



Parole, dati, algoritmi

Intervista a **Paul-Olivier Dehaye**, a cura di Claudio Biffi

Paul-Olivier Dehaye è matematico di formazione. Dopo una carriera accademica (dottorato a Stanford, postdottorato a Oxford e al Politecnico di Zurigo, assistente all'Università di Zurigo), si è dedicato all'attivismo sui dati e sul potere da essi rappresentato. Nel 2017 ha contribuito alla denuncia dello scandalo Cambridge Analytica, testimoniando in seguito presso le Nazioni Unite, il Consiglio d'Europa e i parlamenti britannico, francese ed europeo. Ha fondato e diretto le ONG PersonalData.IO e MyData Global (membro di comitato). Attualmente è CEO di hestia.ai, che elabora soluzioni software che favoriscono la nascita di ecosistemi affidabili. | 31

Paul-Olivier Dehaye, lei ha cominciato una conferenza dedicata a parole, dati e algoritmi evocando il linguaggio delle balene. Perché?

Ho posto al pubblico questa domanda: potremmo mai riuscire a comunicare con le balene? Può sembrare un'idea fantascientifica. Eppure sono in molti a credere che, in un futuro non troppo lontano, sarà possibile capire che cosa si dicano le balene tra loro e instaurare una forma di comunicazione, o almeno di traduzione tra il linguaggio umano e quello dei cetacei.

CETI è il nome di un progetto portato avanti da un'organizzazione senza scopo di lucro che grazie all'intelligenza artificiale, all'apprendimento automatico e a dispositivi robotici all'avanguardia sta ascoltando, registrando e cercando di decodificare le conversazioni tra capodogli.

Il punto di partenza dei ricercatori sono le 'parole' pronunciate dalle balene. Mi spiego meglio. Conoscete probabilmente il canto delle balene e sapete forse che i cetacei emettono dei 'clic' a intervalli molto regolari per orientarsi e geo-localizzarsi.

Attraverso l'eco generata dai clic le balene identificano gli ostacoli nelle vicinanze ma non solo. I capodogli trascorrono la maggior parte della loro vita a caccia. Per trovare le loro prede nell'oscurità degli abissi – generalmente si tratta di calamari – si affidano all'eco-localizzazione. Grazie a un organo specializzato nella loro testa, generano flussi di clic che rimbalzano su qualsiasi oggetto solido (o semi-solido). I capodogli producono anche delle rapide sequenze di clic, come delle raffiche, che tra i ricercatori sono note come 'codas'. Le codas sono scambiate tra i membri di stesse famiglie o clan di capodogli, e molti sono gli indizi che lasciano intendere che gli scambi abbiano la struttura e lo schema di una conversazione.

A quanto pare tutte le balene ricorrono a questo schema, ma lo fanno in modo diverso a seconda del loro clan di appartenenza, una sorta di clan-vocale che utilizza quindi un dialetto specifico ai propri membri. Le codas, tuttavia, possono variare anche all'interno dello stesso clan, caratterizzando quindi gruppi più piccoli o che potrebbero addirittura identificare singoli individui. Esistono quindi dei codici che sono identificativi e ci sono parole che sono uniche e indentificano singole balene.

I ricercatori del progetto CETI sono arrivati a identificare i clic e le codas registrando un numero elevatissimo di conversazioni; per farlo, hanno utilizzato

droni sottomarini e fatto ricorso a tecnologie associate a quello che un po' genericamente possiamo chiamare il *big data*.

