

Redes Neuronales Artificiales. Aplicaciones en Minería de Datos y Procesamiento de Señales Temporales

Laura Lanzarini¹, Waldo Hasperué¹, César Estrebou¹, Franco Ronchetti^{1,2}, Augusto Villa Monte^{1,2}, Germán Aquino^{1,3}, Facundo Quiroga¹, Luis Rojas⁴, Patricia Jimbo Santana⁵

¹ Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)
Facultad de Informática - Universidad Nacional de La Plata

² Becario postgrado UNLP

³ Becario postgrado CONICET

⁴ Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco

⁵ Dpto. Ciencias de la Computación, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador

{laural, whasperue, cesarest, fronchetti, avillamonte, gaquino, fquiroga}@lidi.info.unlp.edu.ar
luisf.09@gmail.com, pjimbo@pcpsolutions.com

CONTEXTO

Esta presentación corresponde 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 Redes Neuronales Artificiales aplicadas al Procesamiento de Señales Temporales y a la Minería de Datos.

Con respecto al Procesamiento de Señales Temporales, el énfasis está puesto en el reconocimiento de acciones humanas con el objetivo de mejorar la interfaz hombre/máquina y en el reconocimiento de señales oculares como herramienta de ayuda al diagnóstico médico semi-automático de alteraciones del equilibrio. También se está trabajando en el reconocimiento automático de vehículos a través de la identificación de su patente.

En el área de la Minería de Datos se está trabajando en la generación de un modelo de fácil interpretación a partir de la extracción de

reglas de clasificación que permita justificar la toma de decisiones. Con respecto a Minería de Textos se ha logrado desarrollar un nuevo método capaz de extraer las palabras clave de documentos independientemente del lenguaje. Los resultados obtenidos pueden ser utilizados para categorizar documentos.

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

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 autónomos. Luego se definieron y desarrollaron estrategias basadas en redes neuronales competitivas y técnicas de optimización.

Las tareas más recientes han dado lugar a modelos aplicables a la resolución de problemas de predicción y de clasificación. 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 [1-6].

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

1.1. PROCESAMIENTO DE SEÑALES

Desde hace varios años se vienen trabajando en procesamiento de señales de audio y video. Como resultado de estas investigaciones se han diseñado e implementado técnicas originales aplicables al reconocimiento de distintas medidas biométricas [7, 8, 9, 10] así como de gestos dinámicos [11].

Reconocimiento de Acciones Humanas

La aparición de nuevas tecnologías en sensores y la popularidad de los dispositivos móviles han introducido nuevas posibilidades de interacción hombre-máquina y obtención de información. No obstante, la habilidad de utilizar efectivamente estos datos y modos de comunicación requiere novedosas técnicas de procesamiento, análisis, e inferencia a partir de señales.

En esta línea de investigación, se ha trabajado en la búsqueda de descriptores para acciones humanas dinámicas que permitan, junto con un modelo de clasificación adecuado, un reconocimiento efectivo de las acciones capturadas en videos [11]. Un descriptor debe poder representar todas las características relevantes de la acción y obviar el resto, haciendo así posible el reconocimiento.

Un problema principal de este campo es poder caracterizar el movimiento en base a información obtenida cuadro a cuadro e integrarla para obtener un descriptor global de la acción. Para ello, se definió un descriptor que captura la distribución de movimientos de las acciones. El aporte de la técnica consiste en introducir la dependencia temporal dentro del descriptor mismo mediante ventanas adaptativas. De esta forma se evita tener que aplicar un esquema de descomposición piramidal o temporal a la acción, que implica calcular un descriptor para cada elemento de

la descomposición y luego concatenarlos. Así se logró obtener un descriptor que además de ser menos costoso computacionalmente también es más efectivo. El descriptor, junto con el modelo de clasificación, se comparó con otros métodos utilizando las bases de datos Action3D [12] y MSRC12 [13], obteniendo resultados satisfactorios.

Actualmente se está utilizando la metodología desarrollada para trabajar con gestos del Lenguaje de Señas Argentino, con el objetivo de posibilitar la creación de software que traduzca automáticamente desde el video al lenguaje castellano.

Reconocimiento de patrones en señales

Hace varios años en el III-LIDI se viene trabajando este tema desarrollando estrategias que operan con distinto tipo de señal [7-10]. Esta línea se ha centrado principalmente en el procesamiento y reconocimiento de patrones en señales de audio e imágenes con el fin de identificar a una persona a través de su rostro o el sonido de su voz.

