)  
Centro de Investigación en Computación (CIC)  
Av. Juan de Dios Bátiz s/n esq. M. Othón de Mendizábal  
Unidad Profesional “Adolfo López Mateos”, Zacatenco  
07738, México D.F., México

<http://www.rcs.cic.ipn.mx>

<http://www.ipn.mx>

<http://www.cic.ipn.mx>

The editors and the publisher of this journal have made their best effort in preparing this special issue, but make no warranty of any kind, expressed or implied, with regard to the information contained in this volume.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored on a retrieval system or transmitted, in any form or by any means, including electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without prior permission of the Instituto Politécnico Nacional, except for personal or classroom use provided that copies bear the full citation notice provided on the first page of each paper.

Indexed in LATINDEX, DBLP and Periodica

Electronic edition.