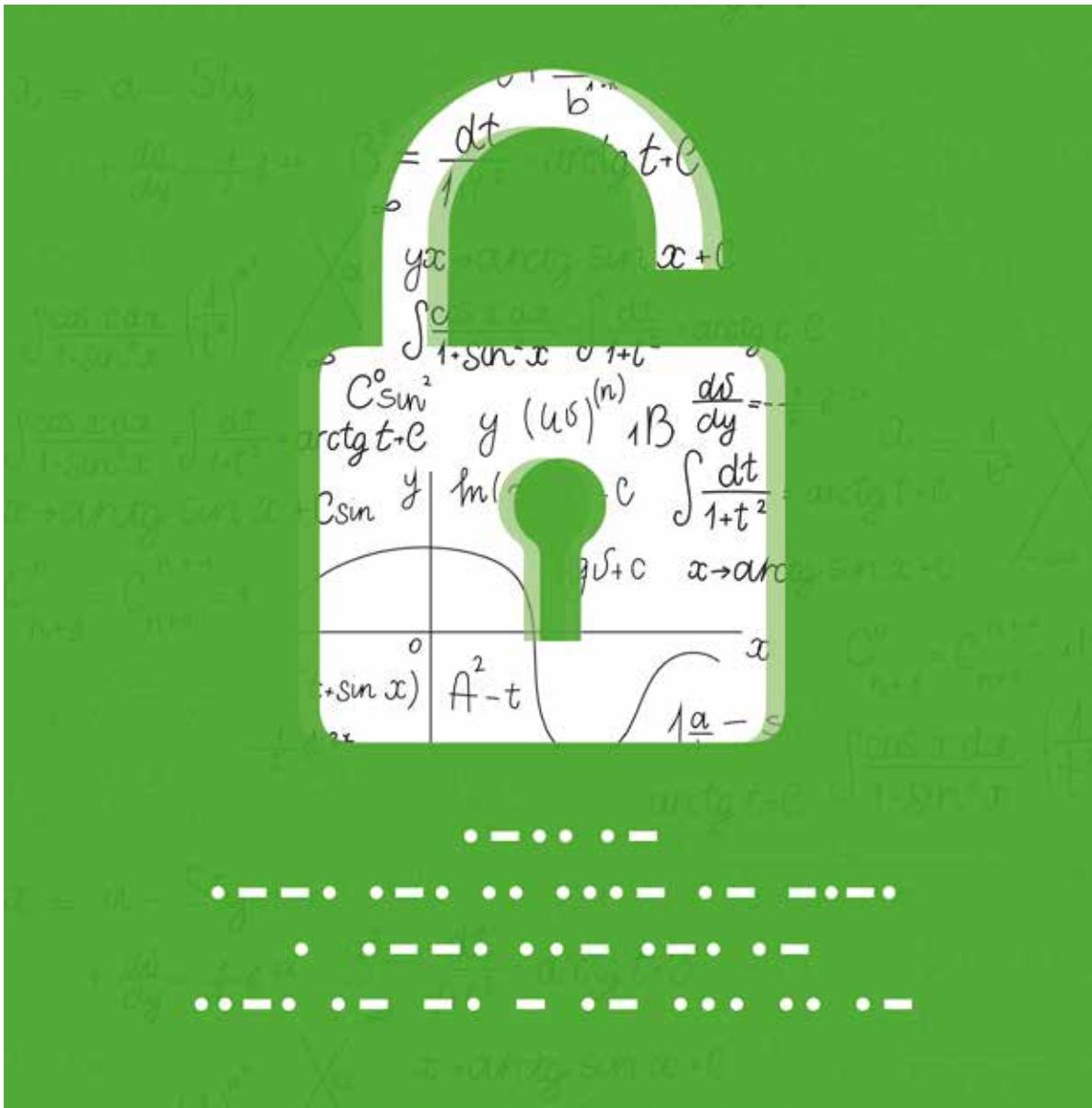
Com'è possibile passare dalla banca dati di conversazioni registrate alla traduzione automatica del linguaggio di balene e capodogli?

Per rispondere alla domanda lasciamo per un attimo da parte le balene. Anche perché il metodo applicato all'analisi delle conversazioni tra cetacei è applicabile anche alla conversazione umana o a processi che non sono necessariamente definibili come conversazionali.

