

Reconocimiento de Patrones en Imágenes Médicas utilizando Redes Neuronales

Lic. Laura Lanzarini¹, Ing. A. De Giusti²

*Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Informática³
Departamento de Informática - Facultad de Ciencias Exactas
Universidad Nacional de La Plata*

1. Reconocimiento de Patrones y Redes Neuronales

El ser humano no analiza las diferentes situaciones provenientes del mundo real como si fueran hechos aislados, sino que trata de describirlos en términos de *patrones* de hechos relacionados. A veces esta relación se encuentra implícita debido a que todos se refieren al mismo objeto. Otras veces es necesario unir esas características de manera explícita.

Es interesante observar el poder perceptivo del ser humano. Este se haya muy bien adaptado para la realización de tareas de procesamiento de patrones. Ejemplos de esto puede verse reflejado en el reconocimiento de caracteres escritos a mano o el reconocimiento de imágenes. En ambos casos la interpretación es correcta aunque se presenten distorsiones o falta de información.

Dado que esta capacidad se encuentra presente no sólo en la percepción sino también en el conocimiento, se ha buscado la manera de dotar a las computadoras de la misma habilidad de procesamiento de patrones de información que poseen los humanos.

Esto podría llevar no sólo a un manejo más sencillo de las computadoras, sino también a su aplicación más eficiente en el manejo de tareas del mundo real. Esto último ha potenciado el interés por entender como manejar información expresada en forma de patrones.

Dentro del área de reconocimiento de patrones uno de los conceptos más importantes es el de *discriminante*.

En general, un discriminante es una función u operador que, al ser aplicado sobre un patrón, permite obtener una salida correspondiente a una estimación de la clase a cual pertenece o una estimación de uno o más de los atributos del patrón.

La existencia de discriminantes constituye la esencia del reconocimiento de patrones.

Cuando se trata de patrones numéricos, los discriminantes se basan en uno de los siguientes dos conceptos:

1. El discriminante es una superficie que divide el espacio de los datos de entrada de donde los patrones son clasificados de acuerdo al sector al cual pertenecen.

El discriminante es una medida de distancia y los patrones son clasificados de acuerdo a la clase a la que pertenece su vecino más cercano [Simp 92], [Simp 93] o el prototipo más cercano [Torb 98] o el centro de la clase más cercano [Mega 98], [Shie 95].

¹ Profesor Adjunto Dedicación Exclusiva. Dpto. de Informática, Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de La Plata. E-mail: laural@info.unlp.edu.ar

² Investigador Principal del CONICET. Profesor Titular Dedicación Exclusiva. Dpto. de Informática, Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de La Plata. E-mail: degiusti@info.unlp.edu.ar

³ Calle 50 y 115 1er Piso, (1900) La Plata, Argentina, TE/Fax +(54)(221)422-7707. <http://lidi.info.unlp.edu.ar>

Soluciones halladas a través del uso de redes neuronales permiten la obtención de discriminantes del primer tipo.

Habitualmente se busca que un sistema de reconocimiento de patrones aprenda adaptivamente a partir de experiencias varios discriminantes, cada uno de ellos respondiendo a un propósito específico.

En un sistema de reconocimiento de patrones automático las etapas de aprendizaje y reconocimiento, se combinan para lograr el objetivo deseado [Cagn 93] [Valli 98]. En esta dirección, las redes neuronales representan la herramienta adecuada para la implementación de soluciones adaptivas resueltas por computadora [Nigr 93].

Utilizando redes neuronales el concepto de discriminante se basa en un conjunto de hiperplanos o hipersuperficies que mapean el espacio de entrada en el espacio de salida.

Por otro lado, las redes neuronales se caracterizan principalmente, por su capacidad para generalizar la información y por su tolerancia al ruido. Por este motivo, una de las áreas informáticas que más las utiliza es la de Reconocimiento de Patrones.

La línea de investigación de Redes Neuronales aplicadas al Reconocimiento de Patrones tiene como objetivo:

- Aplicación de técnicas de Redes Neuronales a problemas concretos de reconocimiento de patrones
- Evaluación de métricas de eficiencia y confiabilidad de las soluciones propuestas.
- Formación de recursos humanos en el tema

Las tareas desarrolladas hasta el momento se encuentran en el marco del acuerdo existente entre la Facultad de Cs.Médicas de la UNLP y el LIDI.

2. Diagnóstico Médico

Uno de los mayores problemas que presenta el diagnóstico médico, en general, es la subjetividad del especialista. Puede notarse, principalmente en tareas de reconocimiento de patrones, que la experiencia del profesional tiene una estrecha relación con su diagnóstico final. Esto se debe a que el resultado no depende de una solución sistematizada sino de la interpretación realizada sobre la señal del paciente.

Por ejemplo, en el caso del diagnóstico de alteraciones del equilibrio, es necesario analizar la señal correspondiente al movimiento ocular del paciente. En ella se presenta un patrón denominado nystagmus cuya frecuencia en diferentes pruebas, determina el tipo de lesión. La forma de este patrón tiene una estrecha relación con el tipo de señal y es diferente en cada paciente. [Lanz 97]

Algo similar ocurre en el conteo celular. En general, toda muestra histológica tiene asociados ciertos parámetros de normalidad que caracterizan a las poblaciones celulares que la constituyen. Esto le permite al especialista, en base a la agrupación de células con iguales características, realizar una primera clasificación del tejido que está observando, como *normal* o *patológico* [Lanz 98].

