

Metaheurísticas aplicadas a Procesamiento de Señales y Minería de Datos

Laura Lanzarini¹, Waldo Hasperu², César Estrebou³, Sonia Formia⁴, Leonardo Corbalán⁵,
Franco Ronchetti⁶, Augusto Villa Monte⁷, Germán Aquino⁸, Facundo Quiroga⁹

Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)¹⁰

Facultad de Informática

Universidad Nacional de La Plata

CONTEXTO

Esta presentación corresponde al Subproyecto “Sistemas Inteligentes” perteneciente al proyecto “Procesamiento paralelo y distribuido. Fundamentos y aplicaciones en Sistemas Inteligentes y Tratamiento de imágenes y video” (Periodo 2010–2013) y al Subproyecto “Sistemas Inteligentes” perteneciente al proyecto “Cómputo paralelo de altas prestaciones. Fundamentos y evaluación de rendimiento en HPC. Aplicaciones a sistemas inteligentes, simulación y tratamiento de imágenes” (Periodo 2014–2017) del Instituto de Investigación en Informática LIDI.

RESUMEN

Esta línea de investigación se centra en el estudio y desarrollo de Sistemas Inteligentes basados en metaheurísticas aplicadas al Procesamiento de Señales y a la Minería de Datos.

Con respecto al Procesamiento de Señales, el énfasis está puesto en el reconocimiento de gestos dinámicos y patrones biométricos combinando distintas arquitecturas de redes neuronales con estrategias adaptativas inteligentes. Como resultado de estas tareas se han obtenido reconocedores eficientes.

En el área de la Minería de Datos se ha trabajado sobre dos líneas de investigación: Minerías de Datos Educativa y Minería de Textos. En el primer caso, se han analizado distintos métodos de selección de atributos y diferentes técnicas no supervisadas con el objetivo de identificar las características más importantes de la deserción universitaria en la UNRN. En el segundo caso se ha logrado desarrollar un nuevo método capaz de extraer las palabras clave de un documento que opera en forma independiente del lenguaje. Los resultados obtenidos pueden ser utilizados para categorizar documentos.

Palabras clave: Procesamiento de Señales, Minería de Datos, Minería de Textos, Selección de atributos, Redes Neuronales, Estrategias adaptativas.

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto de Investigación en Informática LIDI tiene una larga trayectoria en el estudio, investigación y desarrollo de Sistemas Inteligentes basados en distintos tipos de estrategias adaptativas.

Inicialmente se desarrollaron estrategias basadas en Redes Neuronales y Algoritmos Evolutivos aplicables al Reconocimiento de Patrones así como al control de agentes

¹ Profesor Titular DE. Facultad de Informática. UNLP

² Becario Post-doctoral (CONICET) – Jefe de Trabajos Prácticos - Facultad de Informática. UNLP

³ Jefe de Trabajos Prácticos SD - Facultad de Informática. UNLP

⁴ Profesor Adjunto . Sede Atlántica – UNRN.

⁵ Profesor Adjunto. Facultad de Informática. UNLP

⁶ Becario de postgrado UNLP. Ayudante Diplomado. Facultad de Informática. UNLP

⁷ Becario de postgrado UNLP. Ayudante Diplomado - Facultad de Informática. UNLP

⁸ Becario CONICET. Ayudante Diplomado - Facultad de Informática. UNLP

⁹ Ayudante Diplomado. Facultad de Informática - UNLP

¹⁰ Calle 50 y 120 - 2do Piso, (1900) La Plata, Argentina, TE/Fax +(54) (221) 422-7707. <http://weblidi.info.unlp.edu.ar>

autónomos. Se definieron y desarrollaron varias estrategias basadas en redes neuronales competitivas.

Las tareas más recientes han dado lugar a modelos aplicables a la resolución de problemas de predicción y de modelización. En ambos casos, se ha realizado un estudio minucioso de la representación de la información disponible llegando a identificar las características y métricas más adecuadas para cada situación. Los resultados obtenidos han sido medidos en la solución de problemas pertenecientes a distintas áreas [1-7].

A continuación se detallan los resultados obtenidos durante el último año.