Lasciatemi quindi parlarvi di matematica pura e del pensiero di un matematico giapponese chiamato Nobuo Yoneda. Pioniere nelle scienze computazionali, Yoneda sosteneva che per capire un oggetto di una categoria occorre comprendere la totalità delle relazioni tra l'oggetto e gli altri oggetti che appartengono alla stessa categoria o, per semplificare, allo stesso insieme. Si tratta di un approccio solo in apparenza banale, e che, come mostrerò, è stato al centro della rivoluzione dell'informazione che ha segnato il web tra la fine degli anni Novanta e l'inizio del Ventunesimo secolo.

All'epoca, i motori di ricerca come Yahoo cercavano di classificare le pagine che popolavano il web come lo avrebbe fatto un bibliotecario: esaminando ogni sito, indicizzandolo, categorizzandolo. Un approccio certamente accurato, ma lento e inadeguato di fronte alla proliferazione esponenziale di siti e pagine web.

Google, invece, ha adottato un approccio diverso ricorrendo a un algoritmo chiamato *pagerank*. L'algoritmo è stato ideato per cercare di capire come le pagine web si relazionassero tra loro e, in particolare, come puntassero l'una verso l'altra. L'obiettivo finale era di stabilire l'importanza di ogni pagina, assumendo che una pagina web a cui tutti o molti puntano sia più importante di una pagina a cui poche altre pagine rimandano. L'importanza, codificata ad esempio da numeri tra 0 e 10, diventa quindi per l'algoritmo una dimensione alla quale è associato un valore. La si potrebbe anche chiamare 'reputazione'. Ora, immaginate di avere a disposizione un navigatore casuale, diciamo un surfista che è in grado di cliccare a caso su ogni pagina web e di ripetere l'operazione migliaia di volte a un ritmo molto elevato registrando i propri movimenti. Mettiamo poi di avere a disposizione più di un surfista che



Anna De Antoni,
2° anno di grafica – CSIA

compie l'operazione. Beh, con qualche accorgimento e sottigliezza tecnica, sarete in grado di determinare con molta precisione quale sia l'importanza (la reputazione) dell'intero web; sarete riusciti quindi a stabilire quali relazioni intercorrono all'interno dell'insieme costituito dalle pagine presenti in rete, come prefigurato da Yoneda.

