

¿PERO QUÉ HICISTE ROBOT?

Explicando la toma de decisiones en agentes autónomos.

• **Francisco Cruz**

Doctor en Ciencias de la Computación

El contexto

Los robots autónomos – que son capaces de aprender nuevas tareas al interactuar con su entorno – están poco a poco cada vez más cercanos a nuestra realidad. El aprendizaje por refuerzo (RL, del inglés Reinforcement Learning) [1] es una técnica de machine learning la cual brinda a los robots la posibilidad de aprender y refinar nuevas habilidades actuando y observando los cambios en el entorno producto de estas acciones. En este sentido, un robot está especialmente capacitado para desenvolverse en entornos altamente dinámicos y parcialmente observables. Esto último refiere a entornos donde las condiciones de operación no son fijas durante el tiempo de operación del robot [2]. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 1, uno podría imaginar un robot interactuando en un hogar o una oficina con diferentes personas, las cuales utilizan distintas formas para comunicarse, pronunciación en diferentes tonos de voz o con diferente velocidad, diferente jerga dependiendo la edad, diferentes tipos de gestos o lenguaje no verbal. De la misma forma, un robot desenvolviéndose en un

entorno doméstico debería ser capaz de operar durante todo el día, lo cual conlleva a diferentes condiciones de luz, e interactuar con distintos objetos de distintos tamaños, algunos situados en posiciones fijas y otros moviéndose en múltiples ocasiones (por ejemplo, una silla), personas en distintos lugares, o personas hablando al mismo tiempo.

El problema

En ese contexto, y al igual que en sistemas sociales y conductuales, un robot puede ser llamado en ciertas ocasiones a brindar explicaciones o argumentar sobre su conducta, es decir, sobre las decisiones que gatillaron las acciones ejecutadas en el entorno, desde el punto de vista del robot. Sin embargo, esto no es algo sencillo, especialmente en sistemas empíricos de caja negra, los cuales carecen de significado fenomenológico relacionado al dominio del problema [3, 4]. Adicionalmente, esta falta de entendimiento por parte de los usuarios (generalmente personas sin conocimientos técnicos en machine learning) conlleva a una falta de confianza

hacia el robot, el cual no es visto como un par en el ejercicio de desarrollar una tarea conjunta.

Una posible solución

En el último tiempo, ha existido un creciente esfuerzo por dotar a agentes autónomos con la capacidad de brindar explicaciones a su contraparte humana. La inteligencia artificial explicativa (XAI, del inglés eXplainable Artificial Intelligence) [5] ha surgido como una alternativa para analizar la toma de decisiones por parte de un sistema basado en AI especialmente enfocado hacia usuarios no expertos. Particularmente, RL explicable (XRL, del inglés eXplainable Reinforcement Learning) (ver Figura 2) se ha enfocado en brindar explicaciones especialmente de la toma de decisiones del agente, utilizando para aquello las características observadas en el entorno [6] o bien, en términos de la posibilidad de finalizar una tarea o subtarea específica [7].

Nuestra investigación en sistemas robóticos explicables (ERS, del inglés Explainable Robotic Systems) [8] ha logrado determinar la probabilidad de éxito (es decir, la probabilidad de finalizar la tarea en ejecución correctamente) luego de ejecutar una acción. Utilizando esta probabilidad podemos explicar a usuarios no expertos el comportamiento del robot usando un lenguaje mucho más cotidiano y basado en el dominio del problema.

