

Somos IA n.º 2: Aprender de los datos

Cubierta-alt.:

Una IA/robot con forma de persona se hace cada vez más grande en la pantalla. Debajo del robot hay una pila de “datos”, sobre los que la IA pone su mano y extrae de ellos su fuerza.

Términos de uso:

Todos los contenidos gráficos/viñetas de este cómic están protegidos por una licencia CC BY-NC-ND 4.0. Consulte la página web de las licencias para obtener detalles sobre cómo puede usar este material gráfico.

Se puede usar paneles/grupos de paneles en presentaciones/artículos, siempre y cuando:

1. Se proporcione la cita adecuada.
2. No se realicen modificaciones a los paneles individuales.

Citar como:

Julia Stoyanovich y Falaah Arif Khan. “Aprender de los datos”. We are AI Comics, Vol. 2 (2021) <http://r-ai.co/comics>

Página 1

Cuando hablamos de inteligencia artificial (IA), generalmente hacemos una distinción entre los sistemas de “IA clásica”:

aquellos que funcionan de acuerdo con reglas predeterminadas, como Roomba, la aspiradora inteligente,

Robot limpiador de pisos recorriendo una superficie.

y aquellos que “aprenden” esas reglas a partir de los datos:

como la IA para jugar al ajedrez

En la pantalla aparecen cuatro piezas de ajedrez diferentes, de izquierda a derecha: un peón, el rey, la reina y un caballo.

o un coche autónomo.

Imagen de una mujer sentada en un coche autónomo: está en el asiento del conductor, pero se ha recostado con los brazos detrás de la cabeza y las piernas sobre el tablero. El automóvil está en modo de conducción autónoma, con el volante iluminado y un asistente robot que aparece en la pantalla LED en el tablero de instrumentos.

Pero esa distinción no es del todo precisa.

De hecho, la mayoría de los sistemas de IA que existen hoy en día combinan reglas hechas a mano con alguna forma de auto-aprendizaje.

Veamos algunos ejemplos de esas reglas y cómo las máquinas las aprenden a partir de los datos.

Página 2

Supongamos que tenemos que diseñar un sistema de iluminación inteligente que enciende y apaga las luces de la casa de forma autónoma.

Un genio mágico de la IA hace aparecer una bombilla, y la controla místicamente encendiéndola y apagándola.

¿Cómo debería decidir la IA cuándo enciende y apaga las luces?

Podemos comenzar a diseñar un sistema de ese tipo basándonos en nuestra propia “inteligencia” cotidiana.

Llamaremos a esto regla 1, con el siguiente enunciado:

encender las luces cuando está oscuro afuera;

Imagina una casa caricaturizada simplemente con una puerta y una ventana. Afuera está oscuro: hay luna y el cielo es púrpura. Mientras que el interior de la casa está iluminado: la ventana muestra una luz amarilla que llena la habitación.

de lo contrario, mantener las luces apagadas.

La casa con la puerta ahora está oscura: la ventana muestra un tono púrpura oscuro que se asienta sobre la casa, mientras que afuera hay sol y el cielo es de color celeste.

Este algoritmo es muy simple, y tiene un solo un paso:

toma las condiciones exteriores (si está oscuro afuera) como entrada, y utiliza la regla 1 para predecir la salida adecuada: encender la luz o no.

Una representación simbólica de la regla 1: A la izquierda están el sol y la luna; en el medio hay una flecha apuntando hacia la derecha; y a la derecha hay una bombilla encendida (amarilla) y una bombilla apagada (gris).

Esta regla es simple, pero ¿es buena?

¿Representa adecuadamente la forma en que encendemos manualmente las luces en casa?

¡Hagamos un experimento para averiguarlo!

Página 3

Recogeremos observaciones sobre si está oscuro afuera y si las luces están encendidas en la casa.

Para cada observación, comprobaremos si la predicción realizada por nuestro algoritmo coincide con lo que observamos.

La pantalla se divide en cuatro paneles: a, b, c y d

Panel a: Está anocheciendo, una mujer está descansando en su sofá y navega por los canales de TV de manera casual. Afuera está oscuro, pero la habitación está bien iluminada.

Panel b: Hay dos mujeres sentadas a la mesa con platos de comida frente a ellas. Las dos levantan sus copas para brindar. Afuera está oscuro, pero la mesa está bien iluminada con una lámpara que cuelga del techo.

Panel c: Hay una mujer sentada a la mesa. En una mano tiene una taza de café; en la otra, un iPad que está leyendo. Se puede ver una lámpara a sus espaldas, pero está apagada. Hay una ventana al otro lado detrás de ella que está abierta, y el sol de la mañana ilumina la habitación.