En el último tiempo, se ha trabajado con señales oculares desarrollando un método inteligente basado en redes neuronales para detectar ciertos movimientos de los ojos llamados nystagmus [14]. Estos se generan de hacer girar de determinada manera a un paciente sentado en un sillón y su detección permite identificar problemas del equilibrio.

El método de búsqueda de los nystagmus se basa en el ProbsOM [8] y forma parte de un sistema de hardware y software que permite adquirir, visualizar, almacenar y administrar los resultados. Actualmente, el sistema se encuentra en uso en un consultorio médico, asistiendo al profesional en la confección del diagnóstico.

Reconocimiento de patrones en video

Con el avance de la tecnología ha mejorado notablemente la calidad de captura de imágenes y video permitiendo el procesado de nuevos datos. Para lograrlo es preciso mejorar las herramientas existentes.

En el marco de los proyectos de “Desarrollo de Aplicaciones e Innovación” acreditados por la Facultad de Informática, UNLP, actualmente se está desarrollando un sistema de reconocimiento automático de patentes para un estacionamiento de vehículos a través de la captura de imágenes de video en tiempo real.

La identificación o reconocimiento automático de vehículos es un requerimiento con una demanda donde existen diferentes problemáticas a resolver como control de acceso a estacionamientos, localización de vehículos robados, control y monitoreo de tráfico, control de infracciones, acceso en peajes entre otras.

El trabajo realizado consiste en un extenso análisis de los algoritmos disponibles que resuelven los problemas presentados en cada una de las tres etapas del reconocimiento (localización de la patente en una imagen, la segmentación de los caracteres y el reconocimiento de cada carácter). También se presenta una propuesta con algoritmos que mejoran el rendimiento y/o la efectividad y una implementación de la mejor solución utilizando la biblioteca OpenCV.

1.2. MINERÍA DE DATOS Y MINERÍA DE TEXTOS

Obtención de Reglas de Clasificación

Esta línea de investigación está centrada en la obtención de reglas de clasificación, del tipo IF-THEN, a partir de redes neuronales y técnicas de optimización.

En especial se estudian métodos de clustering y clasificación de patrones que permitan identificar aquellos atributos relevantes para el problema. Dichos atributos serán especialmente considerados en el momento de construir el antecedente de la regla.

Este tipo de estrategias fueron utilizadas previamente en [6] para medir la relevancia de los términos más utilizados en un conjunto de e-mails. Sin embargo, las técnicas de agrupamiento no poseen la capacidad de seleccionar atributos. Dado que sólo operan

con información numérica pueden utilizarse para obtener medidas de tendencia central para cada grupo a partir del conjunto de datos asociado. Esto último no implica el proceso de selección.

Como forma de identificar cuáles de los atributos son relevantes para la construcción de la regla, se investigan distintas variantes de optimización por cúmulos de partículas. Interesa especialmente el control adecuado de la velocidad ya que se relaciona directamente con la precisión de la respuesta obtenida.

Los resultados de esta investigación han dado lugar a una estrategia adaptativa capaz de generar una lista de reglas de clasificación reducida operando con atributos nominales y numéricos. La misma se basa en la combinación de una red neuronal SOM y una técnica de optimización poblacional. Las reglas obtenidas se caracterizan por su simplicidad y facilidad de interpretación dado que poseen pocos atributos en su antecedente. Los resultados de esta investigación han sido publicados en [3].

Extracción de palabras clave en documentos de texto

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 extracción de palabras clave, tarea de sumo interés ya que permite caracterizar un documento facilitando su búsqueda y clasificación.

Esta línea de investigación inició con el estudio de representaciones para los términos de un documento y varios algoritmos de clasificación para abordar esta problemática. Esta investigación resultó en el desarrollo de un algoritmo de extracción de palabras clave utilizando redes neuronales [15].

Siguiendo esta línea, se ha desarrollado un método de extracción de palabras clave a partir de documentos de texto en español utilizando redes neuronales auto-asociativas,

las cuales son adecuadas para problemas de clasificación altamente desbalanceados.

El método propuesto construye una representación numérica para los términos de cada documento a fin de describir sus características principales, luego aplica un filtrado gramatical para remover términos no válidos, y por último utiliza una red neuronal auto-asociativa para construir un modelo de clasificación. Esta red es entrenada utilizando únicamente los términos del conjunto de entrenamiento elegidos como palabras clave. De esta forma, el entrenamiento se realiza en menos tiempo que en un clasificador discriminante. Una vez entrenada, la red asigna a cada término de un documento nuevo un error de reconstrucción que mide su similitud con el conjunto de entrenamiento. Este valor es utilizado para elaborar un ranking de términos y seleccionar los n más descriptivos para cada documento.