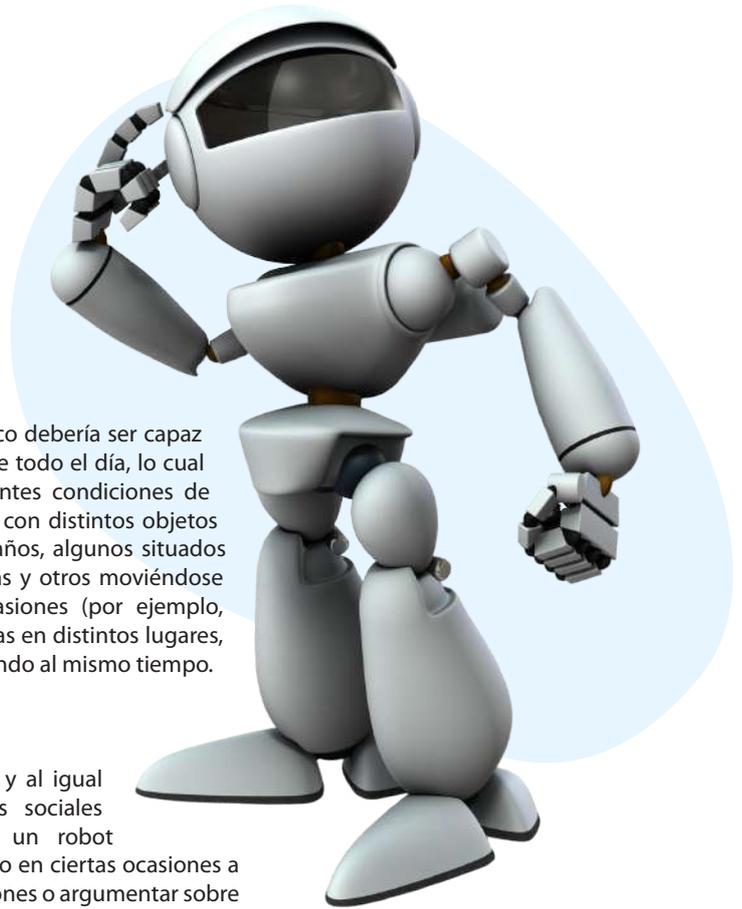


Figura 1

Robot interactuando en un entorno altamente dinámico.

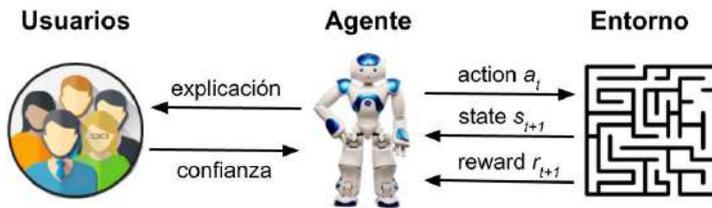


Figura 2

Aprendizaje por refuerzo explicable.

Al respecto, hemos propuesto 3 alternativas para calcular la probabilidad de éxito, basándonos en memoria, aprendizaje e introspección. Cada uno de estos métodos están dirigidos a distintos tipos de problemas, en particular a la representación utilizada, la cual puede ser discreta o continua, como se muestra en las Figuras 3 y 4, respectivamente. Además, cada alternativa conlleva distintos requerimientos computacionales respecto a la carga que introducen en el procesamiento al calcular la probabilidad. Hay que recordar que los robots, al contrario de lo que se pueda pensar, normalmente son máquinas con capacidad de procesamiento limitada.



Figura 3

Tarea de navegación robótica simulada con representación discreta.

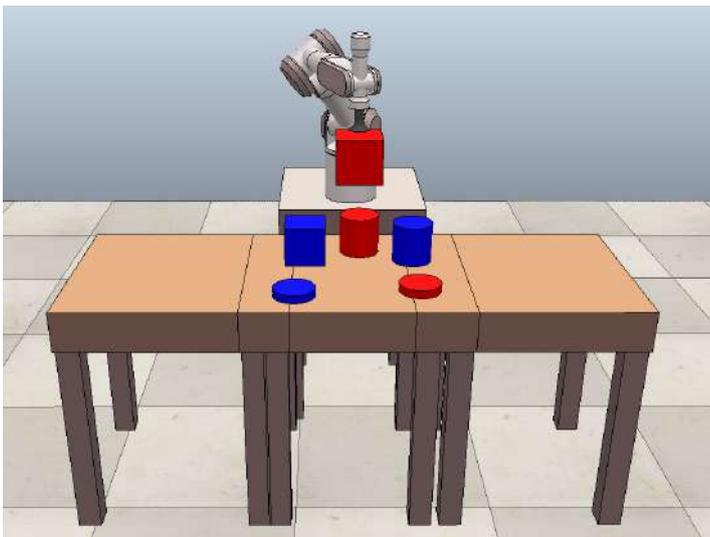


Figura 4

Brazo robótico simulado en un entorno con representación continua.

