

Le auto a guida autonoma – vantaggi, difficoltà e opportunità future

Collegio Superiore – Anno Accademico 2017/2018

Tommaso Fadda – II anno Ingegneria Aerospaziale

La nascita delle auto a guida autonoma

Un veicolo a guida autonoma è una vettura in grado di svolgere alcune o tutte le attività tipiche della guida di un veicolo autonomamente, senza bisogno dell'intervento umano; per veicolo a guida autonoma si intende quindi solitamente un veicolo in grado, una volta che gli sia stata assegnata una destinazione, di raggiungere lo scopo, ovvero arrivare a destinazione, guidando senza alcun intervento esterno, ovvero muovendosi autonomamente all'interno del traffico rispettando le regole della strada e la sicurezza di tutti gli individui che vengono in qualche modo a trovarsi nello stesso ambiente nel quale si muove il veicolo e quindi a poter subire danni a causa della presenza del veicolo.

Il concetto di auto a guida autonoma nasce già nel 1920, ma ovviamente all'epoca non si disponeva delle tecnologie necessarie ad implementare un sistema autonomo di tale complessità, soprattutto per l'assenza di tutte le tecnologie informatiche oggi utilizzate. A partire dagli anni 50 acquisisce un interesse sempre maggiore la ricerca nell'ambito dei veicoli senza conducenti, che porta alla realizzazione della prima vettura a guida autonoma nel 1980 da parte dell'Università di Carnegie Mellon.

Negli ultimi anni quasi tutti i principali colossi del mondo automotive si sono mossi per la realizzazione di veicoli a guida autonoma, la cui messa in strada è prevista nel prossimo decennio. Oltre ai principali produttori di autovetture, come BMW, FCA e General Motors, anche altri enti privati molto attivi nello sviluppo dell'intelligenza artificiale e dei servizi informatici, come Google Inc. e Uber, si sono impegnati con grandi investimenti nella produzione di auto a guida autonoma.

Lo standard J3016

Definire il concetto di auto a guida autonoma e il livello di autonomia posseduto da un simile veicolo appare difficile a causa della complessità del sistema costituito dal veicolo e delle attività legate alla guida, sono stati dunque emessi degli standard per la valutazione del livello di autonomia posseduto da un veicolo. La classificazione principale per le auto a guida autonoma è quella dettata dallo standard J3016, emesso dalla SAE International nel 2014.

La SAE si prefigge come obiettivo di definire delle linee guida comuni circa le terminologie da utilizzare per i veicoli a guida autonoma, e in particolare fornisce un'analisi qualitativa dei vari gradi di autonomia che possono contraddistinguere un veicolo a guida autonoma.

In particolare, vengono definiti sei livelli, da 0 a 5, che definiscono il livello di autonomia. I primi tre livelli rappresentano le auto a guida assistita, in cui è il guidatore a doversi preoccupare delle attività principali e più complesse legate alla guida, in particolare del mantenimento del percorso per giungere a destinazione e della reazione a situazioni di pericolo complesse. Gli ultimi tre livelli invece rappresentano i veicoli autonomi, in cui è il sistema del veicolo a preoccuparsi in maniera quasi completa dell'interazione con l'ambiente esterno e del raggiungimento della destinazione, e quindi della guida.

I sei livelli definiti dalla SAE sono:

Livello 0 - Nessuna autonomia. Il guidatore si deve occupare di ogni aspetto della guida, senza alcun tipo di supporto elettronico.

Livello 1 - Assistenza alla guida. Il guidatore si deve occupare di ogni aspetto della guida, ma è supportato a livello informativo (sotto forma di alert visivi o acustici) da sistemi elettronici che possono indicare la presenza di situazioni di pericolo o di condizioni avverse. A questo livello

l'automobile si limita ad analizzare e rappresentare le situazioni, ma il guidatore ha la totale e piena responsabilità della conduzione.

