

Impatto algoritmico dell'IA nella guida stradale autonoma

di Antonella Tennenini*

La guida automatica implica un “dialogo” tra le infrastrutture e i veicoli, nonché una connessione con gli utenti vulnerabili della strada. Essa ridurrà l’incidentalità o congestionerà ancora di più il flusso del traffico? Il presente contributo enuclea benefici e criticità degli algoritmi nel settore automobilistico e infrastrutturale, con qualche esempio, come la manutenzione della *Expressway* in Cina, avvenuta mediante gli agenti artificiali.

Parole chiave: sicurezza stradale; guida autonoma; cybersecurity; vulnerabile road users; Smart Road; privacy.

Algorithmic impact of AI in autonomous road driving

Autonomous driving involves a “dialogue” between infrastructure and vehicles, as well as a connection with vulnerable road users. Will it reduce accidents or will it congest the flow of traffic even more? This paper examines the benefits and criticalities of algorithms in the automotive and infrastructure sectors, with some examples, such as the maintenance of the Expressway in China, which took place using artificial agents.

Keywords: road safety; autonomous driving; cybersecurity; vulnerable road users; Smart Road; privacy.

Introduzione

Il presente contributo esamina la guida completamente autonoma su strada e svincolata dall’umano in prospettiva futura, in quanto, allo stato attuale, si è ad un livello più esplorativo che pratico, almeno in ambito europeo. L’approccio teorico non sarà avveniristico, entusiasta o pessimistico, ma ispirato ad uno sguardo critico, volto a comprendere come la costruzione e l’uso delle automobili a base algoritmica possano incidere sugli stili di vita, sugli aspetti etici, economici e giuridici, divenendo un fenomeno sociale innovativo dai risvolti problematici.

DOI: 10.5281/zenodo.17524623

* Università degli Studi di Roma Tor Vergata. a.tennenini@alice.it.

Sicurezza e scienze sociali XIII, 2bis/2025, ISSN 2283-8740, ISSN e 2283-7523

Partiamo da qualche dato italiano sul contesto di transizione: ogni anno sulle strade si registrano incidenti talmente impattanti da spazzare via l'equivalente di intere cittadine. Solo nel 2023 le vittime sono state 3.039¹, e nel primo semestre del 2024, 1.429, con un aumento del 4%². Nonostante le trasversali iniziative di prevenzione e le recenti restrizioni del Codice della Strada, la strage di pedoni, ciclisti, monopattinisti e automobilisti, è continua. Fattori endogeni ed esogeni, come la distrazione umana, la velocità troppo elevata, il mancato rispetto della precedenza, e, recentemente, sempre più l'uso dello *smarthphone*, la "sbornia del terzo millennio", il consumo di alcol e di sostanze stupefacenti, rappresentano le preminenti cause dei sinistri. La prevenzione non può passare solo per forme repressive e punitive, a colpi di draconiane sanzioni, che pure sono necessarie per l'effetto deterrente, ma è soprattutto l'insieme dei processi educativi e formativi, sin dall'età scolare infantile, prima dell'acquisizione della patente, che possono contribuire alla maturazione di comportamenti virtuosi, tali da indurre i cittadini a fare scelte più consapevoli e caute nel frequentare la strada. Puntare sull'educazione stradale significa aumentare la qualità della sicurezza e ridurre il più possibile i pericoli per la salute, con particolare riguardo ai pedoni, utenti "vulnerabili" della strada, che, in caso di incidente, sono soggetti ad un elevato rischio di esito fatale.

Ora, intorno alla mobilità si snoda l'assetto culturale, sociale ed economico del tessuto urbano ed extraurbano, ma soprattutto della quotidianità esistenziale delle persone (Castells, 2003). Nel Novecento la graduale propagazione di massa delle automobili ha ampliato lo svolgimento delle attività umane e soddisfatto molteplici esigenze di lavoro e svago, accorciando le distanze. Dal punto di vista sociale, questo ha comportato trasformazioni antropologiche e cognitive importanti, ad esempio in riferimento alla percezione e all'immersione nello spazio e nel tempo: nella percorrenza di tragitti predefiniti e standardizzati, il conducente deve attenersi a regole uniformi, in contrapposizione ad un'esplorazione sensoriale dei luoghi fatta a piedi o in bicicletta a ritmi più lenti. Quanto enucleato fa riferimento ad un sistema ampiamente intriso di tecnica, complessivamente analogico e tradizionale, sebbene con molti aspetti, almeno dagli anni Duemila, viranti verso gestioni ibride, con l'introduzione del digitale. Oggi il settore della mobilità è investito dalla pervasività dell'IA, il che richiede un'estesa comprensione del nuovo. Le modifiche interessano le relazioni tra macchine a guida *in toto*

