



Reseña

## Grupo de investigación y desarrollo TEPUY

Tepuy group, research and development

José Aguilar<sup>a,b</sup>, Eduard Puerto<sup>b,c</sup>, Ángel Gil<sup>b,d</sup>, Tania Rodríguez<sup>a,b</sup>, Marxjhony Jerez<sup>a,b</sup>, Jhon Amaya<sup>b,e</sup>

<sup>a</sup>Universidad de los Andes, Centro de estudios en microelectrónica y sistemas distribuidos. Venezuela

<sup>b</sup>Tepuy R+D Group. Artificial Intelligence Software Development. Mérida, Venezuela

<sup>c</sup>Grupo de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Software (GIDIS)-UFPS, Cúcuta, Colombia

<sup>d</sup>Universidad Nacional Experimental del Táchira, Laboratorio de Prototipos. Venezuela

<sup>e</sup>Universidad Nacional Experimental del Táchira, Laboratorio de Computación de Alto Rendimiento. Venezuela

Recibido: 04-12-2017

Aceptado: 13-07-2018

### Resumen

En esta reseña se describe el quehacer y razón de ser de la Red TEPUY como un grupo interdisciplinar de expertos dedicados a la investigación, desarrollo e implantación de tecnologías de Inteligencia Artificial, Internet de las Cosas (IoT) y Sistemas Complejos, en ámbitos como la industria 4.0 y las ciudades inteligentes, entre otros. Se muestra los antecedentes, resultados y como está organizada. Por último, se presentan proyectos en desarrollo y trabajos futuros.

**Palabras clave:** Inteligencia artificial; internet de las cosas (IoT); sistemas complejos; industrias 4.0; ciudades inteligente, grupo de investigación.

### Abstract

This review describes the work and the reason of the TEPUY Network as an interdisciplinary group of experts dedicated to the research, development and implementation of Artificial Intelligence, Internet of Things (IoT) and Complex Systems technologies, in areas such as 4.0 industry and smart cities, among others. This paper shows the background, results and how it is organized. Finally, projects in development and future work are presented.

**Key words:** Artificial intelligence; internet of things; complex systems; industry 4.0; smart cities, research group.

## 1. Antecedentes

Las técnicas de la Inteligencia Artificial, tales como las Redes Neuronales Artificiales (RNA), Lógica Difusa (LD), Algoritmos Genéticos (AG), etc., han sido desarrolladas para resolver problemas complejos a partir de datos imprecisos. La LD se basa en la teoría de los conjuntos difusos, para posibilitar un tipo de razonamiento impreciso, basado en la premisa que un dato puede pertenecer a múltiples conjuntos (lógica multivalor). Una RNA es un modelo diseñado para emular las diferentes capacidades del cerebro humano, tales como generalizar, reconocer, especializarse en tareas, entre otros. Los AG emulan el comportamiento del proceso evolutivo de las especies, de tal manera de permitir que sus individuos se vayan adaptando al contexto. Todas estas técnicas permiten, entre otras cosas, aprender, representar conocimiento y/o razonar [1].

Basado en estas técnicas se ha desarrollado el concepto clave del área, los agentes, que hacen converger en él todas estas teorías y técnicas. Un agente inteligente es un sistema que puede aprender, representar conocimiento y razonar a partir del mismo. Además, una comunidad de agentes inteligentes es un grupo de agentes que interactúan para alcanzar objetivos colectivos. Esa idea de comunidad, ha extendido esta área con el concepto de inteligencia artificial distribuida, en la que un grupo de agentes interacciona, por medio de mecanismos de colaboración, negociación, entre otros, para producir procesos de aprendizaje colectivo que les permiten alcanzar metas comunes [2].

La inteligencia artificial está impactando todos los ámbitos de la sociedad, tales como nuestra vida cotidiana, los procesos productivos, la educación, entre otros. En la red TEPUY, estudiamos, desarrollamos y aplicamos conceptos vinculados a esta área, para resolver problemas complejos en varios dominios. En ese sentido, estudiar su uso en sistemas complejos, y en particular, en las actuales tendencias vinculadas a IoT, Industria 4.0, Internet Táctil, y Ciudades Inteligentes, pasan a ser objetos fundamentales de estudios.