Las limitaciones y el futuro

Si bien nuestros resultados preliminares muestran que el robot es capaz de entregar una explicación basada en el objetivo a alcanzar, actualmente aún existen algunas limitaciones en este enfoque, las cuales, a su vez, representan un interesante desafío para futuros trabajos e investi-

gaciones. Por ejemplo, hasta el momento, nuestros experimentos han estado principalmente basados en simulaciones, por lo cual queda pendiente testear el enfoque en escenarios reales más complejos. Además, las tareas que hemos resuelto son de características episódicas, es decir, presentan un estado final. Sin embargo, también existe otra categoría de problemas conocidos como no episódicos en los cuales un agente debe intentar realizar una tarea continuamente durante la mayor cantidad de tiempo posible. En este tipo de problema la recompensa total acumulada por un agente puede ser virtualmente infinita.

Queda además por determinar si la probabilidad de éxito es en efecto una métrica apropiada para explicar las acciones de un robot a usuarios no expertos. Nuestra intuición nos lleva a pensar que si lo es, sin embargo, más allá de nuestra hipótesis, esto es algo que aún no ha sido demostrado. Actualmente estamos desarrollando un estudio dirigido a personas sin conocimientos sobre machine learning, en el cual puedan juzgar la utilidad de distintas explicaciones brindadas por un robot. Entre éstas estamos experimentando con explicaciones generadas a partir de la probabilidad de éxito.

En definitiva, explicar las decisiones en las cuales un robot basa su actuar no es un problema trivial. Hay diversos aspectos de distintas áreas a considerar, tales como ciencias de la computación, robótica, inteligencia artificial, interacción humano-robot, y ciencias sociales, entre otros. Sin embargo, creemos que es un desafío interesante del cual debemos hacernos cargo si esperamos confiar en los robots como pares y que éstos sean parte de nuestra sociedad en un plazo no tan lejano.

Referencias

- [1] Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). Reinforcement learning: An introduction. MIT press.
- [2] Cangelosi, A., & Schlesinger, M. (2015). Developmental robotics: From babies to robots. MIT press.
- [3] Cruz, F., Acuña, G., Cubillos, F., Moreno, V., & Bassi, D. (2007, June). Indirect training of grey-box models: application to a bioprocess. In International Symposium on Neural Networks (pp. 391-397). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [4] Naranjo, F. C., & Leiva, G. A. (2010, November). Indirect training with error backpropagation in Gray-Box Neural Model: application to a chemical process. In 2010 XXIX International Conference of the Chilean Computer Science Society (pp. 265-269). IEEE.
- [5] Dazeley, R., Vamplew, P., Foale, C., Young, C., Aryal, S., & Cruz, F. (2021). Levels of Explainable Artificial Intelligence for Human-Aligned Conversational Explanations. Artificial Intelligence, 103525.
- [6] Barros, P., Tanevska, A., Cruz, F., & Sciutti, A. (2020, October). Moody Learners-Explaining Competitive Behaviour of Reinforcement Learning Agents. In 2020 Joint IEEE 10th International Conference on Development and Learning and Epigenetic Robotics (ICDL-EpiRob) (pp. 1-8). IEEE.
- [7] Cruz, F., Dazeley, R., & Vamplew, P. (2019, December). Memory-based explainable reinforcement learning. In Australasian Joint Conference on Artificial Intelligence (pp. 66-77). Springer, Cham.
- [8] Cruz, F., Dazeley, R., & Vamplew, P. (2020). Explainable robotic systems: Understanding goal-driven actions in a reinforcement learning scenario. arXiv e-prints, arXiv-2006.