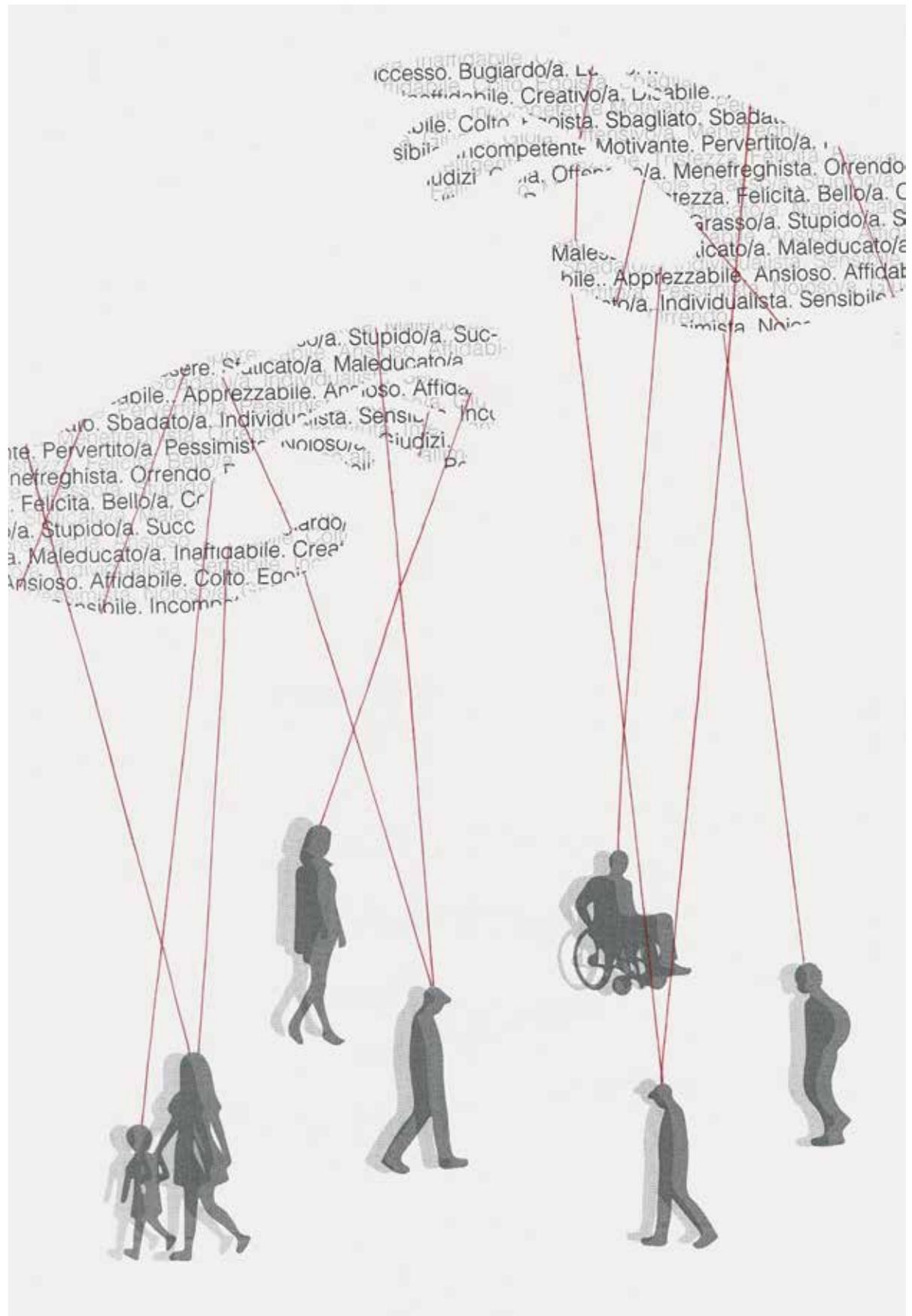
Come possiamo estendere l'approccio che ci ha appena illustrato alle parole che costituiscono il linguaggio per 'insegnare' alle macchine a riconoscerlo?

Per le parole, l'approccio è molto simile. L'obiettivo è di assegnare un significato arbitrario, diciamo un valore, a ogni parola. Un valore che possa essere manipolato da un computer o da un algoritmo.

Prendiamo qualche frase: "per fare la besciamella servono burro, latte e farina", "oggi sono nella sala del Consiglio comunale di Bellinzona per parlare di parole, dati e algoritmi" oppure "i bambini amano molti i

cartoni animati". Voglio capire, utilizzando una macchina, il significato delle parole che formano le tre frasi. Come posso fare? Prima di tutto ho bisogno di molte più frasi, diciamo alcuni milioni. Poi, mi concentro su un passaggio di una delle frasi, un campione: ad esempio "bambini amano molto i cartoni". Ho quindi determinato una finestra di attenzione che possiede un centro (la parola "molto") preceduto e seguito da due parole ("bambini amano" e "i cartoni").

L'idea, ora, è di iniziare ad attribuire un valore casuale a ognuna delle parole. Per farlo determino uno spazio con mille dimensioni, il che significa che ogni parola sarà caratterizzata da mille valori casuali. Come accadeva per il surfista di poco fa, diffonderò il valore della parola 'bambini' e le sue relazioni con le altre parole che appartengono alla finestra di attenzione. A ogni iterazione ripeto il procedimento: caratterizzo e osservo le parole. Visto che stiamo analizzando una frase, presuppongo che il fatto che due parole siano vicine l'una all'altra debba avere un si-