Al respecto, para la red TEPUY es importante estudiar y comprender las diferentes formas de aprendizaje existentes en la actualidad (cerebral, inmunológica, sociedades de insectos, sociedades humanas, etc.), así como los resultados de dichos procesos (construcción de patrones, identificación de sistemas, etc.), como también, sus potenciales áreas de aplicación, en ámbitos tales como control de procesos, reconocimiento de patrones, detección y diagnóstico de fallas, etc. A partir de allí, la posibilidad de desarrollar nuevas técnicas, mejorar las existentes, adecuarlas a ámbitos de aplicación, son partes de los trabajos de la red TEPUY. Algunos ejemplos de trabajos en ese ámbito que se han venido desarrollando en la red son los desarrollos de algoritmos de aprendizaje profundo e híbrido, los modelos cognitivos difusos, entre otros.

También para la red TEPUY es fundamental comprender y analizar las fuentes de conocimiento de las que se nutren esos sistemas, tratarlas y poder representarlas. En particular, los ambientes de los humanos son dinámicos, complejos, con mucho ruido y heterogéneas fuentes de conocimiento. En ese sentido, el desarrollo de técnicas que permitan comprender esas fuentes, filtrar y preparar la información recuperada, extraer conocimiento de las mismas, seleccionar las ideales para el contexto bajo estudio, y poderlas representar adecuadamente en formas de conocimiento (por ejemplo, ontologías o mapas cognitivos), son tareas esenciales de la red. Algunos ejemplos de trabajos en ese ámbito que se han venido desarrollando en la red son los sistemas de gestión de ontologías, los algoritmos de aprendizaje ontológico, las técnicas de análisis y extracción de características, entre otros.

Finalmente, la capacidad humana para tomar decisiones, resolver problemas, analizar situaciones, entre otras cosas, a partir de la capacidad de razonar con el conocimiento y la información que se tiene, es otra tarea fundamental de la Inteligencia Artificial. Por ejemplo, poder razonar de forma abductiva, deductiva, inductiva, bajo incertidumbre (difusamente, probabilísticamente, temporalmente, dialécticamente), explotando las diferentes fuentes de conocimiento que se han ido enriqueciendo semánticamente, son otra prioridad para la red TEPUY. Algunos ejemplos de trabajos en ese ámbito que se han venido desarrollando en la red son los mecanismos de enlazado de datos, de razonamiento dialéctico, entre otros.

De esta forma, en la red TEPUY se han propuestos varias técnicas inteligentes bioinspiradas, metodologías para desarrollar sistemas inteligentes, motores de razonamiento, formas de integración de modelos de conocimiento, sistemas de gestión de servicios de conocimiento, entre otras cosas, para responder a las necesidades de la aplicación de la Inteligencia artificial en diferentes campos [3, 4, 5, 6, 7, 8].

Particularmente, eso ha permitido que se desarrollen proyectos de Inteligencia de Negocios, Análisis de Datos, Análisis de Contexto, Computación Afectiva, entre otros, en diferentes áreas, tales como vehículos autónomos, automatización industrial, aulas inteligentes, entre otros.

## 2. Reseña histórica

El Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial TEPUY nace en el año 2014 por iniciativa del Dr. José Aguilar y el Centro de Estudios en Microelectrónica y Sistemas Distribuidos (CEMISID) de la Universidad de los Andes, el