Panel d: Una mujer está profundamente dormida en su cama, acurrucada en su edredón. La habitación está oscura y las luces están apagadas, por lo que la vemos en los tonos reflejados de púrpura y azul.

En las observaciones a y b, está oscuro afuera, pero estamos viendo la televisión y cenando,

así que las luces están encendidas.

¡Y eso es, de hecho, lo que ha predicho la regla 1!

Esto significa que tanto a como b respaldan la hipótesis codificada en la regla 1.

La observación c también apoya la hipótesis:

está despejado y soleado, así que las luces están apagadas.

Veamos ahora la observación d:

está oscuro afuera y es hora de dormir, así que las luces están apagadas.

Pero, según la regla 1, el algoritmo ha predicho que las luces estarían “encendidas”. ¡La regla 1 falla aquí!

Página 4.

Veamos lo que hemos aprendido sobre la regla 1 de nuestro experimento:

Nuestra regla pudo predecir correctamente la salida 3 de 4 veces.

Hay una tabla que resume las observaciones de nuestro experimento:

Hay 3 columnas para cada observación, a saber, “oscuridad” [luna o sol], “luz encendida” [bombilla amarilla o bombilla gris] y “predicción” [bombilla amarilla o bombilla gris]. La tabla dice lo siguiente: A: oscuridad, luz encendida, luz encendida; B: oscuridad, luz encendida, luz encendida; C: luz de día (o) no oscuridad, luz apagada; D: oscuridad, luz apagada, luz encendida.

Esta es la precisión predictiva de la regla: el 75 %.

Nuestro genio de la IA flexiona el brazo ante la cámara, pero su bíceps tiene solo 4 partes “llenas” de color. Sobre el bíceps flexionado está escrita la cifra “75 %”.

Hagamos algunas aclaraciones sobre la terminología en este caso:

Habitualmente, nos referimos a la entrada de la regla (si está oscuro, en nuestro ejemplo) como la característica de entrada, o simplemente característica.

Si está oscuro, lo representamos con una luna, mientras que si está iluminado, lo representamos con un sol.

El estado en el que se encuentran nuestras luces (encendido/apagado) es el resultado, y generalmente se denomina resultado o etiqueta.

Los diferentes resultados posibles (apagar las luces o dejarlas encendidas, en nuestro ejemplo) se denominan “clases”.

Si la luz está encendida, la bombilla aparece amarilla, mientras que si la luz está apagada, la bombilla aparece gris.

La regla con la que estamos trabajando se llama “clasificador”: asigna una etiqueta de clase a una observación.

El clasificador que diseñamos usando la regla 1 puede hacer una de estas dos opciones: encender o apagar las luces.

Tales clasificadores se llaman “binarios”.

Página 5

Volvamos ahora a la observación d, que la regla 1 clasificó incorrectamente:

Panel de recuperación d: Una mujer está profundamente dormida en su cama, acurrucada en su edredón. La habitación está oscura y las luces están apagadas, por lo que la vemos en los tonos reflejados de púrpura y azul.

La regla tomaría la entrada: “está oscuro afuera” y devolvería la salida “luz encendida”, por lo que encendería la luz incorrectamente y despertaría a la mujer.

¿Cuál es el coste de ese error?

La mujer que estaba durmiendo se despierta abruptamente a causa de las luces. Tiene ojos de zombi, el cabello despeinado y los brazos levantados, y la expresión en su rostro refleja su exasperación.

Pues, que la luz inteligente nos despierte en medio de la noche.

¿Qué podemos hacer al respecto?

Si comparamos las observaciones a, b, y d,

vemos que tienen el mismo valor de la característica de entrada (está oscuro fuera), pero salidas diferentes.

Esto nos hace pensar que necesitamos algunas características adicionales para distinguir entre estas situaciones.

Ahora bien, como diseñadores de este sistema debemos hacernos una pregunta:

¿Qué otras entradas pueden ser útiles?

Una mujer está sumida en sus pensamientos con los brazos cruzados y el puño apoyado en la barbilla; encima de ella aparece una burbuja de pensamiento con las imágenes de un despertador, una taza y platillo de té y un termómetro.

Según tu experiencia, ¿qué características crees que serán útiles para predecir el resultado?

¿La temperatura exterior? ¡No!

¿El precio del té en China? ¡No!

Quizás, ¿es hora de acostarse?

Pongámonos a trabajar para refinar nuestra regla.

Página 6

Esta es nuestra regla refinada:

la llamaremos regla 2.