¹ <https://www.istat.it/wp-content/uploads/2024/07/infografica-incidenti-stradali-2024.pdf>

² <https://www.ilsole24ore.com/art/istat-2024-aumentano-vittime-strada-4percento-auto-record-italia-694-ogni-mille-abitanti-ue-sono-571-AGWF2GgB>

automatica (e/o automatizzata), infrastrutture e *vulnerabile road users*, i flussi di traffico con i sistemi di videosorveglianza, la gestione della *cyber-security*, nonché le abitudini e i costumi consolidati. L'uso dell'IA, "capace" di apprendere e agire autonomamente, mediante algoritmi addestrati per mano e menti umane, potrebbe risolvere, migliorare, o, invece, eventualmente peggiorare la compagine infrastrutturale e il sistema della mobilità, così come si sono configurati nel tempo e funzionano tuttora? Ci saranno effetti positivi e negativi dell'impatto algoritmico in un settore di punta dell'economia mondiale, come quello automobilistico, ma anche da un punto di vista etico.

Di seguito si tratteranno argomentazioni sulle indubbie opportunità che l'IA promette, con la dimostrazione di qualche esempio fattivo, ma anche paradossalmente sulle limitazioni che l'umano dovrà fronteggiare, per non lasciarsi sopraffare dalle mirabolanti imprese artificiali.

1. Vantaggi e criticità dell'IA nella mobilità

Gli investimenti dei *brand* automobilistici sull'automazione di molte funzionalità delle macchine sono enormi, fino all'obiettivo della guida autonoma, che, tuttavia, incontra i suoi limiti per problematiche molto più complesse di quelle su cui gli ingegneri stanno attualmente lavorando per l'introduzione degli algoritmi su strada, almeno nel contesto europeo.

I sistemi di guida autonoma, infatti, funzionano agevolmente in determinate aree geolocalizzate delle dimensioni di un quartiere, e in futuro di una città. Le sfide tecniche e le implementazioni economiche necessarie per uscire da queste zone delimitate sono immense. Confidare di risolvere i problemi connessi alla guida con l'IA al momento è preoccupante, poiché il controllo dei veicoli si basa sugli stessi principi di ChatGPT. Questa utilizza il ragionamento statistico (con ampi margini di continuo miglioramento), anziché comprendere la situazione, il contesto o qualsiasi altro fattore che la contingenza umana terrebbe invece in considerazione, pur sempre con l'ampia possibilità di commettere errori, talvolta, però, rimediabili nell'attimo del pericolo imminente per intuizioni spontanee e lontane da ogni sovrastruttura³. La capacità decisionale umana, infatti, di vigilare situazioni estreme, che richiedono immediatezza di azione, non può essere paragonata e sostituita dall'uso predittivo di un sistema algoritmico.

³ <https://www.lestradedellinformazione.it/rubriche/le-strade-della-tecnica/guida-autonoma-sviluppo-forte-ritardo>

Insomma la guida automatica, progettata per il trasporto di persone e di merci, può raggiungere interessi generali come la sicurezza stradale, la riduzione dell'inquinamento e l'inclusione sociale; infatti, potrebbe fornire supporto, ad esempio, agli anziani e alle persone con situazioni di disabilità, le quali avrebbero difficoltà nell'approcciare i mezzi tradizionali, favorendo così i principi di non discriminazione e pari opportunità di movimento e di socializzazione. Inoltre, i conducenti che avrebbero lunghe percorrenze quotidiane, sarebbero sgravati dall'incombenza della guida e potrebbero fruire dell'abitacolo per riposo, lavoro e svago (Calabresi, 2021).