Chloe Lombardo,
3° anno di grafica – CSIA



Rebecca Riente,
3° anno di grafica – CSIA

gnificato. In un modo o nell'altro esiste un collegamento e il significato di 'bambini' è in qualche modo associato al significato delle altre parole. Considerato poi che applico il procedimento a un campione di frasi grandissimo, troverò delle analogie con altre frasi, ad esempio "ai bambini piacciono molto i dolci" oppure "ai bambini piacevano davvero i cartoni animati" o ancora "i bambini odiano le punizioni". Il procedimento che confronta i valori attribuiti alle parole nello spazio a mille dimensioni permette ad esempio di individuare gli avverbi, grazie al loro posizionamento e alla ricorsività della struttura linguistica che li caratterizza. La macchina è quindi in grado di capire che tipo di parola sta guardando: se si tratta di quello che noi chiamiamo un avverbio, un sostantivo, ecc. È importante capire che il computer o l'algoritmo non interpreta significati che noi umani possiamo identificare. Applicando un metodo probabilistico la macchina identifica analogie, ricorrenze e vicinanze significative tra parole che, per la macchina sono solo sequenze di numeri, anzi, sono vettori posizionati in uno spazio.

Cosa possiamo fare una volta che abbiamo posizionato moltissime parole in un spazio a mille dimensioni?

Immaginate di avere adesso a disposizione delle nuvole di parole (o dei *cluster*, se preferite) che sono raggruppate perché esiste una relazione tra loro. E ricorderete che per capire un oggetto di una categoria (della nostra nuvola) dobbiamo capire l'insieme delle relazioni di quell'oggetto con gli altri oggetti della categoria. La ricetta che vi ho illustrato prevedeva di osservare delle finestre di attenzione di cinque parole, di inserirle in spazi a mille dimensioni e di ripetere il procedimento molte volte. Il piatto cucinato applicando la ricetta si dimostra però più ricco di come l'avevo descritto inizialmente. Mi spiego meglio, e per farlo vi propongo di immaginare uno spazio tridimensionale. Tra i vettori che ho ricavato ne trovo uno che mette in relazione le parole 're' e 'regina'. Mi accorgo però che ne esiste un altro nella stessa nuvola (immaginatela come un grafico a tre assi) che mette in relazione 'uomo' e 'donna'. La macchina, applicando l'algoritmo, ha prodotto una sorta di ragionamento: un uomo sta a una

donna come un re sta alla regina. Un ragionamento che, vista la molteplicità delle parole che ho utilizzato nella mia ricetta, si ripete: Berlino sta alla Germania come Parigi alla Francia, ad esempio. Il ragionamento ha dunque permesso alla macchina di ‘capire’ le relazioni tra le capitali di una nazione, ma anche tra il passato e il presente, i tempi verbali, l’aggettivazione, la comparazione e così via. Dalle relazioni tra parole, attraverso il ragionamento, si passa alla relazione tra le relazioni. Anche le traduzioni automatiche si fondano sullo stesso meccanismo: sono capaci di individuare delle relazioni tra parole simili in lingue diverse. E allora, se proietto la scoperta che ho appena fatto al di fuori del linguaggio umano posso ragionevolmente immaginare di poterla utilizzare per capire o tradurre il ‘balenese’. Di allineare quindi in uno spazio vettoriale i diversi dialetti parlati dai cetacei per identificare le parole utilizzate nella comunicazione dei mammiferi marini. Certo, nella traduzione delle lingue umane l’allineamento tra francese e italiano è molto forte perché i parlanti italo-foni e franco-foni vivono vite molto simili... l’allineamento tra l’italiano e il ‘balenese’ potrebbe non essere altrettanto buono, ma l’idea e il meccanismo alla radice della capacità di capire il linguaggio e di riprodurlo attraverso procedimenti automatizzati sono gli stessi.

Nel corso della conferenza, lei non si è limitato a spiegarci come sia possibile operare sulle parole, ma ha esteso le sue riflessioni anche ai comportamenti umani. Cosa ci può dire in proposito?