“Encender las luces si está oscuro afuera,

y aún no es hora de acostarse.

De lo contrario, mantener las luces apagadas.”

Esta vez, la regla caricaturizada contiene dos entradas: símbolos del sol o la luna, que representan si está claro u oscuro afuera, y un despertador, que representa si es hora de acostarse o no. Hay una flecha en el medio y las salidas a la derecha son las mismas: una bombilla amarilla (luz encendida) y una bombilla gris (luz apagada)

Volvamos a ejecutar nuestro experimento, recopilemos algunas observaciones más y evaluemos la nueva regla.

Hay 4 instantáneas diferentes en la pantalla: e, f, g y h

Panel e: Hay una mujer sentada a la mesa. En una mano tiene una taza de café; en la otra, un iPad. Se puede ver una lámpara a sus espaldas, pero está apagada. Hay una ventana al otro lado detrás de ella que está abierta, y el sol de la mañana ilumina la habitación.

Panel f: Una mujer se acuesta en su sofá, con los pies apoyados en el reposabrazos. Está hablando por teléfono y gesticula animadamente mientras habla. Su ventana muestra un cielo oscuro, mientras que la habitación en la que se encuentra está bien iluminada por una luz cenital.

Panel g: Una mujer está sentada en su escritorio frente a un ordenador portátil. Mira fijamente su computadora, mientras sostiene una taza de té o café en una mano. Su lámpara de mesa está a su lado, pero está apagada, ya que la ventana detrás de ella muestra un cielo azul brillante que ilumina el interior de la habitación.

Panel h: Una mujer está acurrucada dormida en su sofá: está acostada boca abajo con las piernas apoyadas contra el reposabrazos y parece haberse quedado dormida frente a un portátil que está abierto frente a ella. Su lámpara de mesa está encendida e ilumina la habitación. El genio de la IA ha aparecido y está flotando entre la luz y la mujer dormida, y, mágicamente, apaga la lámpara.

¡Ya está! ¡Parece que funciona perfectamente!

¡No necesitamos las luces encendidas a menos que esté oscuro afuera y estemos despiertos haciendo algo!

Y esta vez, incluso el genio apaga las luces si nos quedamos dormidos en el sofá (después de la hora de acostarnos), ¡qué cariñoso!

Página 7

La regla 2 ha demostrado una precisión perfecta:

nuestro algoritmo es capaz de predecir el resultado correctamente el 100 % de las veces.

Tenemos una nueva tabla que resume las observaciones de este experimento:

Hay 4 columnas para cada observación, a saber, “oscuridad” [luna o sol], “hora de acostarse”, “luz encendida” [bombilla amarilla o bombilla gris] y “predicción” [bombilla amarilla o bombilla gris]. La tabla dice lo siguiente: E: luz afuera, no es hora de acostarse, luz apagada, luz apagada; F: oscuridad afuera, no es hora de acostarse, luz encendida, luz encendida; G: luz afuera, no es hora de acostarse, luz apagada, luz apagada; H: oscuridad afuera, hora de acostarse, oscuridad afuera, luz apagada.

Nuestro genio de la IA flexiona su brazo una vez más ante la cámara, esta vez el bíceps está completamente “lleno” de color. Sobre el bíceps flexionado está escrita la cifra “100 %”.

Hemos utilizado nuestra intuición y experiencia para diseñar una regla adecuada, recopilar datos y validar su rendimiento,

e hicimos los ajustes necesarios hasta que alcanzamos un rendimiento con el que estamos satisfechos.

De hecho, estamos tan contentos con nuestra luz inteligente,

con lo bien que funciona y cómo nos ayuda a conservar energía,

que nos gustaría ofrecerla a otros para que también la usen.

¡Presentamos a nuestro genio de la IA a otros seres humanos! El genio le da la mano a una mujer. Nuestra protagonista abraza tanto al genio de la IA como a la mujer, haciendo la presentación.

Veamos si funciona para que nuestra amiga Ann la use en su oficina.

Pero antes de seguir adelante y volver a cablear todo el edificio de oficinas de Ann, recopilemos algunos patrones de uso para ver si nuestra regla sería efectiva en este nuevo caso.

Ya conocemos el ejercicio: ¡hagamos un experimento!

Página 8

Recordemos la regla 2:

“Encender las luces si está oscuro afuera y todavía no es la hora de acostarse. De lo contrario, mantener las luces apagadas”.