Questo processo innovativo, dalle grandi potenzialità, è, tuttavia, disseminato di insidie e rischi, per cui sarà necessario garantire la previsione e la prevenzione di errori e di attacchi *cyber*. Il funzionamento automatico ruota intorno all'uso massiccio dei dati, che, se eseguito in modo improprio, può arrecare danni, in particolare se non ne viene assicurata la piena tutela per la vita umana, in un campo in cui le automobili saranno in comunicazione tra di loro, con gli utenti e con l'infrastruttura stradale. Gli infiniti dati e le informazioni consentono al costruttore dell'automobile e ad altri soggetti connessi di mappare l'utilizzatore, codificando con precisione i suoi bisogni, le sue inclinazioni, i suoi gusti, mediante i suoi spostamenti, così da adattare le caratteristiche del veicolo alle sue esigenze e stabilire un rapporto di fidelizzazione (Scagliarini, 2019). Tuttavia, questa modalità ribalta totalmente la facoltà umana di scegliere/modificare e latamente l'interazione tra uomo e macchina: è l'algoritmo che suggerisce all'umano e lo insegue, e non il contrario. A tal proposito, il problema della manomissione, alterazione/difetto o manipolazione del software della *self-driving car* ha effetti sulle scelte etiche e le responsabilità. Queste non farebbero più capo al conducente (com'è tuttora, anche da normativa), ma da un lato ai produttori, e dall'altro agli organi legislativi che permettono la costruzione e l'uso di determinati software e hardware, che su strada possono avere sensori per individuare soggetti e situazioni con alcuni problemi, ma non riescono, di certo, ad esempio, ad identificare i soggetti con fragilità psico-motorie, che magari abbisognano di più tempo e soste per un attraversamento pedonale.

Insomma, la persona che sale su un'automobile automatica ha il diritto ad avere alcune garanzie di sicurezza e di stabilità, così come i pedoni e i ciclisti. Se un conducente umano nella guida tradizionale riesce a sterzare all'improvviso in caso di mancato rispetto di una precedenza ad un incrocio da parte di un altro utente, nei sistemi automatici preimpostati con l'IA, questo sarà forse possibile solo dopo un alto grado di addestramento algoritmico, ma porrà in ogni caso il problema della responsabilità civile e penale in caso di sinistro o lesioni.

Essere alla guida da parte del *sapiens*, infatti, significa combinare e coordinare una serie di operazioni legate ad un'adeguata conoscenza di tutti i dispositivi interni al veicolo e delle norme di comportamento nella circolazione, con l'attenzione e la concentrazione continue al possibile rischio, dato dalle condizioni variabili del contesto viario. Gli agenti artificiali riescono a guidare indubbiamente con più precisione, peraltro scevri da fattori emotivi, ma non hanno volontà e, soprattutto, coscienza del senso dell'imprevedibile e dell'incertezza.

Il Nobel 2024 per la Fisica è stato assegnato a Hopfield e Hinton, pionieri degli studi sulle reti neurali artificiali e sui computer capaci di imparare autonomamente. Il professore canadese Hinton prevede che l'IA

avrà conseguenze sull'umanità paragonabili alla rivoluzione industriale. Allora le macchine ci superavano in forza fisica, ora sono destinate a superarci dal punto di vista intellettuale. Ci saranno effetti estremamente positivi, avremo una medicina migliore e potremo lavorare con un assistente artificiale che ci renderà più produttivi. Ci potranno essere però anche delle conseguenze negative, qualora le macchine riescano a sfuggire al nostro controllo⁴.

Wadhwa (2017), d'altronde, pone questioni simili riguardo all'applicazione dell'IA anche nei trasporti: a chi può andare a beneficio, se promuove l'autonomia o la dipendenza dai mezzi, e se comporta la perdita di tipologie di lavoro, soppiantate da nuove figure professionali; in più, solleva il problema della completa perdita della *privacy*, intesa come protezione della riservatezza esclusiva dell'individuo, soprattutto per i profili più delicati, in riferimento a persone minori di età o che hanno particolari esigenze di salute; e ancora, evidenzia la maggiore disuguaglianza economica, sociale e culturale, immaginando, quindi, un "futuro alienante e spaventoso", ma anche "eugenetico". Va da sé che il cambio di paradigma nella guida non sarà privo di costi e controversie e dovrà fare i conti sia con l'eventuale inadeguatezza cognitiva e sociale, sia con le possibili ritrosie culturali e con la mancanza di fiducia da parte di alcune fasce della popolazione⁵.

⁴ https://www.repubblica.it/italia/2024/10/08/news/premio_nobel_fisica_2024_john_hopfield_geoffrey_hinton-423542854/?ref=RHLF-BG-P6-S1-T1

⁵ Cfr. studi a proposito del senso di fiducia verso la guida automatica in <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2023.1279271/full>

Dunque, l'opinione pubblica potrebbe dividersi tra chi riconosce i benefici della guida automatica⁶, e chi, invece, non vuole vivere nella cosiddetta "sorveglianza del capitalismo".