1.1. Patrones biométricos

La identificación de una persona por la imagen de su rostro o el sonido de su voz es una herramienta sumamente útil en el área de seguridad ya que permite validar que la persona es quien dice ser o bien identificarla por algún motivo específico. El tratamiento digital de señales es una de las técnicas biométricas que pueden utilizarse para realizar las tareas de identificación y verificación.

En el III-LIDI se viene trabajando en este tema desde hace varios años logrando desarrollar estrategias que operan de manera diferente según el tipo de señal [8-10].

Actualmente, se ha desarrollado una nueva técnica de reconocimiento basada en la combinación de una red neuronal competitiva difusa con un criterio de decisión probabilístico que ha demostrado ser capaz de resolver satisfactoriamente ambos problemas [11]. El aporte central se relaciona con la modificación de la estructura de la neurona competitiva utilizada permitiéndole representar a más de una persona a la vez. De esta manera una neurona posee información de su capacidad de reconocimiento con respecto a más de una clase. Luego, haciendo participar varias neuronas con esta característica en una misma capa de competición, se obtendrá una red capaz de

lidar con el problema de clasificar segmentos similares pertenecientes a distintos individuos, ya sean de voz o de partes de la imagen del rostro.

1.2. Gestos Dinámicos

La aparición de nuevas tecnologías en sensores y la popularidad de los dispositivos móviles han introducido nuevas posibilidades de interacción hombre-máquina, y a su vez han generado cambios radicales en los paradigmas de las interfaces de usuario. Por ende, el uso de gestos como método de interacción, especialmente gestos con la mano, se ha convertido en una herramienta de interés en los años recientes.

Las tareas realizadas en esta línea de investigación se relacionan con estudiar, desarrollar, analizar y comparar distintas técnicas de aprendizaje automático aplicables al reconocimiento de gestos dinámicos. En particular, los gestos que interesa reconocer son movimientos de la mano, con invariancia a la velocidad, la rotación, la escala y la traslación.

Para ello, se definió un modelo de gestos, se generó una base de datos de prueba con gestos, y se estudiaron e implementaron clasificadores basados en máquinas de vectores de soporte, redes neuronales feedforward y redes neuronales competitivas, utilizando representaciones locales y globales para caracterizar los gestos [12].

La captura de la información referida a los gestos para generar la base de datos se realizó mediante el dispositivo Kinect y su SDK correspondiente, que reconoce las partes del cuerpo y determina sus posiciones en tiempo real. Los clasificadores se entrenaron con dichos datos para poder determinar si una secuencia de posiciones de la mano es un gesto. Los mismos pueden ser utilizados para implementar software de interacción con la computadora mediante gestos.

1.3. Minería de Datos en Educación

La aplicación de técnicas de Minería de Datos en el ámbito educativo ha permitido caracterizar a los distintos actores que intervienen en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

En el III-LIDI, se trabaja en este tema desde 2008. Las investigaciones realizadas han permitido evaluar la pertinencia y calidad del material desarrollado para un curso dado [13,14]. También se estudiaron técnicas aplicables a la modelización del estudiante en lo referido a su proceso de aprendizaje [15,16].

Actualmente, uno de los temas que más preocupa a las distintas unidades académicas es la deserción universitaria. Se ha trabajado a partir de la información de los alumnos de la UNRN recolectados a través del sistema SIU-Guaraní. Luego de un pre-procesamiento importante de la información que dio lugar a la vista minable se investigaron distintas técnicas de minería de datos que demostraron la alta dimensionalidad del problema y la necesidad de realizar una cuidadosa selección de los atributos relevantes.

Se presentó e implementó un método de selección de características basado en proyecciones (SOAP) que es capaz de operar sobre atributos nominales y numéricos de manera supervisada y generar un ranking de atributos en el que es posible determinar un punto de corte para identificar los más representativos.

Se comprobó que los atributos más relevantes en la determinación de la deserción son los relacionados con la situación laboral del alumno tanto en lo que se refiere a su trabajo actual como a sus intenciones de trabajar en el futuro.

Se dejó planteado un modelo predictivo (árbol de decisión) que puede ser mejorado a lo largo del tiempo y con la incorporación de más ejemplos al conjunto de datos.

Los resultados de esta investigación fueron presentados en [17-19].

