

Prácticas ingenieriles aplicadas para la implementación de sistemas inteligentes basados en machine learning

Pollo-Cattaneo, Ma. F.; Pytel, P.; Vegega, C.; Ramón, H.; Deroche, A.; Straccia, L.; Velazquez, G., Orozco-Gonzalez, M. & Panizza, L.

Grupo de Estudio en Metodologías de Ingeniería de Software. Facultad Regional Buenos Aires. Universidad Tecnológica Nacional. Argentina.
{flo.pollo, ppytel}@gmail.com

Resumen

La Inteligencia Artificial (IA) tiene el potencial de aportar en un futuro cercano grandes beneficios a la sociedad, gracias a la aplicación de Sistemas Inteligentes implementados mediante el uso de algoritmos de Machine Learning (o Aprendizaje Automático). No obstante, para aplicar Machine Learning, es imprescindible conocer varios aspectos relacionados al problema, la organización y su contexto, así como realizar un reconocimiento de las fuentes de información disponibles identificando su calidad. En caso contrario, el sistema podría estar resolviendo un problema diferente del que se quiere dar solución pudiendo provocar a largo plazo situaciones de sexismo, racismo y otras formas de discriminación. En este contexto, el trabajo propuesto se inscribe en una línea de investigación que busca adaptar prácticas ingenieriles en la implementación de Sistemas Software Inteligentes basados en Machine Learning para evitar los problemas antes mencionados.

Palabras clave:

Sistema Inteligente, Inteligencia Artificial, Machine Learning, Prácticas Ingenieriles, Ingeniería de Software, Ingeniería en Sistemas de Información.

Contexto

El trabajo propuesto se desarrolla en el marco de las actividades del Grupo de Estudio de Metodologías para Ingeniería en Software y Sistemas de Información (GEMIS), el cual se encuentra conformado por un equipo de docentes y alumnos dentro del ámbito de la Facultad Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN-FRBA). Este grupo busca la sistematización de cuerpos de conocimientos y promoción de sus aplicaciones y abordajes metodológicos en todo tipo de escenarios (convencionales y no convencionales). Tal es el caso de la implementación de un Sistema Inteligente para asistir a docentes y alumnos de una asignatura de grado en sus tareas tanto dentro como fuera del aula [1]. Sin embargo, a pesar de que se ha avanzado en varios módulos del sistema propuesto [2-5], el grado de avance ha sido más lento de lo esperado inicialmente debido a complicaciones asociadas a la definición de los conocimientos necesarios y la disponibilidad de datos representativos con calidad suficiente para entrenar a los algoritmos correspondientes. En este sentido, se han propuesto y aplicado métodos ad-hoc para solucionar este tipo de dificultades. Como es factible que muchos de los métodos puedan ser aplicados en otros ámbitos, se considera

de utilidad intentar unificarlos para facilitar el trabajo de los ingenieros.

Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación

El éxito de grandes empresas tecnológicas en la adopción de la Inteligencia Artificial (IA) ha llevado a que empresas de todo el mundo también adopten dichas tecnologías [6]. Esta situación conlleva a pronosticar que los ingresos derivados de la IA experimenten un incremento de u\$s 37.000 millones del 2018 al 2025 [7]. Por otro lado, instituciones reconocidas, como la Universidad de Stanford [8], publican reportes que destacan la importancia que tendrá la IA en un futuro cercano. Cabe destacar que esos beneficios están asociados al Aprendizaje Automático, más conocido como Machine Learning por su nombre en inglés. Esta disciplina busca estudiar y modelar los procesos de aprendizaje, con sus múltiples manifestaciones, para poder ser trasladados a las computadoras [9; 10] y facilitar, de esta manera, la implementación de sistemas Software en ámbitos complejos. Los sistemas Software así generados se designan Sistemas Inteligentes [11] y, pueden ser aplicados para resolver diferentes tipos de problemas [12]. Por lo tanto, dependiendo del problema que se desee resolver es posible utilizar alguno de los diversos algoritmos disponibles provistos por Machine Learning [11-14], por lo que una de las primeras dificultades asociadas a la construcción de los Sistemas Inteligentes tiene que ver con determinar cuál aplicar. De acuerdo al Teorema de 'No Free Lunch' [15], no existe ningún algoritmo que pueda ser aplicado a cualquier tipo de problema. Cada uno tiene sus puntos fuertes y débiles, que deberán ser

contrastados contra los elementos del problema para determinar cuál es la mejor solución a aplicar. En otras palabras, siempre se debe seleccionar el algoritmo teniendo en cuenta los objetivos planteados, las características del dominio y los datos disponibles.