cual sirve de base en la actualidad para el grupo, con la finalidad de conformar una red de investigación que permitiese la construcción de conocimiento colectivo a través de la colaboración de distintos laboratorios de investigación y profesionales en el área de inteligencia artificial [9]. Es así como se conforma una red de centros investigación, de la cual actualmente son miembros el CEMISID de la Universidad de los Andes, el Grupo de Investigación y Desarrollo de Ingeniería de Software de la Universidad Francisco de Paula Santander, Colombia; el Laboratorio de Prototipos de la Universidad Nacional Experimental del Táchira; el Grupo de Investigación de Inteligencia Artificial Aplicada de la Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador; la Unidad de Inteligencia Artificial de la Universidad Centrooccidental Lisandro Alvarado; el Grupo de Investigación y Desarrollo en Tecnologías Industriales de la Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador, el Laboratorio de Robótica y Sistemas Inteligentes de la Escuela Politécnica Nacional del Ecuador; el Grupo de Entornos de Enseñanza Adaptativos, de la Universidad del País Vasco, España, el Departamento de Computación de la Universidad de Buenos Aires, Argentina, el Grupo de Investigación EATCO de la Universidad de Córdoba, España; el Centro de Experimentación y Producción de Contenidos Digitales de la Universidad Internacional de Andalucía, España; el Laboratorio de Sistemas de Información Semánticos de la Universidad de la República, Uruguay y el Grupo de Trabajo sobre Asuntos Indígenas de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Políticas de la Universidad de Los Andes.

TEPUY dedica sus esfuerzos a la investigación, desarrollo e implantación de tecnologías de Inteligencia Artificial, Internet de las Cosas (IoT) y Sistemas Complejos; entre otros, en ámbitos como la industria 4.0, robótica social, los ambientes inteligentes, etc. Desde su creación hasta la fecha, esta Red se ha convertido en un espacio multidisciplinario, distribuido y abierto, donde confluyen proyectos académicos y de desarrollo tecnológico en el marco de tesis de doctorado, trabajos de grado de pre y posgrado, proyectos con instituciones públicas y privadas, y colaboraciones con otros espacios de investigación.

### 3. Organización

TEPUY es una red interdisciplinaria de investigadores y desarrolladores que se caracteriza por su trabajo ubicuo, descentralizado, y auto-organizado, esto implica que no está adscrita directamente a una institución, sino que realiza sus actividades de investigación y desarrollo tecnológico en los centros de investigación que conforman la red, esparcidos en diferentes países como Venezuela, Colombia, Ecuador, España y Argentina. En particular, TEPUY está conformado por un grupo de personas con formación de base en áreas específicas como son ciencias de la computación, inteligencia artificial, investigación de operaciones, automatización industrial, teoría de aprendizaje, modelos bio-inspirados y sistemas complejos. Además, sus integrantes han participado en diversos proyectos internacionales, tanto científicos como tecnológicos, y han realizado diversas consultorías a reconocidas instituciones y empresas, tanto en Europa como en Latinoamérica, en diferentes ámbitos como petrolero, financiero, industrial, entre otros.

TEPUY usa plataformas de comunicación abiertas para sus reuniones, seminarios, socialización y discusiones. Además, desarrolla proyectos en las áreas de robótica social, ambientes inteligentes, automatización industrial, neurociencia, ciudades inteligentes, entre otras. La Red TEPUY se encuentra en la web: <http://tepuy.ubitica.com>, en Twitter: TepuyRD-Group, y se le puede contactar vía correo electrónico: [tepuy@ubitica.com](mailto:tepuy@ubitica.com).

Por otra parte, esta Red cumple sus objetivos mediante la integración dinámica de investigadores según los proyectos a desarrollar (tópico, actividades específicas, necesidades), basadas en las competencias de cada uno. TEPUY es un espacio abierto en el que se pueden incorporarse todas las personas que estén desarrollando actividades relacionadas con los objetivos de la red. Es similar a una comunidad de software libre, pero dedicada al desarrollo tecnológico y científico, donde prevalece niveles de confianza que le permite crecer constantemente, recopilando experiencias, vinculando nuevos actores que quieran participar en este gran reto de hacer ciencia y tecnología en un área tan dinámica, en la cual permanentemente se están generando innovaciones. En ese sentido, la Red TEPUY seguirá definiendo nuevas actividades, nuevos nichos, nuevas posibilidades del hacer científico y tecnológico en pro del fortalecimiento del bienestar de las personas y competitividad de las industrias.

En la actualidad la red TEPUY tiene una organización estructurada por los siguientes grupos de trabajo: uno vinculado a la gestión de proyectos, el cual tiene como objetivo gestionar los procesos necesarios para la consecución satisfactoria de proyectos para la red; el segundo equipo es responsable de las publicaciones y eventos, y se encarga de la difusión de TEPUY a través de eventos científicos, publicaciones de libros y revistas, así como en la conformación de ofertas de cursos especializados; finalmente, el equipo de financiamiento y logística es responsable de buscar fuentes de financiamiento para la Red y de establecer la logística necesaria para el logro de los objetivos de TEPUY.