Livello 2 - Automazione parziale. Il guidatore si occupa della guida, ma vi è una prima integrazione di guida. A questo livello l'automobile interviene su accelerazione e frenata attraverso sistemi di sicurezza, come per esempio la frenata assistita, la frenata di emergenza anticollisione. La direzione e controllo traffico restano sotto il controllo esclusivo del guidatore.

Livello 3 - Automazione condizionata. L'automobile è in grado di gestire la guida in condizioni ambientali ordinarie, gestendo accelerazione, frenata e direzione, mentre il guidatore interviene in situazioni problematiche in caso di richiesta del sistema o se lui stesso verifichi condizioni avverse.

Livello 4 - Alta automazione. Il sistema automatico è in grado di gestire qualsiasi evenienza, ma non deve essere attivato in condizioni estreme di guida come in caso di maltempo.

Livello 5 - Completa automazione. Il sistema di guida automatica è in grado di gestire tutte le situazioni gestibili da un umano, quindi non c'è bisogno di alcun intervento da parte nostra.

Interfaccia con l'ambiente esterno

Tutti i sistemi autonomi si basano sull'interfacciamento che il sistema deve avere con l'ambiente esterno, dal quale in questo caso non può in alcun modo isolarsi; sono anzi necessari molti sensori per poter misurare tutti i parametri necessari alla guida autonoma. È infatti presupposto di qualsiasi sistema autonomo la necessità di interfacciarsi con l'ambiente all'interno del quale il sistema è posto, in quanto le decisioni prese dal controllore al fine di raggiungere un determinato obiettivo sono sempre fortemente correlate sia allo stato del sistema sia alle condizioni esterne con le quali il sistema deve interagire e rispetto alle quali deve reagire.

I veicoli dunque, devono essere accessoriati con molti sensori, utili a rilevare tutte le condizioni e le variabili dell'ambiente esterno, sulla base delle quali vengono costruiti dei modelli virtuali sulla base dei quali valutare quali azioni far compiere al veicolo o, nel caso della guida assistita, quali indicazioni dare al conducente.

Un caso banale che può essere esposto al riguardo è rappresentato dalla centralina elettronica che gestisce il comportamento del motore di quasi tutti i veicoli moderni. Essa infatti riceve informazioni da molti sensori per decidere ad esempio come comporre la miscela in entrata al motore o se ridurre l'anticipo di accensione al fine di evitare la detonazione. Per fare questo si usano due sensori: la sonda lambda misura la composizione dei gas di scarico per valutare se la combustione è troppo magra o troppo grassa, mentre un sensore di vibrazioni misura lo spettro delle frequenze delle vibrazioni prodotte dalla combustione e trasmesse al corpo del blocco motore per valutare se sono presenti componenti ad elevate frequenze.

Nell'ambito della auto a guida autonoma si può identificare una serie di sensori comuni a tutti i veicoli, in particolare il LIDAR e la visione artificiale, che vengono utilizzati per ricreare un modello artificiale dell'ambiente attorno al veicolo. Come detto, infatti, risulta fondamentale per un sistema autonomo la capacità di effettuare rilevazioni sull'ambiente esterno per ricreare lo spazio all'interno del quale si deve muovere il veicolo e allo stesso tempo identificare eventuali pericoli o criticità rispetto alle quali il veicolo deve attuare delle correzioni nel proprio comportamento.

Sistema di controllo e intelligenza artificiale nei veicoli autonomi

Il veicolo deve essere quindi in grado di prendere delle decisioni attraverso un controllore dotato di un'intelligenza artificiale, il quale sia in grado di leggere le situazioni e inoltre di imparare, dovendo trovarsi ad affrontare situazioni e dinamiche nuove o che comunque non si compiono sempre allo stesso modo: ad esempio l'attraversamento improvviso della sede stradale da parte di un pedone, che però deve portare a reazioni differenti da parte del veicolo in base alla situazione, ad esempio nel caso vi sia traffico nella corsia opposta, o un precipizio a lato della strada, o il fondo scivoloso etc.