En este sentido, es interesante resaltar esta doble relación entre los datos y la tecnología a aplicar [11]. Para seleccionar la mejor tecnología, es útil conocer las características de los datos disponibles, pero para definir dichos datos se debe conocer la tecnología a aplicar. Esto se debe a que todos los algoritmos antes mencionados son métodos de caja negra y 'basados en datos' [9-10], por poder generar automáticamente modelos no-lineales sobre las relaciones entre los datos suministrados. De esta manera, se los pueden emplear para resolver un problema sin necesitar que se programe manualmente ninguna lógica.

Por consiguiente, otra de las cuestiones principales, asociadas al uso de Machine Learning, tiene que ver con obtener los datos necesarios para ser suministrados al algoritmo, lo cual no es una tarea trivial. Por ejemplo, tómesese la cuestión de determinar la cantidad de información histórica que se necesita para producir los mejores resultados [15]. Según [16], la respuesta habitual a la pregunta "¿cuántos datos se necesitan?" es "lo más posible" dado que cuantos más datos se tenga, mejor se podrá identificar la estructura del modelo. No obstante, al llevar a cabo un proyecto real, es imprescindible ponerle algún límite a la cantidad de datos que se vayan a aplicar [12]. Asimismo, las propuestas existentes se consideran excesivamente simplificadas debido a que ignoran aspectos como: la variabilidad aleatoria subyacente de los mismos o, las características del dominio del problema. Entonces, es necesario primero identificar las fuentes de datos disponibles y

comprender sus características. Sólo así será posible recolectar datos suficientemente representativos del problema que se quiere resolver.

Cuando los datos no son suficientemente representativos se dice que los mismos presentan un Sesgo (o Bias en inglés). Si los datos presentan un sesgo, entonces se corre el riesgo de generar un Sistema Inteligente que no se basa en la realidad y pueda producir resultados erróneos [12]. En otras palabras, se podría estar entrenando a los algoritmos para resolver un problema diferente del que se quiere resolver. Entonces, es imprescindible conocer de antemano los sesgos asociados a los datos y al Sistema Inteligente de forma que puedan ser comprendidos por sus futuros usuarios para evitar malos entendidos y situaciones de discriminación [17]. No es raro que desarrolladores con las mejores intenciones puedan producir inadvertidamente Sistemas Inteligentes con resultados prejuiciosos, porque incluso ellos pueden no entender lo suficiente al problema, su contexto y los datos como para prevenir resultados no intencionados [18]. Lo peor de este escenario es que el sesgo puede ser tan sutil que no se detecte durante las pruebas. Si luego ese sistema se pone en operación y los usuarios llegan a confiar ciegamente en los resultados a largo plazo, se podrían provocar situaciones de sexismo, racismo y otras formas de discriminación [19].

Finalmente, además de las dificultades antes mencionadas, también existen otros factores que afectarán el rendimiento de un Sistema Inteligente, entre los que se destaca la configuración (o 'parametrización') del algoritmo a ser aplicado. Aunque existen diversos mecanismos que permiten definir automáticamente estas configuraciones, en ciertas implementaciones se considera

de gran utilidad también incorporar modificaciones basadas en el conocimiento de expertos del dominio.

En este contexto, se desprende que las principales dificultades asociadas a la implementación de un Sistema Inteligente dependen de aspectos relativos al problema que se quiere resolver. En tal sentido, es imprescindible conocer las expectativas que el cliente tiene sobre el modelo que se traducirán en los objetivos que deberá cumplir. Dado que los mismos normalmente estarán muy relacionados con las metas estratégicas y tácticas de la organización, también se deben entender características propias de la organización, su contexto y los procesos de negocio realizados. Una vez que estos elementos son identificados, es necesario realizar un reconocimiento inicial de las fuentes de información disponibles en la organización identificando cuáles fuentes se encuentran informatizadas (en repositorios de datos) y cuáles no. En el caso de los repositorios, es muy importante también determinar la estructura, naturaleza y calidad de los datos disponibles. Por consiguiente, se considera indispensable elicitar todos estos requerimientos en forma completa y detallada para poder construir así el modelo que satisfaga las necesidades predictivas del cliente.

Dentro de la Ingeniería de Software existe la Ingeniería de Requerimientos, que es la encargada de recopilar, analizar y validar los deseos y necesidades de los distintos stakeholders sobre el sistema Software a implementar [20]. Sin embargo, a diferencia de los proyectos de desarrollo de Software tradicional, la problemática abordada en la implementación de Sistemas Inteligentes es diferente. Por lo tanto, no es posible aplicar sus métodos y técnicas directamente y deben ser adaptadas previamente.