La red es coordinada en la actualidad por el Dr. José Aguilar, docente-investigador de la Universidad de los Andes, Venezuela. Algunos de sus miembros actuales se listan a continuación:

- Ernesto Expósito, Université de Pau et des Pays de l'Adour, Francia.
- Mariela Cerrada, Universidad de los Andes, Venezuela.
- Oswaldo Terán, Universidad de los Andes, Venezuela.
- Danilo Chavez, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.
- Junior Altamiranda, Universidad de los Andes, Venezuela.
- Niriasca Perozo, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Venezuela.
- Tania Rodríguez, Universidad de los Andes, Venezuela.
- Juan Vizcarrondo, Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres, Venezuela.
- Marxjhony Jerez, Universidad de los Andes, Venezuela.
- Manuel Sanchez, Universidad Nacional Experimental del Táchira, Venezuela.
- Maribel Mendoca, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Venezuela.
- Ricardo DosSantos, Universidad Politécnica Territorial del Estado Trujillo, Venezuela.
- Alberto López, Universidad de los Andes, Venezuela.
- Alicia Carabali, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.
- Jorge Cordero, Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador.
- Eduard Puerto, Universidad Francisco de Paula Santander, Colombia.
- Ángel Gil, Universidad Nacional Experimental del Táchira, Venezuela.
- Karla Moreno, Universidad de los Andes, Venezuela.

#### 4. Logros

La Red TEPUY cuenta con más de 1000 productos científicos, generados a partir de proyectos de investigación, proyectos de tesis de doctorado y maestría, entre otros. Entre dichos productos están artículos científicos, volúmenes especiales de revistas, libros, desarrollo de prototipos tecnológicos, etc. Por ejemplo, recientemente se publicó el primer volumen de la red en la Revista Científica de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), en Venezuela, y en la actualidad se están gestionando dos volúmenes adicionales en otras revistas de otras instituciones. También, ha sido co-organizador de eventos científicos nacionales e internacionales, y próximamente saldrá el primer libro de la red editado por el Fondo Editorial UNET, que tiene como nombre "Introducción a la Minería Semántica". Por otro lado, en los últimos años, el grupo TEPUY ha obtenido diversos logros de carácter académico, que se traducen en un crecimiento en el número de investigadores, a través de las numerosas tesis de pre y posgrado que actualmente se están dirigiendo. A continuación, se presenta una lista parcial de los productos más recientes obtenidos por la red a nivel de artículos científicos:

- J. Aguilar, G. García, "An adaptive intelligent management system of advertising for social networks: a case study of Facebook", *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, vol. 5, pp. 20-32, 2018.
- M. Cerrada, R.V. Sánchez, C. Li, F. Pacheco, D. Cabrera, J.V. de Oliveira, "A review on data-driven fault severity assessment in rolling bearings", *Mechanical Systems and Signal Processing*, vol. 99, pp. 169-196, 2018
- E. Puerto, J. Aguilar, D. Chávez, "A Recursive Patterns Matching Model for the Dynamic Pattern Recognition Problem", *Applied Artificial Intelligence*, 2018.
- M. Peña, M. Cerrada, X. Alvarez, D. Jadán, P. Lucero, B. Milton, R. Guamán, "Feature engineering based on ANOVA, cluster validity assessment and KNN for fault diagnosis in bearings", *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, vol. 34, pp. 3451-3462, 2018.