La pantalla se divide en 4 paneles: I, J, K y L

Panel I: Hay un grupo diverso de personas sentadas en una mesa, mirando una presentación en un ordenador portátil. La mesa tiene otros aparatos tecnológicos, y un par de tazas de té o café. Trabajan en un espacio abierto y moderno, con una gran ventana detrás que complementa las luces dentro de la oficina.

Panel J: Vista ampliada de un edificio de oficinas desde el exterior: está oscuro y, por lo tanto, vemos los dos pisos de oficinas en un tono rosa púrpura. Las oficinas están vacías, con varias sillas y mesas vacías en cada piso.

Panel K: Vista interior de la oficina: parece ser mediodía, ya que el cielo está claro y la oficina está iluminada con luz natural. La oficina está vacía y, por lo tanto, solo vemos mesas de reuniones grandes y largas, y un montón de sillas vacías, ¡pero no hay personas!

Panel L: Una mujer sentada en su puesto escribiendo frenéticamente en su portátil. La lámpara de mesa de su escritorio está encendida, al igual que las demás luces de la oficina. Se ve cansada y parece estar trabajando horas extras, ya que la ventana detrás de ella revela un cielo nocturno oscuro.

En la oficina, las luces están encendidas durante el día cuando las personas trabajan.

Pero la regla 2 las apagaría incorrectamente, ya que hay luz afuera.

La mayoría de las tardes, cuando ya todos se han ido a casa, las luces se apagan.

Pero la regla 2 las encendería incorrectamente, ¡ya que está oscuro!

Los fines de semana, la oficina está vacía y las luces están apagadas durante todo el día.

En este caso, la regla 2 funciona correctamente: mantiene las luces apagadas, ya que es de día afuera.

Cada cierto tiempo, alguien se queda hasta tarde en la oficina, terminando las tareas para una fecha de entrega importante.

Necesitamos las luces encendidas en esta situación, pero la regla 2 falla de nuevo: apagaría las luces, ya que es tarde (y ya ha pasado la hora de acostarse).

Página 9

¡Oh, no! Eso significa que solo obtuvimos 1 predicción correcta de 4.

Si suponemos que las luces están encendidas aproximadamente la mitad del tiempo, basta con lanzar una moneda al aire para decidir si encender las luces o no.

¿Por qué la precisión de la regla 2 es tan baja?

Porque el conjunto de datos en el que probamos el clasificador representa una situación diferente a la del conjunto de datos en el que lo entrenamos.

Entrenamos al clasificador y decidimos las reglas apropiadas, en función de nuestros patrones de consumo en el hogar,

Imagen desde arriba de una mujer en casa: se sienta con una taza de café, con las piernas cruzadas sobre el escritorio frente a ella. El cielo ilumina la habitación y la lámpara de mesa está apagada.

pero Ann lo “probó” en su oficina.

Imagen de Ann trabajando en su portátil en la oficina, con la lámpara de mesa encendida, a pesar de que es la última hora del día y afuera está oscuro.

Tanto si es la hora de acostarse como si está oscuro afuera, ¡ya no importa mucho!

Lo que importa ahora es si la oficina está abierta.

Página 10

¿Cuál es el costo de un error aquí?

El costo de un falso positivo (encender la luz innecesariamente cuando debería estar apagada) es que desperdiciamos energía y provoca una factura de electricidad considerable para la compañía.

Ann tiene una factura de electricidad muy extensa en una mano y se asusta al ver la cuantía. Tiene la otra mano en la cabeza en actitud de asombro y parece angustiada.

El coste de un falso negativo (apagar la luz cuando se necesita) es que interrumpimos a las personas en medio de su trabajo y su productividad se ve afectada.

Imagen de una reunión en curso en una oficina: las luces se apagaron de repente, por lo que solo podemos ver los tonos azul púrpura de las personas en la sala. Todos se muestran asombrados, incluso enojados, por la interrupción repentina del debate.

¿Qué debemos hacer? ¿Volver al tablero de dibujo otra vez?

¿Pensar en qué características adicionales usar, recopilar esos datos,

y realizar un experimento para verificar si nuestra regla realmente funciona?

Pero eso es muy tedioso.

La protagonista está absorta en sus pensamientos: se sostiene la cara con una mano y mira hacia arriba con la mirada perdida. Vemos cabezas de robots pequeños en el reflejo de sus iris mientras ella piensa en el uso de la IA.

Y lo que es más importante, nos resultará muy difícil continuar ajustando estas reglas que son cada vez más complejas,

según las ubicaciones donde se utilice la luz inteligente y sus diferentes requisitos.

La respuesta correcta es: usar un algoritmo de aprendizaje automático para identificar patrones estadísticos en nuestros datos, y “aprender” las reglas de forma automática.