Al momento le nostre nuove vetture hanno già diverse funzionalità automatizzate, integrate nei sistemi di *driver assistance* (ADAS): il *cruise control* adattivo, la frenata automatica di emergenza, e il monitoraggio degli angoli ciechi; tuttavia, la transizione verso la completa automazione necessita di un arco temporale più esteso, la cui durata a priori non si può stabilire, sia per consentire le indispensabili modifiche tecniche, come la combinazione di sensori, telecamere, radar, connessi al sistema infrastrutturale e individuale, sia per cercare di attenuare divari di ordine economico e sociale⁷. Le strade, infatti, sono progettate e realizzate per essere percorse dai mezzi tradizionali, per cui vi sarà una fase di adeguamento infrastrutturale, da conciliare con le esigenze ambientali, di certo non secondarie, e poi di condivisione delle stesse infrastrutture tra le macchine tradizionali e quelle a guida automatica e connesse, con conseguenze da non sottovalutare, ancora una volta, sul piano della sicurezza ed etico. Questo rinnovamento richiede elevati costi per essere predisposto, che ad ora sono sostenuti solo da gruppi oligopolistici, molto interessati al solo profitto. Pertanto, vi saranno disuguaglianze sociali, poiché inizialmente le macchine automatiche saranno un privilegio oligarchico, prima eventualmente di diventare accessibili alla moltitudine. Alcune sperimentazioni delle modifiche alla trasportistica riguardano, con gradualità, metropolitane – a Roma la Linea C utilizza il sistema di automazione integrale che sostituisce l'operatività del macchinista alla guida –, taxi – attivi in grandi città, come San Francisco e Wuhan –, *shuttle bus* e grandi camion che fanno da precursori su percorsi stradali dedicati. In ambito privato sarà più difficile introdurre la *driverless car*, poiché le automobili tradizionali, viaggianti su strade talvolta molto bisognose di manutenzione, soddisfano ancora molte esigenze, oltre a simboleggiare la libertà di movimento, l'indipendenza e l'autonomia; esse fanno parte a tutti gli effetti di un costume sociale, di un bisogno esistenziale, ma anche di mode. A tal proposito, uno dei poli di eccellenza per l'innovazione è la "Motor Valley" a Modena, dove sono presenti alcuni tra i più prestigiosi marchi mondiali, che hanno conseguito alti livelli di automazione. Pur tuttavia, la Ferrari si rifiuta di passare alla guida autonoma, al fine di preservare le straordinarie

⁶ Cfr. a tal riguardo studi empirici sul panorama internazionale in <https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/108384>

⁷ <https://aci.gov.it/onda-verde/n-55-settembre-ottobre-2024/>

emozioni date dalle prestazioni vissute al volante dei suoi veicoli, da sempre simbolo di brio e libertà⁸.

Analizzate le potenzialità e alcune criticità della guida automatica, passiamo al quadro normativo ed attuativo in Italia.

Nel 2018 il Ministero Infrastrutture e Trasporti ha emanato il decreto cosiddetto *Smart Road*⁹, che dispone l'ammodernamento e l'adeguamento tecnologico di tutta la rete stradale attraverso la digitalizzazione delle infrastrutture stradali, anche a supporto di veicoli connessi e con più avanzati livelli di assistenza automatica alla guida. Va evidenziato che l'allineamento fattivo di quanto normato necessita ancora di tempo per concretizzarsi ed espandersi. Più avanti sarà riportato un caso.

Oltre all'indispensabile sistemazione computazionale delle infrastrutture, tuttavia, la normativa dovrà aggiornarsi su molte questioni aperte relative alla guida automatica, con nuovi diritti specifici: su tutte, come già evidenziato, le responsabilità civile e penale in caso di trasgressione delle norme di circolazione. Attualmente, il Codice della Strada non è stato ancora rivisto sulla peculiarità della materia, pertanto il punto di riferimento sono le norme primarie, tra cui l'art. 2054 del Codice Civile che chiama in causa il conducente umano e il proprietario del veicolo in caso di sinistri stradali. Tuttavia, la giurisprudenza dovrà occuparsi, altresì, delle questioni assicurative, dei rischi di "hackeraggio" e di *privacy*. Quest'ultima, già regolata in ambito europeo dal GDPR 2016, rappresenta un vero dilemma, data la condivisione e connessione continue e costanti di dati individuali da tutelare, usati dagli algoritmi su strada.