- T. Rodríguez, J. Aguilar, “Knowledge Extraction System from Unstructured Documents”, IEEE Latin America Transactions, vol. 16, no. 2, pp. 639- 646, 2018.
- C. Rangel, J. Aguilar, M. Cerrada, J. Altamiranda “Procedure Based on Semantic Similarity for Merging Ontologies by non- redundant Knowledge Enrichment”, accepted for publication, International Journal of Knowledge Management, vol.14, no. 2, 2018.
- J. Aguilar, K. Aguilar, J. Torres “Autonomic Communication System based on Cognitive Techniques”, International Journal of Knowledge-based and Intelligent Engineering Systems, vol. 22, no. 1, pp. 17-37, 2018.
- F Pacheco, M Cerrada, RV Sánchez, D Cabrera, C Li, JV de Oliveira, “ Attribute clustering using rough set theory for feature selection in fault severity classification of rotating machinery”, Expert Systems with Applications, vol. 71, pp. 69-86, 2017
- K. Quintero, J. Aguilar, E. Niel, "Hybrid Approach based on Genetic Algorithms and (Max, +) Algebra for Network Applications", Applied Soft Computing, vol. 54, pp. 93–107, Elsevier, 2017.
- J. Terán, J. Aguilar, M. Cerrada, “Integration in industrial automation based on multi-agent systems using cultural algorithms for optimizing the coordination mechanisms”, Computers in Industry, Elsevier, vol. 91, pp. 11-23, 2017.
- D. Cabrera, F. Sancho, C. Li, M. Cerrada, R.V Sánchez, F. Pacheco. “Automatic feature extraction of time-series applied to fault severity assessment of helical gearbox in stationary and non-stationary speed operation”, Applied Soft Computing, vol. 58, pp. 53-64, 2017.
- J. Aguilar, J. Cordero O. Buendía, “Specification of the Autonomic Cycles of Learning Analytic Tasks for a Smart Classroom”, Journal of Educational Computing Research, 2017.
- N. Fernandez, C. Gershenson, J. Aguilar, C. Piña “Complexity of Lakes in a Latitudinal Gradient”, Ecological Complexity, Elsevier, vol. 31, pp. 1-20, 2017.
- J. Vizcarrondo, J. Aguilar, E. Exposito, A. Subias, ARMISCOM: Self-healing service composition", Service Oriented Computing and Applications, Springer, vol. 11, No. 3, pp 345–365, 2017
- J. Aguilar, “Multilayer Cognitive Maps in the Resolution of Problems using the FCM Designer Tool”, Applied Artificial Intelligence, Taylor and Francis, vol. 30, No. 7, pp. 720-743, 2016.

Con respecto a publicaciones en eventos científicos, una lista parcial reciente de la red es:

- P.A. Quezada-Sarmiento, L. Chamba-Eras, T.S. Luna-Briceno. “Digital benchmarking for higher education center”, 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), 2018.
- J. Aguilar, K. Aguilar, J. Cordero, D. Chávez, E. Puerto, “Different Intelligent Approaches for Modeling the Style of Car Driving”, 14th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO), Vol. 2, pp. 284-291, 2017.
- M. Cerrada, F. Pacheco, R.V. Sánchez, D. Cabrera, J. Macancela, P. Lucero “SOA based integrated software to develop fault diagnosis models using machine learning in rotating machinery” 11th IEEE Symposium on Service-Oriented System Engineering (SOSE), pp. 28-37, 2017.
- E. Álvaro, S. Rivadeneira, D. Chávez, O. Camacho, P.S. Rivadeneira. “A sliding mode control approach for patients with type 1 diabetes”, IEEE 3rd Colombian Conference on Automatic Control (CCAC), 2017.
- L. Morales, O. Camacho, P. Leica, D. Chávez. “A Sliding-Mode Controller from a reduced system model: Ball and Plate system experimental application”, 14th International Conference on Informatics in Control, Automation, 2017.
- C. Carabali, J. Aguilar, M. Cerrada, D. Chávez, “Proposal of an Architecture for Emergent Control”, Coautores: III International Conference on Innovation and Trends in Engineering (CONIITI 2017).