1.4. Minería de Textos

La Minería de Textos posee los mismos objetivos generales que la Minería de Datos pero opera sobre colecciones de documentos de texto no estructurado. Las tareas que habitualmente se llevan a cabo pueden dividirse básicamente en las siguientes categorías: agrupamiento de documentos, categorización, clasificación y asociaciones de conceptos.

Esta línea de investigación tiene su eje central en el estudio y aplicación de distintos métodos de representación de documentos así como de distintas técnicas adaptativas aplicables en la resolución de problemas de agrupamiento y categorización.

Obtener el conjunto de palabras más representativas de un documento es una tarea de sumo interés ya que permite caracterizarlo facilitando su búsqueda y clasificación. Siguiendo esta línea, se ha desarrollado un método nuevo, denominado LIKE, que posee la capacidad de extraer automáticamente las palabras clave de un documento independientemente del lenguaje en que esté escrito. Para ello utiliza un proceso formado por tres etapas: la primera identifica los términos más representativos, la segunda construye una representación numérica adecuada para dichos términos y la tercera utiliza una red neuronal feedforward para obtener un modelo predictivo. Para medir la eficacia de LIKE se utilizaron las publicaciones realizadas en el Workshop de Investigadores de Ciencias de la Computación (WICC) en un período de 14 años (1997 a 2012). Los resultados obtenidos publicados en [20] permiten afirmar que LIKE es superior al método KEA, una de las soluciones más citadas en la bibliografía para este tipo de problema.

2. TEMAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

- Estudio de distintas técnicas de pre-procesamiento aplicables a Minería de Textos.

- Estudio y desarrollo de métodos para la identificación y selección de los atributos más relevantes de un conjunto de datos.
- Clustering utilizando Redes Neuronales Dinámicas haciendo énfasis en los alcances y limitaciones de las arquitecturas existentes.
- Análisis de métodos de representación temporal haciendo hincapié en su adecuación a gestos dinámicos.
- Métodos estructurados y no estructurados de representación de documentos.
- Estudio de estrategias adaptativas con aprendizaje no supervisado.

3. RESULTADOS OBTENIDOS

- Desarrollo de un nuevo modelo de reconocimiento de gestos utilizando una representación tipo *bag of words*.
- Implementación de una librería de clasificadores de gestos, junto con las transformaciones necesarias para obtener una representación adecuada para el reconocimiento.
- Creación de una base de datos de gestos de dígitos y letras utilizando el Kinect, la cual fue utilizada para medir los resultados del método propuesto.
- Desarrollo de una herramienta de software capaz de reconocer a una persona por la imagen de su rostro o la señal de su voz.
- Desarrollo de una prueba de concepto que arroja información preliminar relevante respecto a la problemática de la deserción universitaria.
- Descripción del perfil de los estudiantes aportando información útil en relación a su composición socio-económica y su permanencia en el ámbito universitario.
- Desarrollo de una herramienta de caracterización de documentos mediante la extracción de palabras clave.

4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Dentro de los temas involucrados en esta línea de investigación se ha finalizado 1 tesis de doctorado, 1 tesis de maestría y 5 tesinas de grado de Licenciatura. Actualmente se están desarrollando 3 tesis de doctorado, 1 de maestría y 1 tesina de grado de Licenciatura. También participan en el desarrollo de las tareas becarios y pasantes del III-LIDI.

5. REFERENCIAS

- [1] Hasperué, W., Lanzarini, L., De Guisti, A. *Rule Extraction on Numeric Datasets Using Hyper-rectangles*. Computer and Information Science. Vol. 5, No 4, 2012. <http://dx.doi.org/10.5539/cis.v5n4p116>. pp. 116-131.
- [2] Hasperué, W., Corbalan, L. *CLUIN – A New Method for Extracting Rules for Large Databases*. XIII Workshop de Agentes y Sistemas Inteligentes, XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. CACIC 2012. pp. 130-139.
- [3] Villa Monte, A., Ronchetti, F., Lanzarini, L., Jeréz, M. *Obtención de reglas de clasificación usando SOM+PSO*. XIII Workshop de Agentes y Sistemas Inteligentes, XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. CACIC 2012. pp. 210-219.
- [4] Ronchetti F., Lanzarini L. *Automatic Vehicle Parking Using an Evolution-Obtained Neural Controller*. Workshop de Agentes y Sistemas Inteligentes, XVII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, CACIC 2011. pp. 71-80.
- [5] López J., Lanzarini L., Fernández Bariviera A. *Variable Population MOPSO applied to Medical Visits*. Journal Fuzzy Economic Review. Vol XVII, nro. 1. International Association for Fuzzy Set Management and Economy (SIGEF). 2012. ISSN 1136-0593. pp. 3-14.
- [6] Villa Monte, A. Estrebou, C., Lanzarini, L. *E-mail processing using data mining techniques*. Computer Science &