Una volta che abbiamo capito come classificare le parole, le relazioni tra le parole e le relazioni tra le relazioni, possiamo applicare la ‘ricetta’ anche ad altri campi. Esiste ad esempio un modello per classificare i profili psicologici delle persone (la personalità) che si chiama OCEAN e che utilizza cinque dimensioni: apertura mentale (*openness*), coscienziosità (*conscientiousness*), estroversione (*extraversion*), amicalità (*agreeableness*), nevroticismo (*neuroticism*). Le dimensioni rappresentano il mio spazio vettoriale, ricordate? Ora non mi resta che individuare le relazioni. Posso farlo chiedendo a familiari, amici e conoscenti di una persona di descriverla con delle parole o con delle affermazioni (‘intelligente’, ‘aperto’, ‘ama aiutare gli altri’, ‘è nevrotico’, ecc.). Sulla base delle osservazioni potrò poi creare le mie nuvole e

identificare delle relazioni sempre in base ai cinque assi dello spazio determinato dal modello OCEAN.

La cosa interessante è che la ricetta che vi ho appena raccontato può essere automatizzata e applicata al web e, più in particolare, all’ecosistema dei social media.

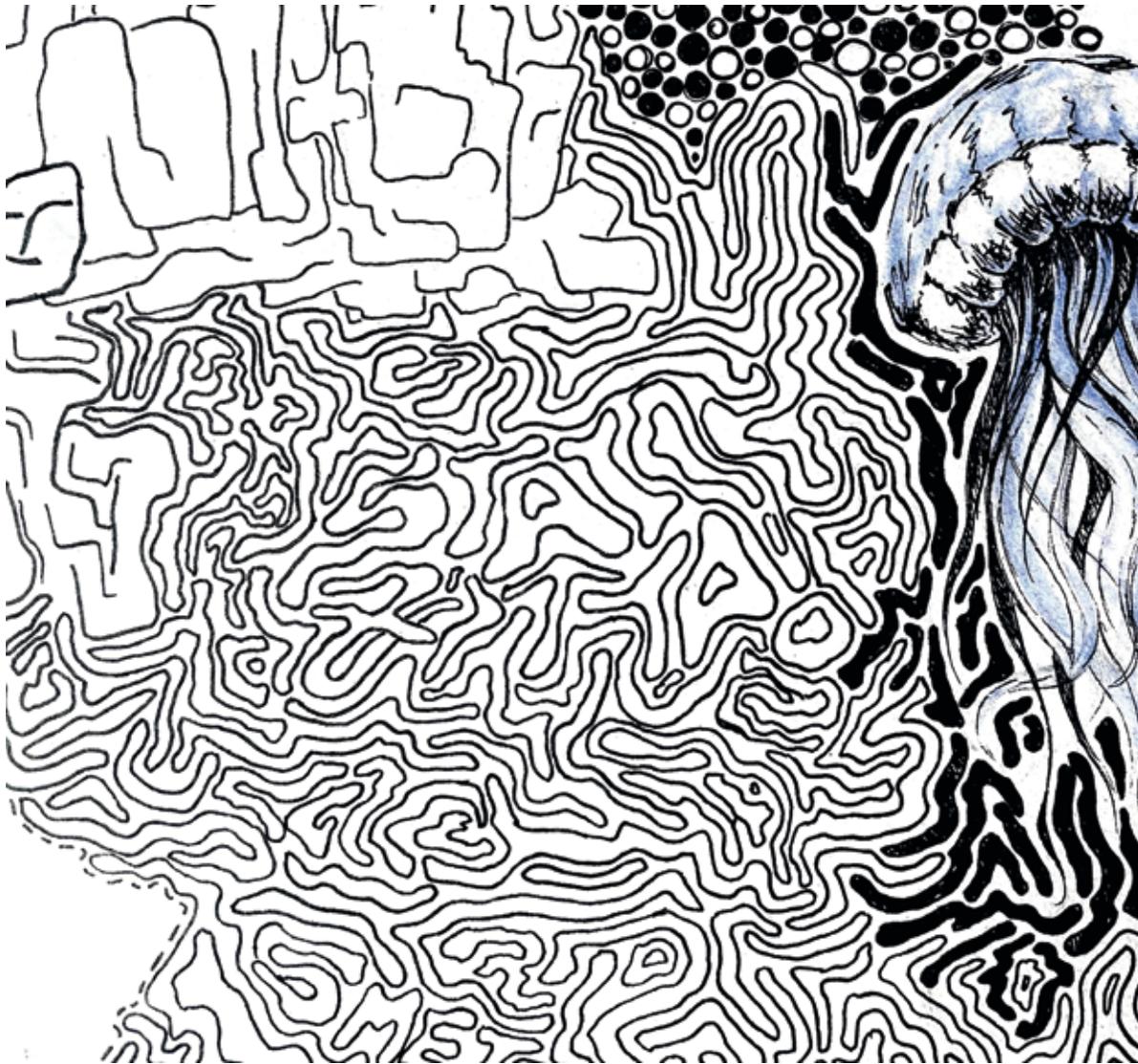
È stato fatto in modo molto efficace da Cambridge Analytica qualche anno fa, quando l’azienda inglese ha creato un algoritmo per indagare le relazioni tra i membri di Facebook senza bisogno né di interpellare chicchessia né di porre delle domande. È bastato infatti analizzare la rete di amicizie e indicizzare le pagine che piacciono (i ‘like’) per ricavare profili psicologici ragionevolmente accurati. Una volta ottenuta una mappatura dei profili degli utenti, è stato possibile fare previsioni sulla loro propensione a condividere dei contenuti, sulla potenziale viralità di determinati messaggi, ... a scopo di marketing, oppure applicando il processo a una campagna elettorale (come è avvenuto nel 2016 per l’elezione di Trump e per il referendum sulla Brexit)¹. Io qui lo spiego in modo piuttosto semplice, molto lineare, ma per arrivare a risultati efficaci e utilizzabili si è dovuto ricorrere a ragionamenti iper-complessi che si sovrappongono l’uno all’altro e che mettono in gioco una fitta rete di relazioni tra relazioni generate e calcolate grazie alla potenza di calcolo di cui oggi disponiamo.