- G. Santiago, J. Aguilar, D. Chávez, “ReM-AM: Reflective Middleware for Acoustic Management in Intelligent Environments”, XLIII Conferencia Latinoamericana de Informática (CLEI), 2017.
- J. Aguilar, P. Valdiviezo-Díaz, “Learning Analytic in a Smart Classroom to Improve the eEducation”, Fourth International Conference on eDemocracy & eGovernment (ICEDEG), 2017.
- O. Portilla, J. Aguilar, E. Puerto, “Adaptive hybrid recommender system of learning objects”, Latin American Conference on Computational Intelligence, LA-CCI 2016 2016.
- O Portilla, J. Aguilar, J. Altamiranda, "Hybrid Recommender System of Biomedical Ontologies", XLII Conferencia Latinoamericana en Informática (CLEI 2016), pp. 832-843, 2016.
- Y. Delgado, D. Hernández, J. Aguilar, J. Altamiranda “Reconfiguration of the Learning Style in the Computer Learning platform based on Cloud Paradigm”, International Conference of the Chilean Computer Science Society, 2016.
- F. Pacheco, M. Cerrada, R.V Sánchez, D. Cabrera, C. Li, J.V. de Oliveira “Clustering algorithm using rough set theory for unsupervised feature selection”, International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), pp. 3493-3499, 2016.
- L. Chamba-Eras, A. Arruarte, J.A. Elorriaga. “Bayesian Networks to Predict Reputation in Virtual Learning Communities”, IEEE Latin American Conference on Computational Intelligence (LA-CCI), 2016.
- J. Aguilar, J. Torres, K. Aguilar, “Autonomic Decision Making Based on Bayesian Networks and Ontologies”, IEEE World Congress on Computational Intelligence (WCCI), pp. 3825-3832, 2016.

En cuanto a formación de estudiantes, una lista parcial reciente es la siguiente:

- Tesis de Doctorado del MSc. Ruben Leal: “Desarrollo de un Modelo Inteligente Orientado a Condiciones de Diagnosticabilidad en Procesos de Producción”, 2016.
- Tesis de Doctorado del MSc. Juan Vizcarrondo: “Middleware Reflexivo para la Gestión Automática de Aplicaciones Orientadas a Servicios usando la teoría de Firmas (signatures) de Fallas”, 2016.
- Tesis de Maestría en Computación del Ing. Omar Buendía, "La analítica social de aprendizaje en los ciclos autónomos de tareas de análisis de datos para aulas inteligentes", 2018.
- Tesis de Maestría en Computación del Ing. Jorge Portilla, "Diseño e Implementación de la Plataforma de Gestión de Objetos de Aprendizaje en la Nube Fuentes de Conocimiento Aplicando el Paradigma ODA", 2016.
- Tesis de Ingeniero de Sistemas del Bachiller Carlos Jiménez: “Modelo de Conocimiento basado en datos enlazados para analizar el contexto en aplicaciones conscientes de la Localización”, 2018.
- Tesis de Ingeniero de Sistemas de la Bachiller Kristell Aguilar: “Reconocimiento de Emociones en un Conductor de Vehículo Usando el Paradigma de Crónicas”, 2017.

## 5. Oportunidades

La meta de la Red TEPUY es consolidar proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en áreas como educación, energía y petróleo, medio ambiente, gobierno electrónico, biomedicina y atención médica personalizada; entre otros; con altos estándares de calidad y excelencia, aprovechando la experiencia y las capacidades para resolver problemas de sus miembros en metodologías de modelado, algoritmos de aprendizaje, sistemas inteligentes de soporte a la toma de decisiones, análisis de datos y sistemas basados en el conocimiento. Un ejemplo de esos proyectos a desarrollar en el futuro inmediato, es el que se viene de formular con la Gobernación del Norte de Santander, Colombia, denominado “Sistema de Vigilancia y Seguimiento del Cyberbullying en Instituciones Educativas del Norte de Santander”. Por otro lado, la Red TEPUY viene consolidando una alianza estratégica para el desarrollo de proyectos tecnológicos con la empresa 50wise, de Madrid, España, experta en desarrollo de aplicaciones de inteligencia artificial basadas en las tecnologías de IBM. Además, la red aspira consolidar una alianza estratégica con el parque tecnológico IDEON, en Lund, Suecia, para el asesoramiento en la puesta en marcha de Startups basadas en las experiencias e investigaciones realizadas en la Red.



## 6. Agradecimientos

Damos agradecimiento a nuestras Universidades, Grupo de investigación y empresas privadas, que con su apoyo han ido permitiendo la consolidación de la red TEPUY.