A partir de un relevamiento efectuado en el campo metodológico, se han encontrado diversas propuestas vinculadas a la definición de estos elementos pero la mayoría están más orientadas a la identificación de aspectos relativos de una tecnología específica, dejando de lado las particularidades de otros algoritmos. Además, cada propuesta se concentra en algún aspecto dejando de lado otros por lo que no existe una guía integral para el desarrollo de esta arquitectura. En consecuencia, se considera de interés unificar las propuestas existentes.

Resultados y Objetivos

El proyecto propuesto se inscribe en una línea de investigación dentro del ámbito de la Ingeniería en Sistemas de Información (en general) y, la Ingeniería de Software (en particular), para buscar sistematizar el cuerpo de conocimiento existente y así sentar las bases del desarrollo de Prácticas Ingenieriles en la implementación de Sistemas Inteligentes basados en Machine Learning. Por lo cual, se considera tanto adaptar procesos, métodos, técnicas y herramientas existentes, así como también desarrollar nuevas, para ser utilizadas en la construcción de Sistemas Software Inteligentes. Para ello, se propondrá un Modelo de Proceso que englobe un conjunto de procesos, métodos, técnicas y herramientas que van a ser aplicados durante todas las fases del ciclo de vida de un proyecto de este tipo. De esta manera, se busca continuar y ampliar los trabajos desarrollados por GEMIS en proyectos anteriores.

Asociados a este objetivo general se definen los siguientes objetivos específicos:

- Identificar los métodos, técnicas y herramientas para ser utilizados en la

elicitación de requerimientos del Sistema Inteligente.

- Determinar las tareas de descubrimiento, evaluación, recolección y preparación de los datos necesarios para la construcción del Sistema Inteligente.
- Definir un método que permita seleccionar la tecnología más adecuada a ser aplicada en la construcción del Sistema Inteligente de forma que responda a los requerimientos planteados.
- Seleccionar los métodos, técnicas y herramientas para evaluar un Sistema Inteligente.
- Determinar mecanismos de monitoreo y control del Sistema Inteligente una vez puesto en operación.

La consecución de los objetivos definidos en el proyecto permitirá asistir a los desarrolladores en la realización de las actividades necesarias para la implementación de Sistemas Inteligentes, basados en Machine Learning mediante un Modelo de Proceso que permita evitar comportamientos no deseados de manera que puedan crear sistemas predecibles, confiables, robustos y seguros para poder así volver a recuperar una confianza justificada de los usuarios.

Formación de Recursos Humanos

El equipo de trabajo se encuentra conformado por tres investigadores formados, tres tesis de maestría, dos graduados de grado, un investigador de apoyo y un alumno en la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información. Asimismo, se prevé incorporar más alumnos avanzados en la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información con posibilidades de articular sus Trabajos Finales de Carrera de Grado, así como también tesis de posgrado que

desarrollarán sus Trabajos Finales Integrador de Especialidad y/o Tesis de Maestría. De esta manera se espera generar un verdadero espacio integrado de investigación en el área de Sistemas de Información en el nivel de carreras de grado y posgrado.

En forma complementaria, se espera que los resultados obtenidos mejoren la comprensión por parte de los docentes integrantes del proyecto de los aspectos correspondientes a las tecnologías y métodos para la implementación de los Sistemas Inteligentes, así como, las particularidades y dificultades que tiene su aplicación en el ámbito de la educación. Esto se verá reflejado en contenidos, materiales y actividades de asignaturas de grado y posgrado.

