

Sean nuestros robots tan educados como obedientes

Los robots, al igual que las personas, pueden ser entrenadas para realizar tareas. Si bien el aprendizaje de máquina se inspira en los mecanismos por los cuales aprendemos los humanos, existen notorias diferencias que conviene tener muy presentes al analizar qué podemos esperar en los próximos años.

Por Pablo Sartor

Ph.D. en Informática, Universidad de la República, Uruguay, y en Computer Sciences, INRIA, Francia; máster en Dirección y Administración de Empresas, IEEM, Universidad de Montevideo; máster en Informática, Universidad de la República, Uruguay; ingeniero en Computación Universidad de la República, Uruguay; GloColl, Harvard Business School; profesor de Análisis de Decisiones y Sistemas de Información del IEEM.

—Hola, ¿cómo va todo?

—Muy bien, muy ocupado. Anteayer nos notificaron de casa matriz sobre un proyecto que quieren llevar adelante en esta filial, sé que estás al tanto. Acabo de contratar el personal necesario, unas 1000 personas.

—Ajá. ¿Y cuándo arrancan a producir?

—Estimo que unos 100 serán entrenados en 10 días por los empleados que vienen trabajando en esa parte. Al resto lo vamos a capacitar en 50 milisegundos, pues se suman a un equipo similar.



Un robot puede ser fabricado en unas semanas, y entrenado para funciones nuevas que solo requieran conocimiento explícito en otro periodo similar.

reflexiones acerca de las similitudes y diferencias en la adquisición, capacitación y desarrollo de personal respecto de robots.

¿CUÁNTO LLEVA APRENDER?

Pensemos en un operario industrial, capacitado para recibir instrucciones por escrito, preparar una máquina para procesar lotes con ciertas características y supervisar su funcionamiento. ¿Cuánto tiempo es necesario para producir un ser humano con esa capacidad? Se necesitan años, un par de décadas posiblemente, desde el momento en que es dado a luz. También se requiere de una dedicación de unas 10 mil horas de supervisión, atención y educación —cifra que ya incluye el reparto con otros pares— así como de 15 mil dólares y 6 toneladas de alimentos. Es decir, varios cientos de miles de dólares.

El costo de fabricación de un robot industrial ronda algunas decenas de miles de dólares, y es un orden de magnitud menor para robots que no hacen trabajo físico, es decir para computadoras que automatizan tareas. Cuando las tareas son repetitivas, predecibles y obedecen a un conjunto de reglas que se pueden tabular, hablamos de conocimiento explícito. Un robot puede ser fabricado

Se viene avanzando sostenidamente con las ciencias de la computación mediante lo que se denomina “aprendizaje de máquina” o *machine learning*.

Así puesto suena ridículo, pero si reemplazamos “personas” por “computadoras” o “robots” se vuelve una conversación totalmente plausible. En este artículo quisiera centrarme en algunas

en unas semanas, y entrenado para funciones nuevas que solo requieran conocimiento explícito en otro periodo similar; digamos que “lo programamos para hacer esto y aquello”.

Por supuesto que esta comparación no apunta a arrojar luz sobre una eventual decisión de tipo ¿producir un humano o fabricar un robot? Lo que me interesa es centrarme en el proceso de aprendizaje.

¿CÓMO SE APRENDE?

Parte de nuestras habilidades requieren de memorizar datos y procedimientos. En este terreno, en la medida que dichos conocimientos estén claramente codificados, las computadoras son extremadamente más rápidas y fiables que nosotros. Otras habilidades requieren de sentido común, juicio, capacidad de adaptación ante desvíos sobre lo que debiera ser. Estas se desarrollan a lo largo de mucho tiempo, en base a la observación de lo que funciona y lo que no lo hace tan bien (que incluye observar errores de terceros y los nuestros), la generalización y la capacidad de hacer analogías. Esto es típico de la relación entre el aprendiz y el maestro. Estos aprendizajes requieren de mucho tiempo, pero también es cierto que son aplicables a múltiples situaciones, incluso imprevistas, dando la capacidad de improvisación y adaptación. En este terreno, con mucho rezago respecto de las capacidades humanas, se viene avanzando sostenidamente con las ciencias de la computación mediante lo que se denomina “aprendizaje de máquina” o *machine learning* en inglés.