2. Qualche recente esempio applicativo dell'IA su strada

Nell'agosto del 2010 la *National Expressway*, la strada che in Cina collega Pechino, a nord del Paese, con Hong Kong e Macao, a sud, era diventata famosa per un ingorgo stradale con una coda di circa 100 chilometri per nove giorni. Si tratta di un tratto di 158 chilometri che è stato interessato di recente da importanti lavori di manutenzione: è stato completamente riasfaltato con l'ausilio di droni e macchine robot senza l'intervento di operai, ma solo con la supervisione umana durante le attività e le fasi lavorative. Il lavoro sulla *Expressway* è stato realizzato con un "pavimentatore automatico a guida autonoma" largo 20 metri, che è stato puntato già da molti investitori stranieri

⁸ https://www.repubblica.it/tecnologia/2022/06/19/news/niente_guida_autonoma_siamo_la_ferrari-354310675/

⁹ Vd. D.M. del 28.02.2018 in G.U. Serie Generale n. 90 del 18.04.2018.

del settore ingegneristico. Infatti, il macchinario è stato in grado di stendere un unico nastro di asfalto per tutta la sua larghezza, migliorando la levigatezza e l'integrità strutturale della strada. Sul tratto autostradale sono stati attivati sei rulli compressori, da 13 tonnellate e sempre senza conducente, per stirare l'asfalto appena posato e tre rulli da 30 tonnellate l'uno. Il loro movimento seguiva uno schema preimpostato dagli algoritmi dell'IA e da una rete di rilevazioni satellitari per misurare con la tolleranza di un centimetro lo spessore dell'asfalto, evitando così di avere angoli di catrame poco compressi e garantendo la qualità e l'uniformità del manto stradale. Inoltre, nello stesso tempo alcuni droni, con lenti ottiche e sensori ad altissima definizione, hanno controllato la presenza di cartellonistica e di tratti più o meno ammalorati, che necessitavano di manutenzione e nuovo asfalto. Questa attività dell'IA ha ridotto notevolmente gli infortuni sul lavoro, in quanto tutte le macchine erano dotate dei cosiddetti "cancelli digitali", ossia sensori che le facevano spegnere in caso di ostacolo, umano e non, che si frapponeva sulla loro strada e nei loro radar a meno di un metro. Tale processo ha coinvolto un *team*, dai 5 ai 20 lavoratori, che hanno sorvegliato da remoto il regolare svolgimento dei lavori, quindi con una forte riduzione del fabbisogno di manodopera. Inevitabile qui domandarsi chi perde lavoro in questi settori come e dove sarà re-impiegato¹⁰.

Passiamo ad un caso italiano. L'Anas sta sperimentando un sistema di *Smart Road* in uno dei tratti autostradali più difficili, la A2 – Autostrada del Mediterraneo, dove ha completato la "*Green Island*" nell'area di parcheggio Contessa Soprana tra gli svincoli di Montalto e Torano, in provincia di Cosenza. Allo stato attuale, sono stati completati gli interventi su circa 140 chilometri lungo i tratti autostradali tra Campania, Basilicata e Calabria, con l'installazione già di 800 postazioni polifunzionali, dotate di telecamere, sistema di IA e sensori che inviano 24 ore su 24 dati alla sala di controllo, collegati tra loro da fibra ottica. Sono in corso i lavori di realizzazione di ulteriori 94,5 chilometri. Il progetto permette ai veicoli in transito di ricevere in tempo reale le informazioni di servizio e/o sicurezza, riguardanti gli incidenti, le code, i rallentamenti, i cantieri, che ad ora sono veicolate tramite media, Isoradio CCISS e pannelli a messaggio variabile¹¹.

