

Neuroevolución: ¿Cómo evitar los datos masivos de entrenamiento?



ALEXANDRE BERGEL Profesor Asociado del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile.

Contexto

Según la teoría de Darwin, el cerebro de los mamíferos es el resultado de una larga evolución. Frente a cualquier otra especie, los humanos tienen el cerebro más grande en relación a su peso. Hace decenas de milenios, nuestro cerebro no tenía la sofisticación que tiene hoy. El cerebro evolucionó, en parte, para solucionar problemas complejos como la necesidad de los humanos de comunicarse en forma eficiente. Siguiendo un proceso de evolución similar al de nuestro cerebro, la neuroevolución es una técnica de la inteligencia artificial que combina un algoritmo genético con una red neuronal. Su idea central es producir modelos que sean lo suficientemente desarrollados para solucionar un problema que no se

puede expresar a través de ejemplos. Es una idea casi opuesta a la forma en que se entrena un modelo con grandes cantidades de imágenes o de texto, como se hace en el área de *deep learning*.

Ejemplo y aplicaciones

Consideren la red neuronal de la Figura 1. Esta red describe el comportamiento del operador booleano *XOR*, usando una función de activación de tipo *step*. Tiene, además, nueve parámetros, tres por cada neurona. Un algoritmo de aprendizaje, como el *backpropagation* usado en *deep learning*, tendrá que deducir estos nueve parámetros desde un conjunto de ejemplos. En este caso, tener ejemplos no representa un problema

para entrenar la red, pero en otros casos, según el problema a abordar, tener ejemplos puede representar un lujo que no siempre es alcanzable.

La neuroevolución es una técnica alternativa al *backpropagation* para deducir estos nueve parámetros y consiste en la aplicación de un algoritmo genético con redes neuronales. En vez de entrenar una red usando mecanismos de aprendizaje, la neuroevolución usa un algoritmo evolutivo para buscar los parámetros que generan redes de “mejor calidad”.

Un algoritmo genético es una metáfora computacional del mecanismo de evolución natural, tal como lo describió Charles Darwin. En la naturaleza, los individuos más fuertes tienen mayores probabilidades de sobrevivir y de reproducirse. Aplicado a nuestro ejemplo de

redes naturales, un individuo es una serie de nueve números y la probabilidad de evolucionar depende de la cantidad de errores que comete la red neuronal bajo este individuo.

En cada generación, los individuos más fuertes (i.e., las redes neuronales que cometen menos errores) se combinan usando operaciones genéticas, tales como la mutación y el *cross-over*. La población inicial de individuos está compuesta por series de nueve números aleatorios, pero en cada generación se genera una red mejor, que produce menos errores que en la generación anterior.

Algoritmos sofisticados de neuroevolución, como NEAT y HyperNEAT, permiten evolucionar no solamente los parámetros, sino también la topología de la red, algo que no se puede lograr con el *deep learning* clásico.

En el grupo ISCLab¹ del Departamento de Ciencias de la Computación (DCC) de la Universidad de Chile, usamos la neuroevolución para desarrollar inteligencia artificial de videojuego, estilo Mario Bros. La neuroevolución es particularmente conveniente para producir dicho tipo de IA ya que, en comparación al *deep learning*, no requiere datos de jugadas.

Por otro lado, estamos desarrollando técnicas de visualización que permiten caracterizar el proceso de evolución. La neuroevolución, como cualquier otro algoritmo de *machine learning*, es una caja negra

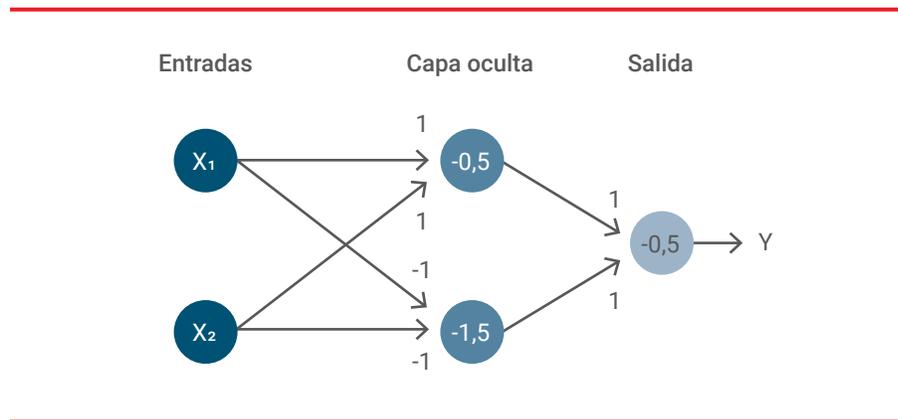


Figura 1. Red neuronal que simula al operador booleano XOR.

que entrega un resultado sin dar cuenta del camino tomado para obtener dicho resultado. Nuestras visualizaciones ayudan a entender las diferentes decisiones tomadas por el algoritmo de neuroevolución, lo que ayuda a explicar su resultado.

Beneficios

La neuroevolución no tiene las limitaciones que imponen un uso de cantidades *masivas* de datos. Un modelo basado en neuroevolución puede superar a un modelo basado en ejemplos producidos por humanos. Ejemplos prominentes de esta situación son la robótica y los videojuegos. Si un jugador virtual tuviese que aprender de los humanos cómo jugar, no lograría superarlos. Pero un algoritmo evolutivo (al que

la neuroevolución pertenece) puede superar, y por mucho, a los mejores jugadores del mundo. AlphaGo y Dota2 demuestran la amplia capacidad de los algoritmos evolutivos para superar a los humanos.

El artículo “Designing neural networks through neuroevolution”, publicado en 2019 en la revista Nature Machine Intelligence, describe los últimos progresos en el área de la neuroevolución. Además de presentar una retrospectiva de cómo la naturaleza y la evolución del cerebro han tenido un enorme impacto en el área de la inteligencia artificial, este artículo describe una extraordinaria forma de acercarse a una inteligencia artificial genérica. Ahora, es reconocido que la neuroevolución es competidora de las técnicas modernas usadas en aprendizaje supervisado, al que pertenecen las técnicas de aprendizaje de redes neuronales. ■

1 | <https://isclab.dcc.uchile.cl/>.