Finalmente encontramos las habilidades relacionadas con la intuición. ¿Qué se entiende por este término? Desde el punto de vista de lo observable, es la capacidad de un humano para acertar al hacer pronósticos, o inferir hechos, en forma casi instantánea y sin seguir un procedimiento o algoritmo concreto. Desde el punto de vista de cómo se produce, los mecanismos involucrados no los conocemos cabalmente aún. Podríamos definirla como estadística inconsciente; nuestro cerebro pronostica (o asume) un hecho futuro (o no explícito), a partir de numerosas observaciones pasadas de hechos con características similares, análogas, comparables y en base a los patrones allí observados, de una forma que no es posible de explicar a otra persona o una máquina.

Es muy frecuente que la máquina mejore su aprendizaje mediante un humano que oficia de tutor, tomando muestras de los “diagnósticos” e indicando a la máquina en qué casos se equivocó y eventualmente cómo debiera haber deducido el correcto.

bueno de este tipo de reglas, más allá de la complejidad de que su número pueda ser muy grande, es que conforman conocimiento explícito y pueden ser interpretadas, aprendidas e incluso convalidadas por humanos.

En la segunda mitad del siglo XX se desarrolló fuertemente lo que se conoce como *machine learning*. ¿En qué consiste? Básicamente se trata de modificar una máquina, mediante la aplicación de un procedimiento bien definido (algoritmo), de forma que pueda realizar un trabajo útil a partir de la observación de muchos ejemplos. Un caso muy citado recientemente es el de diagnóstico médico. Una máquina a la que se muestran cientos de miles de historias clínicas y síntomas, junto con la patología que los ocasionaba, logra “modificarse” —no físicamente sino alterando los 1 y 0 que almacena— de modo tal que, al presentársele un nuevo juego de historia clínica y síntomas, es capaz de diagnosticar cuál es la patología responsable de dichos síntomas. Es muy frecuente que la máquina mejore su

Machine learning es fantástico: las máquinas se capacitan, aprenden y se vuelven muy buenas para pronosticar, diagnosticar, clasificar y agrupar información. Generan conocimiento.

¿QUÉ ES MACHINE LEARNING?

Una máquina puede ser instruida para ejecutar una tarea o dar respuestas a partir de un conjunto de reglas concretas. Por ejemplo, “si la situación presenta las características A, F, H y J pero no las F y M, entonces se debe hacer X”. Lo

aprendizaje mediante un humano que oficia de tutor, tomando muestras de los “diagnósticos” e indicando a la máquina en qué casos se equivocó y eventualmente cómo debiera haber deducido el correcto.

EGOÍSMO Y CORPORATIVISMO DIGITAL

Machine learning es fantástico: las máquinas se capacitan, aprenden y se vuelven muy buenas para pronosticar, diagnosticar, clasificar y agrupar información. Generan conocimiento. Ahora imaginemos que le pregunto a la máquina: ¿me explicarías lo que aprendiste? La respuesta será: “no puedo hacerlo. No lo sé. A lo sumo puedo mostrarte cómo quedó configurada mi red neuronal con 1 millón de nodos interconectados —o una matriz de millones de números, o cualquier otro objetivo matemático gigante e insondable—”.

En definitiva, por la naturaleza de los algoritmos empleados, es cada vez mayor la parte de los conocimientos que adquiere la máquina que no son compartibles con un ser humano. Pero sí con otra máquina —en milisegundos—. Podemos ver aquí un germen de egoísmo y corporativismo digital. La máquina estará allí, súperentrenada y capaz, podré utilizarla, pero jamás me revelará sus secretos. Esto, llevado al extremo, podría conducirnos a un mundo donde se toman muchísimas decisiones importantes, posiblemente con muy buenos niveles de acierto, pero de un modo totalmente incomprensible para nosotros. Ya sucede algo de esto en campos como el análisis crediticio, donde complejos algoritmos procesan numerosos datos acerca de personas para estimar una probabilidad de no pago y en consecuencia aprobar o rechazar el préstamo; hay casos extremos donde la sofisticación ha llevado a que ya no se comprendan o puedan explicar los motivos, y como reacción se promuevan iniciativas para limitar este tipo de prácticas.

¿CUÁNTO LLEVA REPLICAR LO APRENDIDO?