“Proyecto de Reactivación Social - Parque lineal Estación de Ferrocarriles”

El ferrocarril como elemento reactivador de procesos de conexión urbana. Rancagua - VI Región. (Franco Faúndez)

Proceso de Titulación 2020– Escuela de Arquitectura
Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo – Universidad Central de Chile.

Motivaciones e Intereses

Las motivaciones que me impulsan a trabajar un proyecto en base al espacio público y el equipamiento comunal, radican principalmente en indagar posibilidades que permitan reactivar y recuperar para la ciudad dichos espacios. Hoy muchos de ellos, ciertamente, en progresivo proceso de abandono y deterioro. Potenciarlos como lugares estimulantes y atractivos, que logren desencadenar situaciones de desarrollo urbano y social.

Mi interés radica en la posibilidad de explorar y proponer en la reinterpretación de un espacio eriazado, para lograr una construcción cultural, donde también se incorporan programas de carácter público, que fusionados e integrados a aquellos espacios abiertos de manera estratégica generen un proyecto global, entre arquitectura y paisaje.

La intención es hacer, desde la arquitectura, más público el espacio público, contribuyendo en la construcción cultural del paisaje, hacer ciudad de la mano con los cambios socioculturales. Partiendo como estrategia arquitectónica por el diseño de nuevos programas, mediante combinaciones programáticas, que permitan potenciar un nuevo rol al espacio público.

Descripción general y problemática

La ciudad de Rancagua se encuentra en constante crecimiento, debido históricamente al sector económico de minería, donde se implementó el uso del ferrocarril como el principal transporte,

es aquí donde se enfoca el proyecto de Regeneración Urbana de la ciudad, con el principal objetivo de revitalizar y monumentalizar la estructura de estación ferroviaria como un eje articulador, dándole una importancia urbana para generar un nuevo entorno para las actividades culturales, económicas y sociales que se desarrollan alrededor del nodo urbano de la Estación de trenes y el Barrio estación, resaltando las estructuras patrimoniales existentes sin intervenir de forma directa, generando un parque lineal en la envolvente de la estación y a su vez una conexión entre el umbral Oriente y el Poniente unificando este nodo central de la ciudad. La Problemática de este entorno radica en el abandono por parte de las organizaciones de EFE (Empresa de los Ferrocarriles del Estado), Ministerio de obras Públicas (MOP) y el municipio Rancagua, para llevar a cabo un proyecto de carácter urbano de espacio público en el sector céntrico que divide a la ciudad en dos polos. En donde se visualiza una potencial intervención e inversión por parte de los actores que influyen en dicho lugar.

Análisis

Frente a los desafíos planteados sobre la posición del suscrito en el presente texto, debo desplegar algunos elementos multi-relacionados que operan como contexto. El principal es que este trabajo es un “caso de estudio”. Se trata del caso de una revista de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Central de Chile (FINARQ). Personalmente nunca había escrito para una revista de tal filiación institucional, e ignoraba completamente el carácter de sus esquemas de presentación. Reconozco que lo sospechaba, pero en nombre de la causa que anima a la FINARQ, lo hice, y sí, era un “lecho de Procusto” (Brevemente: en la Mitología Helénica, Procusto era un personaje que raptaba a los caminantes de un sendero y los acostaba en su lecho, luego los estiraba si quedaban cortos o los recortaba si eran más grandes. Si cabían justo los dejaba ir. Espero que en este caso me dejen ir.)



Universidad Central



Admisión 2022

CONOCE NUESTRA OFERTA ACADÉMICA EN:
ucentral.cl/admision

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

- **Arquitectura** (Santiago - La Serena)
- **Arquitectura del Paisaje** (Santiago)
- **Geología** (Santiago)
- **Ingeniería Civil en Computación e Informática** (Santiago - La Serena)
- **Ingeniería Civil en Minas** (Santiago - La Serena)
- **Ingeniería Civil en Obras Civiles** (Santiago)
- **Ingeniería Civil Industrial** (Santiago - La Serena)
- **Ingeniería en Construcción** (Santiago)
- **Licenciatura en Astronomía** (La Serena)