Página 11

Al igual que diseñamos experimentos para verificar si las reglas que habíamos creado eran buenas,

también debemos diseñar experimentos para probar si las reglas que se aprenden automáticamente funcionan bien cuando se implementan.

Esto se debe a que la regla aprendida depende completamente de los datos históricos:

si esos datos son representativos del uso futuro del sistema de luz inteligente, entonces la regla funcionará bien.

Pero si el caso de uso real es diferente,

la regla cometerá muchos errores,

Imagen del genio de la IA sosteniendo una naranja, pero pensando en ella como una manzana (como se ve en su burbuja de pensamiento) ya que solo ha visto manzanas.

como sucede al encender la luz en edificios de oficinas vacíos,

El genio de la IA ha aparecido en la oficina vacía. La oficina está completamente vacía, pero el genio de IA está mágicamente encendiendo todas las bombillas de la oficina.

o al despertar a un niño pequeño que duerme .

El genio de IA ha aparecido en la casa y está controlando mágicamente todas las luces: mira avergonzadamente a la cámara, mientras que la luz cegadora que ha hecho aparecer hace que el niño pequeño que dormía se siente y llore desconsoladamente.

Tanto si las reglas son escritas por humanos como si son aprendidas por las máquinas a partir de los datos históricos, debemos asegurarnos de usar adecuadamente el método científico:

la formulación y la prueba de una hipótesis falsable.

Como dijo el filósofo de la ciencia Karl Popper:

“Ninguna teoría o idea debería considerarse científica a menos que, en principio, pueda demostrarse su falsedad”.

Un caricaturizado Karl Popper lanza una moneda al aire.

Página 12

El método científico comienza con una observación.

Nuestra protagonista está vestida como Sherlock Holmes, sostiene una lupa y mira directamente a través de la cámara, lo cual le distorsiona el ojo y hace que parezca enorme para el espectador a través del vidrio.

Luego sigue la formulación de una hipótesis falsable;

es decir, que puede demostrarse como falsa.

La protagonista se sienta contemplativamente, con ambas manos cruzadas sobre la boca y con expresión seria.

Luego, se diseña un experimento para verificar si la hipótesis es falsa.

La protagonista sostiene dos vasos de precipitados encima de una olla grande; vierte su contenido en la mezcla que se muestra a continuación, con una expresión de anticipación.

Y, de ser así, perfeccionamos nuestra hipótesis, diseñamos un nuevo experimento, batimos los elementos y repetimos.

La protagonista está en un momento “eureka”: tiene una de las manos en los labios y la otra apuntando hacia arriba en el aire.

Página 13

La pregunta básica: “¿Funciona el clasificador?”, se formula como: “¿Las predicciones del clasificador son más precisas de lo que serían unas propuestas aleatorias?”

Este es el nivel más bajo para considerar la precisión:

no queremos construir una IA sofisticada para terminar lanzando monedas al aire.

El genio de IA hace aparecer una bombilla y controla su intensidad. Una imagen al fondo muestra a una persona que trabaja en la oscuridad y con necesidad de luz, mientras que otras imágenes muestran a una mujer durmiendo y una oficina vacía, las cuales requieren que se apaguen las luces.

Cuando tenemos información verdaderamente fiable (observaciones de si la luz debería o no estar encendida), entonces podemos verificar.

Y si la hipótesis resulta ser falsa, no la usamos.

Diseñamos un nuevo procedimiento para generar datos y volvemos a entrenar el modelo para aprender una nueva regla.

Es importante destacar que, incluso con toda esta sofisticación adicional, es poco probable que encontremos la precisión perfecta.

Una de las razones por las que esto ocurre es que el mundo está lleno de incertidumbres.

Imagen de una oficina ocupada: las personas trabajan en diferentes estaciones de trabajo en un amplio espacio abierto. Hay varios signos de interrogación a lo largo del espacio, que señalan la incertidumbre acerca de si necesitan la luz, si prefieren trabajar con una luz tenue o si se irán pronto o trabajarán hasta tarde.

Otra es que a veces las reglas se rompen: las personas pueden venir a trabajar durante el fin de semana, o permanecer en el trabajo más tiempo para cumplir con un plazo de entrega.

En situaciones de la vida real, lo mejor que podemos esperar es que el clasificador funcione la mayor parte del tiempo.

Pero de vez en cuando, alguien deberá levantarse y encender o apagar la luz.

La protagonista se acerca al interruptor de luz y está a punto de tocarlo. Mira hacia la cámara o el espectador y hace un guiño cómplice.