Un punto muy relevante es ¿cuánto tiempo insume que una persona transmita a otra su conocimiento? ¿Cuánto insume para una máquina? Para las personas hablamos de horas, meses o años. Un veterano ebanista o gerente corporativo necesitará de unos años para entrenar a un joven de modo tal que pueda remplazarlo. En el caso de las máquinas, la copia del conocimiento es prácticamente instantánea. ¿Qué tipo de repercusiones tiene

Un punto muy relevante es ¿cuánto tiempo insume que una persona transmita a otra su conocimiento? ¿Cuánto insume para una máquina?

miento necesario es idiosincrático, es decir, propio de la organización y poco estándar. Pero si un servidor se estropea, se reemplaza por otro, se copia el conocimiento... y problema resuelto. Otro aspecto del que han sacado buen partido en la industria cinematográfica es la velocidad con la cual una entidad (persona o máquina) puede entrenar a otra hasta obtener una versión mejorada de sí misma. Sin duda que cada generación de humanos tiene la capacidad de dejar una generación mejorada al irse

En cuanto a las máquinas, replicar el conocimiento es instantáneo, por lo que se puede dedicar prácticamente todo el tiempo a introducir mejoras.

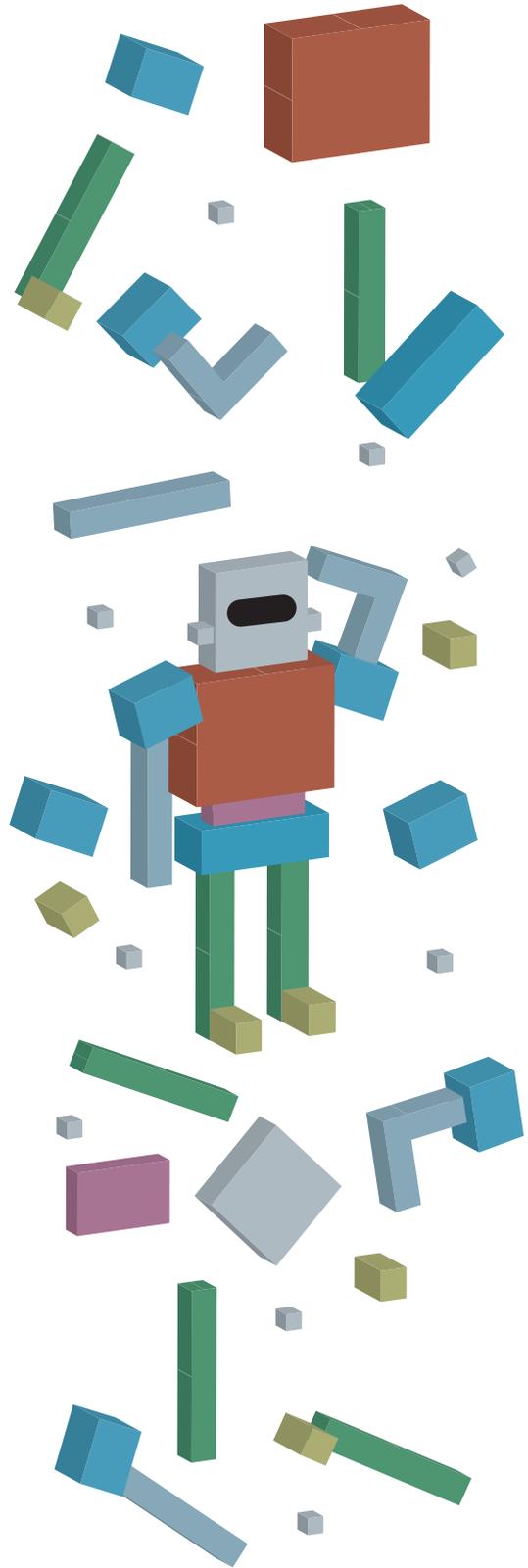
Incluso cometemos en gran medida los mismos errores —pensemos en el cliché del adolescente que no escucha los consejos de sus padres—. En cuanto a las máquinas, replicar el conocimiento es instantáneo, por lo que se puede dedicar prácticamente todo el tiempo a introducir mejoras.

¿QUIÉN MANDA?

En base a lo anterior uno piensa inmediatamente en esas películas donde los robots toman conciencia de su existencia y deciden tomar control de la situación (y posiblemente eliminarnos). Durante el siglo XX la figura del robot emerge como un servidor obediente y siempre dispuesto. La raíz etimológica del vocablo *robot* es trabajo forzado¹, emparentada en lenguas eslavas y germánicas con los

esto? Cuando hay tareas delicadas que son llevadas a cabo por personas, la rotación de personal puede ser una seria dificultad, en particular cuando el conoci-

de este mundo, pero también es cierto que es un proceso muy lento, donde la enorme mayoría de las capacidades y aprendizajes de la nueva generación repiten lo que ya tenía la anterior.