- Technology Series – XVI Argentine Congress of Computer Science Selected Papers, ISBN 978-950-34-0757-8. EDULP, 2011. pp. 109-120.
- [7] Hasperué W., Lanzarini L., De Giusti A. *Rule Extraction on Numeric Datasets Using Hyper-rectangles*. Journal of Computer and Information Science. Vol 5. Nro. 4. Canadian Center of Science and Education. ISSN 1913-8989, E-ISSN 1913-8997. 2012. pp. 116-131.
- [8] Albanesi B., Funes N., Chichizola F., Lanzarini L. *Reconocimiento de Objetos en Video utilizando SIFT paralelo*. Workshop de Computación Gráfica, Imágenes y Visualización. XVI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, CACIC 2010.
- [9] Estrebou C., Lanzarini L., Hasperué W. *Voice recognition based on probabilistic SOM*. Conferencia Latinoamericana de Informática. CLEI 2010.
- [10] Maulini J., Lanzarini L. *Face Recognition using SIFT descriptors and Binary PSO with velocity control*. Computer Science & Technology Series – XVII Argentine Congress of Computer Science Selected Papers. ISBN 978-950-34-0885-8. EDULP, 2012. pp. 43-53.
- [11] Lanzarini L., Ronchetti F., Estrebou C., Lens L., Fernandez Bariviera A. *Face recognition based on fuzzy probabilistic SOM*. IFSA World Congress and NAFIPS Annual Meeting, 2013. ISBN: 978-1-4799-0347-4, pp. 310–314.
- [12] Quiroga, F., Corbalán, L. *A novel competitive neural classifier for gesture recognition with small training sets*. XIV Workshop de Agentes y Sistemas Inteligentes, XIX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. CACIC 2013. pp. 140-149.
- [13] Grossi, M.D., Lanzarini, L. *Reglas de Predicción aplicables al Diseño de un Curso de Computación*. III Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. TE&ET 2008.
- [14] Lanzarini L., Denazis J., Grossi M.D. *Estrategias Inteligentes aplicables a un Sistema Educativo*. X Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, WICC 2008.
- [15] Arona G, Huapaya C., Lanzarini L., Lizarralde F. *Lógica Difusa aplicada al Modelo del Estudiante de un Sistema Tutorial Inteligente*. IV Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. TE&ET 2009.
- [16] Lanzarini L., Huapaya C. *Diagnóstico Adaptativo del Estudiante en Sistemas Tutoriales Inteligentes*. XI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, WICC 2009.
- [17] Formia S., Lanzarini L. Hasperué W. *Caracterización de la deserción universitaria en la UNRN utilizando Minería de Datos. Un caso de estudio*. TE&ET; no. 11. ISSN: 1850-9959. 2013. pp. 92-98.
- [18] Formia S. *La deserción en cursos universitarios. Construcción de modelos sobre datos de la Universidad Nacional de Río Negro usando técnicas de Extracción de Conocimiento*. Tesis de Magister en Tecnología Informática aplicada en Educación. Facultad de informática. Universidad Nacional de La Plata. 2014.
- [19] Formia S. *Evaluación de técnicas de Extracción de Conocimiento en Bases de Datos y su aplicación a la deserción de alumnos universitarios*. Tesis de Especialista en Tecnología Informática aplicada en Educación. 2012.
- [20] Aquino G., Hasperué W., Estrebou C., Lanzarini L. *A novel Language-Independent Keyword Extraction method*. XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. CACIC 2013. pp. 934-942.