Occorre quindi un cervello associato al veicolo, il quale svolge un duplice ruolo: innanzitutto deve acquisire le informazioni dalle periferiche ricostruendo dei modelli e identificando eventuali pericoli o situazioni rispetto alle quali agire, e poi deve identificare delle azioni correttive rielaborando le informazioni acquisite anche in funzione del proprio stato interno (ad esempio stato di moto del veicolo, velocità, posizione dello sterzo). A quel punto il correttore invia dei segnali agli attuatori del veicolo per portare a compimento le azioni desiderate. La valutazione della situazione esterna e quindi delle azioni deve essere effettuata continuazione attraverso un meccanismo di feedback attuato tramite i sensori.

Il controllore è quindi composto da un hardware al quale sono collegate tutte le periferiche, e da un software che è in grado di elaborare tutti i segnali ricevuti e di creare i modelli e le risposte necessarie.

Il sistema complessivo costituito da veicolo e controllore prende in generale nel campo dei sistemi autonomi il nome di agente intelligente, ovvero un'entità in grado di percepire l'ambiente esterno tramite sensori e di eseguire azioni tramite degli attuatori in maniera reagendo autonomamente alle variazioni dell'ambiente esterno che vengono misurate attraverso i sensori. L'agente è costituito dal software e dall'architettura, ovvero l'hardware. Esistono vari tipi di agenti, ad esempio gli agenti BDI (che lavorano ad obiettivo); nel campo della guida autonoma servono agenti molto avanzati, in grado di apprendere grazie all'utilizzo di reti neurali profonde, e quindi di imparare e migliorarsi sempre, in quanto è impossibile insegnare ad un sistema tutte le possibili situazioni che si possono verificare, ma occorre piuttosto che questo sia in grado di trovare un nesso con eventi già affrontati e di estrapolare un comportamento adatto alla nuova situazione.

Questi agenti intelligenti devono essere in grado pertanto di imparare interagendo con l'ambiente esterno e di adattarsi in tempo reale alle nuove situazioni. Inoltre, vista la complessità e il numero delle variabili e dei parametri da valutare per ogni evento, devono essere in grado di elaborare e modellare rapidamente un'enorme mole di dati: una caratteristica fondamentale perché gli agenti possano apprendere è la presenza di una memoria di immagazzinamento nella quale andare a registrare le nuove capacità acquisite; occorre inoltre che questi agenti siano in grado di analizzare e valutare i risultati del proprio comportamento, ovvero di riconoscere eventuali successi o fallimenti per imparare da essi.

Infine, il controllore deve essere capace di ricostruire l'ambiente esterno modellizzandone in particolare le caratteristiche necessarie a muovere in sicurezza il veicolo per portarlo a destinazione. Le moderne macchine utilizzano una tecnologia chiamata Bayesian Simultaneous Localization e un algoritmo che fonde i dati forniti dai sensori con una complessa mappa 3D offline, ricreando un luogo approssimato e aggiornando di volta in volta la mappa stessa. Questa tecnologia viene comunemente chiamata SLAM (Simultaneous Localization And Mapping); si tratta di un algoritmo molto complesso che utilizza spesso come soluzione approssimata un filtro di Kalman esteso. Grazie ai sensori ed in particolare alle fotocamere 3D, il cervello del sistema è in grado di ricostruire attentamente l'ambiente circostante al veicolo misurando anche le distanze di tutti gli oggetti; quindi grazie al complesso algoritmo SLAM, il controllore è in grado di riconoscere all'interno della mappa 3D l'ambiente circostante il veicolo e quindi di localizzare il veicolo.