¹ El primer uso documentado deriva del Checo *robota* = trabajo forzado. El término fue acuñado por K. Čapek's en su obra *R.U.R.* (Rossum's Universal Robots) de 1920.

Vemos cada vez más ejemplos donde el robot recibe autoridad de mando sobre personas, y esto plantea numerosas cuestiones de sumo interés para la investigación sobre comportamiento organizacional.

conceptos de trabajo y esclavo. El robot es concebido como un esclavo del humano y así es recogido en numerosas obras literarias y musicales; "yo soy tu esclavo, soy tu robot... somos programados para hacer cualquier cosa que usted desee"². Isaac Asimov popularizó en sus novelas "las 3 leyes de la robótica", que para protección de la especie humana debían estar codificadas en los "senderos positrónicos" del cerebro robótico:

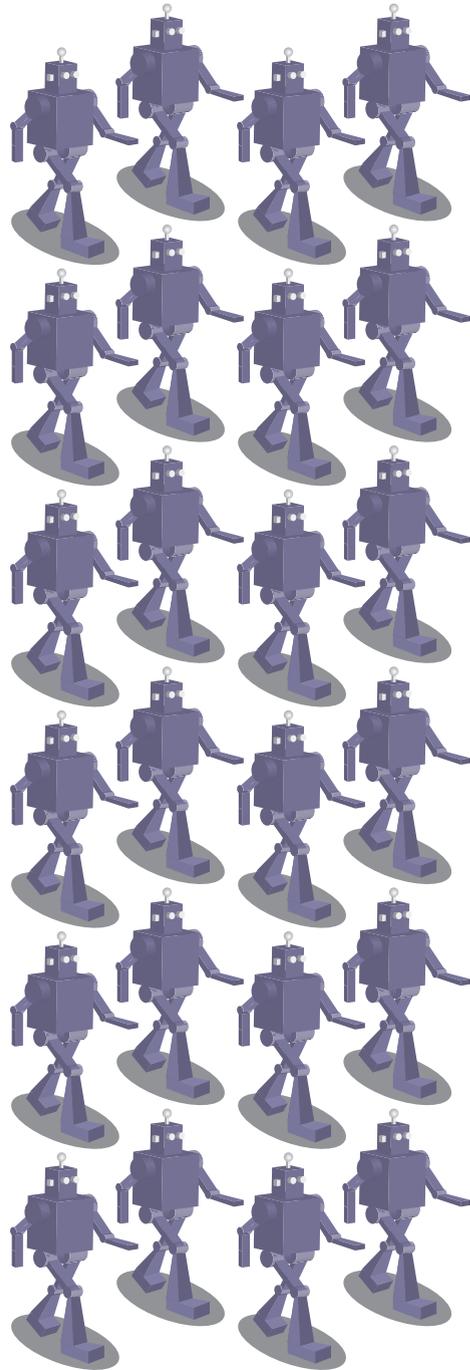
1. un robot no dañará a un ser humano o permitirá que sufra daños por inacción;

2. un robot obedecerá las órdenes dadas por un humano excepto si las mismas entran en conflicto con la ley 1;

3. un robot protegerá su propia existencia siempre que esto no ocasione conflictos con las leyes 1 y 2.

Si bien estamos muy lejos aún de una toma de conciencia o rebelión cibernética, es cierto que en la actualidad el trabajo de muchas personas es definido, agendado, coordinado y supervisado por máquinas. En muchos *call centers*, lo que el robot no logra responder lo deriva a una persona; es entonces el robot quien determina qué llamadas atenderá el operador, cuándo, cuánto debiera tardar en despacharlas y cuál es su productividad resultante. Es verdad que sobre el robot opera un nivel de gerentes que definen los parámetros y algoritmos que el mismo aplicará, estando así subordinado el robot a sus jefes; pero con la óptica del operador, su trabajo es definido y controlado por una máquina, en una relación parecida a una subordinación jerárquica. Vemos así cada vez más ejemplos donde el robot recibe autoridad de mando sobre personas, y esto plantea numerosas cuestiones de sumo interés para la investigación sobre comportamiento organizacional. ●

Si bien estamos muy lejos aún de una toma de conciencia o rebelión cibernética, es cierto que en la actualidad el trabajo de muchas personas es definido, agendado, coordinado y supervisado por máquinas.



2 The robots, Kraftwerk, The man machine, 1978.