Referencias

- Pollo-Cattaneo, Ma. F., Pytel, P., Vegega, C., Ramón, H., Deroche, A., Straccia, L., Bernal Tomadoni, L. & Acosta, M. (2016) *Implementación de Sistemas Inteligentes para la Asistencia a Alumnos y Docentes de la Carrera de Ingeniería en Sistemas de Información*. Proceedings XVIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2016). Workshop de Innovación en Sistemas de Software. Pág. 662-666 (Artículo 8238). ISBN 978-950-698-377-2.
- Plawner, S., Pividori, A., Deroche, A., Vegega, C., Pytel, P., Straccia, L. & Pollo-Cattaneo, Ma. F. (2016) *Aplicación Móvil que ayude al Proceso de Enseñanza y Aprendizaje en la Asignatura Sistemas y Organizaciones de la Carrera de Ingeniería en Sistemas de Información*. Memorias IV Congreso Nacional de Ingeniería en Informática/Sistemas de Información (CoNaIISI 2016). Temática Educación en Ingeniería - Artículo ID 114. ISSN 2347-0372.
- Pytel, P., Vegega, C., Deroche, A., Acosta, M. & Pollo-Cattaneo, MaF. (2015) *Modelo Bayesiano para el Diagnóstico del Aprendizaje en Alumnos de Inteligencia Artificial*. Workshop Tecnología Informática Aplicada en Educación (WTIAE 2015) - Artículo ID 7428. Libro de Actas XXI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. ISBN 978-987-3724-37-4. Premio mejor exposición del día 7 de Octubre correspondiente al XIII WTIAE.
- Vegega, C., Deroche, A., Pytel, P., Straccia, L., Acosta, M. & Pollo-Cattaneo, Ma. F. (2016) *Diagnóstico del Proceso de Aprendizaje de Alumnos de Inteligencia Artificial mediante un Modelo Dinámico Bayesiano*. Memorias IV Congreso Nacional de Ingeniería en Informática/Sistemas de Información (CoNaIISI 2016). Temática Educación en Ingeniería - Artículo ID 19. ISSN 2347-0372.
- Pytel, P., Vegega, C., Panizza, L., Delucchi, P., Orozco-González, M., Straccia, L. & Pollo-Cattaneo, M.F. (2018). Generación de Preguntas para Exámenes mediante la aplicación de Redes Neuronales de Aprendizaje Profundo. Memorias del 6to Congreso Nacional de Ingeniería Informática y Sistemas de Información (CONAIIISI 2018). Workshop de Educación en Ingeniería. Artículo Nro 28-1274-1. ISSN 2347-0372.
- AI Index Steering Committee (2018) *The AI Index 2018 Annual Report*. Human-Centered AI Initiative, Stanford University. <https://tinyurl.com/y6whb8sl> Disponible online en Febrero 2019.
- Forbes Staff (2018). *Inversionistas están más interesados por la inteligencia artificial*. Forbes México, Portada / Tecnología <https://tinyurl.com/y9mnaleu> Disponible online en Febrero 2019.
- Shah, J., Tambe, M. & Teller, A. (2016). *Artificial Intelligence and Life in 2030. One Hundred Year Study on Artificial Intelligence: Report of the 2015-2016 Study Panel*. Stanford University. <https://tinyurl.com/jb3pqaq> Disponible online en Febrero 2019.
- Alpaydin, E. (2016). *Machine Learning: The New AI*. MIT Press.
- Domingos, P. (2015). *The Master Algorithm: How the Quest for the Ultimate Learning Machine Will Remake our World*. Basic Books.
- Cohen, P. R. & Feigenbaum, E. A (2014). *The handbook of Artificial Intelligence. Vol. 3*. Butterworth-Heinemann.
- Domingos, P. (2012). *A few useful things to know about machine learning*. Communications of the ACM, 55(10), 78-87. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2347755> Disponible online en Febrero 2019.
- Brownlee, J. (2013). *Practical Machine Learning Problems. Start Machine Learning in Machine Learning Mastery*. <https://tinyurl.com/y8nkd4l8> Disponible online en Febrero 2019.
- Brownlee, J. (2013). *A Tour of Machine Learning Algorithms. Machine Learning Algorithms in Machine Learning Mastery*. <https://tinyurl.com/y9385dsd> Disponible online en Febrero 2019.
- Walczak, S. (2001). *An empirical analysis of data requirements for financial forecasting with neural networks*. Journal of management information systems, 17(4), 203-222. <https://tinyurl.com/ya28wowl> Disponible online en Febrero 2019.
- Hyndman, R. J. & Kostenko, A. V. (2007). *Minimum sample size requirements for seasonal forecasting models*. Foresight, 6(Spring), 12-15. <https://tinyurl.com/y8k82t3r> Disponible online en
- Collins, N. (2016, Septiembre 1). *Artificial Intelligence Will Be as Biased and Prejudiced as Its Human Creators*. Pacific Standard. <https://tinyurl.com/yccjzy2> Disponible online en Febrero 2019.
- Crawford, K. (2016, Junio 25). *Artificial Intelligence's White Guy Problem*. The New York Times. <https://tinyurl.com/y73wros8> Disponible online en Febrero 2019.
- Büchel, B. (2018, Marzo). *Artificial intelligence could reinforce society's gender equality problems*. The Conversation. <https://tinyurl.com/y74er7vt> Disponible online en Febrero 2019.
- Nuseibeh, B. & Easterbrook, S. (2000). *Requirements engineering: a roadmap*. In Proceedings of the Conference on the Future of Software Engineering (pp. 35-46). ACM.