Mi sembra di capire che nel passaggio dalle riflessioni sul linguaggio a quelle sui comportamenti emerge anche un interrogativo etico. Durante la sua conferenza, infatti, ci ha portato un esempio di come dati e algoritmi possano essere usati a favore della collettività. Ce ne vuole parlare?

Volentieri, e per farlo vi propongo un altro cambio di scenario. Dopo le balene, le parole e Facebook voglio parlarvi degli autisti di Uber. A fine 2022 il Tribunale federale ha emesso una sentenza che dichiarava l’azienda di *ride-hailing* statunitense come un datore di lavoro e obbligava pertanto Uber a rimborsare retroattivamente le spese professionali sostenute dagli autisti, le ore di straordinario, le ferie ecc. Il problema degli autisti, tuttavia, era di trovare il modo di calcolare l’ammontare dei rimborsi ai quali avevano diritto e, rispettivamente, di verificare la fondatezza delle proposte di risarcimento formulate da Uber. Fortunatamente per loro, l’applicazione Uber raccoglie una

Nota

¹ Paul-Olivier Dehayé ha giocato un ruolo centrale nel mettere alla luce quello che sarebbe diventato lo scandalo Cambridge Analytica. “Scuola ticinese” ne ha parlato nel numero 334 (pp. 11-16).