Los métodos que permiten determinar la proporción de células que poseen características similares, constituyen una tarea muy rutinaria, pesada y sujetas a errores del observador por su carácter eminentemente subjetivo, por lo que resulta de sumo interés poder establecer dicha proporción con la mayor objetividad posible, para un diagnóstico y pronóstico más exactos.

Todo método que permita contabilizar células con características similares, constituye una herramienta muy importante para poder distinguir, a priori, lo normal de lo patológico y en una etapa posterior patologías específicas [Lanz 95] [Lanz 98].

Problemas como los aquí mencionados requieren trabajar con herramientas que no utilicen un algoritmo para hallar la solución sino que sean capaces de comportarse de acuerdo a los datos del problema. En esta dirección las *redes neuronales* resultan de suma utilidad, ya que no sólo son capaces de reconocer patrones con la ayuda del experto sino que, por si mismas pueden generalizar la información contenida en los datos de entrada mostrando relaciones que a priori resultan complejas.

Actualmente se está trabajando en el reconocimiento automático de los elementos que intervienen en una muestra histológica utilizando redes neuronales, entendiendo que este tipo de solución puede aplicarse a numerosos problemas de diagnóstico.

El sistema actual recibe la imagen a través de una cámara colocada sobre el microscopio. Cabe aclarar que para calcular la proporción celular de un preparado es necesario recorrerlo en forma de "guarda griega", dando lugar aproximadamente, a 120 imágenes color de 640x420 pixels. Es importante considerar la magnitud de los cálculos a realizar y la necesidad de acelerar el proceso de clasificación.

Aquí se combinan el procesamiento de imágenes digitales y las redes neuronales para la realización del reconocimiento y clasificación adecuados. La solución del problema puede dividirse en dos partes: la segmentación de los diferentes elementos y su posterior clasificación.

Como solución del primer punto se ha trabajado sobre diferentes técnicas de clustering de manera de lograr una segmentación adecuada. La característica utilizada ha sido el color con la intención de ganar generalidad en la solución propuesta. En esta dirección se han logrado buenos resultados mediante la definición de un nuevo algoritmo de clustering basado en una redefinición de la imagen de entrada.

En cuanto a la clasificación se han comparado diferentes soluciones utilizando redes neuronales logrando una respuesta correcta, con un error menor al 10%.

3. Bibliografía Básica

- [Baxt 91] *Supervised Adaptive Resonance Networks*. Baxter. Center for Adaptive Systems. Boston University. 1991
- [Cagn 93] *Neural Network Segmentation of Magnetic Resonance Spin Echo Images of the Brain*. Cagnoni, Coppini, Rucci, Caramella, Valli. Journal of Biomedical Engineering, V 15, pp.355-362. 1993
- [Gonz 92] *Digital Image Processing*. Gonzalez y Woods. Addison-Wesley. 1992
- [Hecht 90] *Neurocomputing*. Robert Hecht-Nielsen. Addison-Wesley. 1990
- [Jain 89] *Fundamentals of Digital Image Processing*. Anil Jain. Prentice Hall. 1989
- [Lanz 95] *Caracterización de los Elementos de una Muestra Histológica utilizando Khoros*. Lanzarini, Castañeda, Badrán, De Giusti. II International Congress on Information Engineering. Buenos Aires. 1995.
- [Lanz 97] *Real Time Analysis of the Nystagmus and Movement Patterns in Balance Disturbances*. Lanzarini, Vargas, Estelrich, De Giusti. 19th International Conference Information Technology Interfaces. Croatia. 1997

- [Lanz 98] *Reconocimiento y Clasificación de los elementos de una muestra de sangre utilizando Redes Neuronales*. Lanzarini, Vargas, Badrán, De Giusti. 6º Congreso Internacional de Nuevas Tecnologías y Aplicaciones Informáticas. Cuba. 1998
- [Mega 98] *Fuzzy Neural Network for Classification and Detection of Anomalies*. Meneganti, Saviello y Tagliaferri. IEEE Transactions on Neural Networks, Vol.9, nº 5 Septiembre 1998
- [Nigr 93] *Neural Networks for Pattern Recognition*. Albert Nigrin. MIT Press 1993
- [Poli 96] *Optimum Segmentation of Medical Images with Hopfield Neural Networks*. Poli y Valli. CSRP-95-12. School of Computer Science. The University of Birmingham.
- [Shie 95] *A method for fuzzy rules extraction directly from numerical data and its application to pattern recognition*. Shiego Abe and Ming-Shong Lan. IEEE Trans.on Fuzzy Systems, Vol.3,nº 1, Febrero 1995.
- [Simp 92] *Fuzzy min-max neural networks - Part1 : Clasificación*. P.Simpson. IEEE Trans.Neural Networks, Vol3, pp 776-786,1992
- [Simp 93] *Fuzzy min-max neural networks - Part2 : Clasificación*. P.Simpson. IEEE Trans.Neural Networks, Vol1, pp 32-45,1993
- [Torb 98] *A new neural network for cluster-detection-and-labeling*. Torbjorn Eltoft. IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 9, nr. 5, pp 1021-1035. 1998
- [Valli 98] *Neural Networks and Prior Knowledge Help the Segmentation of Medical Images*. Valli, Poli, Cagnoni and Coppini. Journal of Computing and Information Technology, Vol.6 Nº 2. 1998