Para medir la eficacia del método propuesto se utilizaron publicaciones de WICC y CACIC. Los resultados obtenidos publicados en [16] permiten afirmar que el método propuesto es comparable o incluso superior a Maui [17], uno de los algoritmos más reconocidos en esta problemática, además de ser considerablemente más rápido. Es interesante destacar que la única parte del método que es dependiente del idioma es el modelo de etiquetado gramatical utilizado. Actualmente se está trabajando en extender la representación de los términos para incluir más atributos lingüísticos y probar el método en diferentes idiomas, además de adaptarlo al problema de categorización de documentos.

2. TEMAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

- Estudio de técnicas de optimización poblaciones y redes neuronales artificiales para la obtención de reglas de tipo IF-THEN.
- Clustering utilizando redes neuronales dinámicas en especial mapas auto-organizativos (SOM).

- Análisis de métodos de representación temporal haciendo hincapié en su adecuación a la representación de las acciones humanas.
- Métodos estructurados y no estructurados a la representación de documentos.
- Problemas de clasificación con desbalance de clase severo.
- Algoritmos de reconocimiento de patentes.

3. RESULTADOS OBTENIDOS

- Desarrollo de un nuevo descriptor para el reconocimiento de acciones basado en la distribución del movimiento de las mismas.
- Análisis detallado de algoritmos de reconocimiento de patentes en las varias etapas del pipelines.
- Desarrollo de una representación de términos que junto con un modelo de clasificación permite identificar palabras clave en un documento.
- Desarrollo de un método de clasificación de señales oculares aplicado a la detección de nystagmus.
- Desarrollo de un método de obtención de reglas de clasificación con énfasis en la reducción de la complejidad del modelo sin perjudicar el rendimiento del mismo.

4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Dentro de los temas involucrados en esta línea de investigación se han finalizado 2 tesis de doctorado, 2 tesis de maestría y 6 tesinas de grado de Licenciatura.

Actualmente se están desarrollando 4 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. pp. 116-131.
- [2] Hasperué, W., Corbalan, L. *CLUIN – A New Method for Extracting Rules for Large Databases*. XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. 2012. pp. 130-139.
- [3] Lanzarini, L., Villa Monte, A., Ronchetti, F.: SOM+PSO. A Novel Method to Obtain Classification Rules. Journal of Computer Science & Technology (JCS&T), Vol. 15, No 1, Abril 2015 [en prensa].
- [4] Ronchetti F., Lanzarini L. *Automatic Vehicle Parking Using an Evolution-Obtained Neural Controller*. 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. 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] Albanesi B., Funes N., Chichizola F., Lanzarini L. *Reconocimiento de Objetos en Video utilizando SIFT paralelo*. XVI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, CACIC 2010.
- [8] Estrebou C., Lanzarini L., Hasperué W. *Voice recognition based on probabilistic SOM*. Conferencia Latinoamericana de Informática. CLEI 2010.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] Quiroga F., Corbalán L. *A novel competitive neural classifier for gesture recognition with small training sets*. XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. 2013. pp. 140-149.
- [12] Li W., Zhang Z., Liu Z., *Action recognition based on a bag of 3d points*, Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW), 2010 IEEE Computer Society, 9-14, 2010, IEEE
- [13] Fothergill S., Mentis H., Kohli P., Nowozin S. *Instructing people for training gestural interactive systems*. Proceedings of the 2012 ACM annual conference on Human Factors in Computing Systems, 1737-1746, 2012.
- [14] Villa Monte A., Quiroga F., Ronchetti F., Estrebou C., Lanzarini L. y otros. *A Support System for the Diagnosis of Balance Pathologies*. XX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. 20-24 de Octubre de 2014.
- [15] Aquino, G, Hasperué, W, Estrebou, C, Lanzarini, L. *A Novel Language-Independent Keyword Extraction Method*. XIX Congreso Argentino en Ciencias de la Computación. 2013.
- [16] Aquino G., Hasperué W., Lanzarini L. *Keyword Extraction using Auto-associative Neural Networks*. XX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. CACIC 2014.
- [17] Medelyan, O. *Human-competitive automatic topic indexing*. Proceedings of the 2009 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing, vol. 3, 1318-1327, Association for Computational Linguistics (2009).