Larissa Tumminaro,
3° anno di grafica – CSIA

quantità considerevole di dati. Applicando metodi del tutto analoghi a quelli che vi ho fin qui illustrato, è stato possibile ricreare a posteriori con grande precisione un'indagine sull'attività degli autisti. Lo abbiamo fatto con *hestia.ai*², una società alla quale partecipo e che ha proposto agli autisti Uber di Ginevra (e di Parigi) di ricreare il loro 'orologio lavorativo', così da permettere loro di quantificare i rimborsi. Ora, le tracce GPS di un autista sono registrate ogni tre secondi. Attraverso un portale chiamato *digipower.academy* (liberamente accessibile online) abbiamo mostrato agli autisti quali erano i dati personali disponibili e in che modo era possibile utilizzarli a loro favore (Uber, invece, li usa per massimizzare i profitti, monitorando, alimentando concorrenza e competitività ricorrendo alla *gamefication* e ad altri metodi). Si è trattato di un bell'esempio di sfruttamento virtuoso dei dati personali e delle capacità tecnologiche di analizzarli rese possibili da un po' di matematica, informatica e scienza computazionale.

Al di là dell'applicazione pratica destinata alla difesa dei diritti lavorativi degli autisti di Uber, la stessa ricetta di cui vi ho parlato ci ha permesso di creare dei

modelli molto precisi dei tragitti percorsi dalle loro auto, quindi anche dai loro clienti. Siamo passati dalle reti costituite dalle pagine web alle reti stradali urbane. Un passaggio che ha aperto notevoli potenzialità nell'ambito della comprensione e della gestione della rete di trasporto e di circolazione. Ricorrendo all'intelligenza artificiale, agli algoritmi e al *big data* siamo riusciti a capire alcuni dei ragionamenti che stanno alla base della circolazione delle persone, vale a dire delle interazioni tra la morfologia di un territorio urbano, l'offerta di trasporto pubblico e privato e i percorsi scelti dagli individui.

Ginevra, ad esempio, è caratterizzata dalla presenza dei fiumi Arve e Rodano, dei ponti e, quindi, dei rispettivi passaggi obbligati che influenzano la circolazione stradale ma anche le tariffe delle corse effettuate dagli autisti di Uber.

Sono potenzialità che con *hestia.ai* stiamo iniziando a esplorare insieme ad alcuni attori che operano nel settore della mobilità e dei trasporti pubblici: i dati personali raccolti sugli utenti del trasporto pubblico (qualsiasi dato collegato a un individuo identificabile, ad esempio il profilo dell'utente, la geo-localizzazione, i

Nota

² *Hestia.ai* è una società con sede in Svizzera fondata all'inizio del 2021. Si impegna a fornire alle aziende servizi di consulenza in materia di strategia AI e di gestione dei dati, così come degli applicativi di intelligenza artificiale sovrana quali 'Argo'.

profili di utilizzo dei servizi, ecc.) possono svolgere un ruolo centrale nella mobilità nella messa in rete di diverse modalità di trasporto (multi-modalità) ma anche, da un altro punto di vista, nell'implementare pratiche e procedure che possano fornire trasparenza agli utenti del trasporto pubblico e di migliorare l'impatto economico e sociale di quest'ultimo, esplorando nuovi modelli di business che rispettino i dati dei propri utenti e dipendenti.

Paul-Olivier Dehaye, come concludere il percorso che dal canto delle balene ci ha portato fino agli autisti di Uber e ai ponti di Ginevra?

Non ho volutamente messo troppo l'accento sulla dimensione tecnologica e informatica dei processi che vi ho descritto. I nuovi strumenti di intelligenza artificiale sono tuttavia al centro dei fenomeni tecnologici, sociali e culturali ai quali stiamo assistendo. L'intelligenza artificiale sta producendo ragionamenti sempre più sorprendenti, sta iniziando a dialogare con l'umano. L'entrata in scena di ChatGPT ha posto sotto i riflettori degli scenari immaginati finora solo dalla fantascienza, ma che in realtà sono ormai alla portata di tutte e tutti noi. Come ho cercato di mostrare, le conquiste tecnologiche di cui vi ho parlato possono servire finalità anche molto diverse tra loro, ma, alla base, si fondano su un'indagine profonda del funzionamento del linguaggio e della cognizione – due caratteristiche profondamente umane.