## Referencias

- [1] J. Aguilar; M. Cerrada; E. Colina; F. Hidrobo; F. Rivas; W. Rodríguez. Introducción a las técnicas de computación inteligente, 2001.
- [2] J. Aguilar; A. Rios; F. Hidrobo; M. Cerrada. Sistemas multiagentes y sus aplicaciones en automatización industrial, 2012.
- [3] J. Aguilar; G. García. An adaptive intelligent management system of advertising for social networks: a case study of facebook. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 5(1):20–32, 2018.
- [4] E. Puerto; J. Aguilar; D. Chávez. A recursive patterns matching model for the dynamic pattern recognition problem. *Applied Artificial Intelligence*, pages 1–14, 2018.
- [5] Mario Peña, Mariela Cerrada, Ximena Alvarez, Diana Jadán, Pablo Lucero, Barragán Milton, Rodrigo Guamán, and René-Vinicio Sánchez. Feature engineering based on anova, cluster validity assessment and knn for fault diagnosis in bearings. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 34(6):3451–3462, 2018.
- [6] C. Rangel; J. Aguilar; M. Cerrada; J. Almiranda. Procedure based on semantic similarity for merging ontologies by non-redundant knowledge enrichment. *International Journal of Knowledge Management*, 14(2), 2018.
- [7] K. Quintero; J. Aguilar; E. Niell. A hybrid approach based on genetic algorithms and (max, +) algebra for network applications. *Applied Soft Computing*, 54:93–107, 2017.
- [8] J. Aguilar; J. Cordero; J. Buendía. Specification of the autonomic cycles of learning analytic tasks for a smart classroom. *Journal of Educational Computing Research*, 2017.
- [9] Artificial intelligence software development, 2018. Disponible en: <https://tepy.ubitica.com>.

---

## Sobre los autores

### José Aguilar

Profesor- investigador de la Universidad de los Andes, Centro de estudios en microelectrónica y sistemas distribuidos, Venezuela. Tepuy R+D Group. Artificial Intelligence Software Development. Mérida, Venezuela. PhD en Informática de la Universidad Renne Descartes, Francia. Maestría en Informática, Paul Sabatier, Toulouse Francia. Correo: [aguilar@ula.ve](mailto:aguilar@ula.ve) - [ORCID](#)

### Eduard Puerto

Tepuy R+D Group. Artificial Intelligence Software Development. Mérida, Venezuela. Grupo de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Software (GIDIS)-UFPS, Cúcuta, Colombia. Correo: [eduardpuerto@ufps.edu.co](mailto:eduardpuerto@ufps.edu.co) - [ORCID](#)

### Angel Gil

Profesor-investigador de la Universidad Nacional Experimental del Táchira, Laboratorio de Prototipos, Venezuela. Tepuy R+D Group, Artificial Intelligence Software Development. Mérida, Venezuela. Correo: [agil@unet.edu.ve](mailto:agil@unet.edu.ve) - [ORCID](#)

### Taniana Rodríguez

Profesor-investigador de la Universidad de los Andes, Centro de estudios en microelectrónica y sistemas distribuidos, Venezuela. Tepuy R+D Group, Artificial Intelligence Software Development. Mérida, Venezuela. Correo: [taniana@ula.ve](mailto:taniana@ula.ve)

### Marxjhony Jerez

Profesor- investigador de la Universidad de los Andes, Centro de estudios en microelectrónica y sistemas distribuidos, Venezuela. Tepuy R+D Group. Artificial Intelligence Software Development. Mérida, Venezuela. Estudiante de Doctorado. Maestría en Computación de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. Ingeniero de Sistemas de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. Correo: [marxjhony@ula.ve](mailto:marxjhony@ula.ve) - [ORCID](#)

### Jhon Amaya

Universidad Nacional Experimental del Táchira, Laboratorio de Computación de Alto Rendimiento. Venezuela. Tepuy R+D Group. Artificial Intelligence Software Development. Mérida, Venezuela. Correo: [jedgar@unet.edu.ve](mailto:jedgar@unet.edu.ve) - [ORCID](#)