

# 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*

*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*  
*Olga Kolesnikova, ESCOM-IPN, Mexico*  
*Rafael Guzmán, Univ. of Guanajuato, Mexico*  
*Juan Manuel Torres Moreno, U. of Avignon, France*  
*Miguel González-Mendoza, ITESM, Mexico*

### Associate Editors:

#### Editorial Coordination:

*Griselda Franco Sánchez*

**Research in Computing Science**, Año 23, Volumen 153, No. 2, febrero de 2024, es una publicación mensual, editada por el Instituto Politécnico Nacional, a través del Centro de Investigación en Computación. Av. Juan de Dios Bátiz S/N, Esq. Av. Miguel Othon de Mendizábal, Col. Nueva Industrial Vallejo, C.P. 07738, Ciudad de México, Tel. 57 29 60 00, ext. 56571. <https://www.rcs.cic.ipn.mx>. Editor responsable: Dr. Grigori Sidorov. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título No. 04-2019-082310242100-203. ISSN: en trámite, ambos otorgados por el Instituto Politécnico Nacional de Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: el Centro de Investigación en Computación, Dr. Grigori Sidorov, Av. Juan de Dios Bátiz S/N, Esq. Av. Miguel Othon de Mendizábal, Col. Nueva Industrial Vallejo, C.P. 07738. Fecha de última modificación 01 de febrero de 2024.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Politécnico Nacional.

**Research in Computing Science**, year 23, Volume 153, No. 2, February 2024, is published monthly by the Center for Computing Research of IPN.

The opinions expressed by the authors does not necessarily reflect the editor's posture.

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 of the IPN.

---

Volume 153(2)

---

# Computing Applications in Modern Industry

Juan Carlos Martínez Espinosa (ed.)



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



Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Computación  
México 2024

## ISSN: in process

---

Copyright © Instituto Politécnico Nacional 2024  
Formerly ISSNs: 1870-4069, 1665-9899

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