¹⁰<https://www.lestradedellinformazione.it/rubriche/le-strade-della-tecnica/lintelligenza-artificiale-utilizzata-lavori-stradali-cina>

¹¹ <https://www.stradeanas.it/it/a2-“autostrada-del-mediterraneo”-completata-la-green-island-della-smart-road-montalto-uffugo>

Conclusioni

La guida automatica si sta realizzando, amplificando i possibili vantaggi, ma anche la complessità sociale e le complicazioni gestionali, etiche e finanziarie ad essa correlate. Le *performance* delle automobili automatiche saranno sempre più simili a quelle umane, incluse in futuro le loro abilità e facoltà, previsionali e sensitive. Per questo, si pone il problema della centralità dell'umano (Bertolaso, 2023), del suo controllo sulla tecnica, e non il contrario, all'interno di un disegno più ampio, dove le interazioni e le relazioni saranno sempre più artificiali. Eticisti, ingegneri, giuristi, sociologi devono collaborare per la formulazione di una nuova etica nella, della e per la gestione algoritmica che, rifacendosi ai fondamenti classici, contemperi l'agire umano e artificiale in una coesistenza che necessita di nuovi equilibri, usi e costumi, al di là della regolamentazione, de-regolamentazione, e dei codici deontologici. La nuova etica dovrebbe fondarsi sui principi di trasparenza, di leale concorrenza e di redistribuzione, e mirare alla chiara declinazione di responsabilità (e di conseguenze) nei produttori e consumatori per dirimere inevitabili disorientamenti.

Questo con particolare riguardo alla guida autonoma, che sarà sempre più dialogante e interdipendente tra umano e non umano, connessa ed elettrificata, il che impone di preoccuparsi anche di aspetti ecologici: del consumo energetico, di acqua necessaria per il raffreddamento dei sistemi, di dismissione di tutti i mezzi prodotti finora in circolazione o fermi. Peraltro valutare se è davvero necessaria una sostituzione di tutto ed a tutti i costi e per quali finalità. L'umano è responsabile delle azioni sull'ambiente, sin troppo sfruttato e vessato.

Occorrono educazione, formazione, e partecipazione attiva da parte dei cittadini per il corretto funzionamento automobilistico ed infrastrutturale tramite l'IA (Bergonzini, 2024), al fine di condividere la stessa strada, e magari con mezzi ben diversi.

Riferimenti bibliografici

Bergonzini G. (2024). Sicurezza della città, tecnologie digitali e intelligenza artificiale: tra regole europee, garanzie costituzionali e autonomia locale. *Federalismi.it – Rivista di diritto pubblico italiano, comparato, europeo*, 25: 1-43.

Bertolaso M. (2023). *Umanesimo tecnologico. Una riflessione filosofica sull'intelligenza artificiale*. Roma: Carocci

Calabresi G., Al Mureden E. (2021). *Driverless cars: intelligenza artificiale e futuro della mobilità*. Bologna: Il mulino.

Castells M. (2003). *La città delle reti*. A cura di M. Panarari, C. Rizzo. Milano: Reset.

Antonella Tennenini

- Scagliarini S. (2019). *Smart roads e driverless cars: tra diritto, tecnologie, etica pubblica*. Torino: Giappichelli.
- Wadhwa V. (2017). *Il pilota nell'auto senza pilota: come non perdere il controllo delle nostre vite nell'era dell'intelligenza artificiale*. Milano: LSWR.

Sitografia (Ultima consultazione siti: 24.02.2025)

- <https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/108384>
- <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2023.1279271/full>. DOI: 10.3389/fpsyg.2023.1279271
- <https://www.istat.it/wp-content/uploads/2024/07/infografica-incidenti-stradali-2024.pdf>
- <https://www.ilsole24ore.com/art/istat-2024-aumentano-vittime-strada-4percento-auto-record-italia-694-ogni-mille-abitanti-ue-sono-571-AGWF2GgB>
- <https://www.lestradedellinformazione.it/rubriche/le-strade-della-tecnica/guida-autonoma-sviluppo-forte-ritardo>
- https://www.repubblica.it/italia/2024/10/08/news/premio_nobel_fisica_2024_john_hopfield_geoffrey_hinton-423542854/?ref=RHLF-BG-P6-S1-T1
- <https://aci.gov.it/onda-verde/n-55-settembre-ottobre-2024/>
- https://www.repubblica.it/tecnologia/2022/06/19/news/niente_guida_autonoma_siamo_la_ferrari-354310675/
- <https://www.lestradedellinformazione.it/rubriche/le-strade-della-tecnica/lintelligenza-artificiale-utilizzata-lavori-stradali-cina>
- <https://www.stradeanas.it/it/a2-“autostrada-del-mediterraneo”-completata-la-green-island-della-smart-road-montalto-uffugo>