Coordinamento tra veicoli a guida autonoma

Questa tecnologia è stata migliorata e integrata nei veicoli più recenti in modo da poter correlare i dati anche con quelli provenienti da altri veicoli, consentendo una forma di coordinamento tra i vari veicoli da essa equipaggiati. Proprio la coordinazione risulta infatti un aspetto cruciale nell'ambito dei sistemi autonomi: esistono molti modelli di coordinazione per i sistemi autonomi, alcuni ispirati alla natura e altri invece costruiti ad hoc per applicazioni di intelligenza artificiale.

Per coordinazione nell'ambito dei sistemi autonomi, si intende la gestione e regolazione dello spazio di interazione dei sistemi, i quali, come già accennato, si trovano ad agire all'interno dello stesso ambiente. Risulta quindi indispensabile che tra i vari veicoli autonomi, intesi come agenti intelligenti, vi sia un modello di coordinamento, basato su delle leggi di coordinazione e realizzato grazie ad una vasta serie di tecnologie e sensori in grado di valutare e comunicare lo stato di tutti i sistemi che devono essere

coordinati. Nell'ambito dei veicoli autonomi si usano spesso sistemi ispirati alla natura, ed in particolare un modello di coordinazione molto usato è quello ACO (Ant Colony Colonization), che si basa sulla modellizzazione delle strategie utilizzate dalle formiche per raggiungere il cibo dal formicaio compiendo il cammino più breve possibile.

Attualmente i veicoli per i test su strada vengono utilizzati singolarmente, e dunque non si è ancora sperimentato il coordinamento di più unità autonome su strada. Tuttavia si stanno studiando e simulando molti sistemi per il coordinamento dei veicoli lavorando su due fronti differenti: un primo aspetto è quello legato al vantaggio in termini di scorrimento del traffico e sicurezza che si potrebbe ottenere grazie al coordinamento dei vari veicoli autonomi presenti su una strada se questi interagissero tra di loro, d'altronde si potrebbe ottenere anche di più, infatti si potrebbero ottenere risultati anche migliori predisponendo delle strade progettate appositamente per la guida autonoma, nelle quali circolino solamente veicoli autonomi, in modo che essi possano tutti comunicare tra di loro ma anche con un server centrale associato alla strada. In questo modo sarebbe possibile rendere molto più efficiente la circolazione, analogamente a quanto avviene ad esempio nel trasporto ferroviario, o nelle aziende con catena di montaggio e magazzino automatizzati, nei quali i movimenti dei veicoli autonomi che trasportano le varie parti dal magazzino alla catena di montaggio sono tutti coordinati per ottimizzare le tempistiche e minimizzare i percorsi di tutti i muletti evitando collisioni. Per ottenere simili risultati vengono utilizzati modelli real time, in grado di aggiornarsi continuamente usando la programmazione dinamica. Inoltre, i sistemi di coordinamento spesso si basano sul modello di coordinamento tuple-based.

Problemi etici della guida autonoma

Pur rappresentando un grande passo avanti per l'ottimizzazione della viabilità, l'idea di costruire strade attrezzate alla circolazione di veicoli totalmente autonomi e più in generale l'idea stessa di avere veicoli totalmente autonomi porta con sé alcune difficoltà piuttosto complesse da risolvere: prima di tutto, in una strada in cui tutti i veicoli comunicano tra di loro e si coordinano, non è accettabile che un essere umano riprenda il controllo del proprio veicolo, in quanto si limiterebbe a creare dei problemi, e quindi sarebbe necessario progettare delle macchine nelle quali il conducente non ha la possibilità di riprendere il controllo liberamente. D'altra parte, la possibilità di creare auto totalmente autonome, nelle quali il conducente non debba in alcun modo preoccuparsi della guida, ovvero veicoli con un grado di autonomia corrispondente al livello 5 dello standard J3016, rappresenta uno degli obiettivi più avvincenti e interessanti che spingono la ricerca nel campo delle auto autonome. Allo stesso modo la possibilità di rimuovere da un'automobile sistemi come il volante e la pedaliera, porterebbe ad una grande riduzione dell'ingombro interno, permettendo ai passeggeri di viaggiare più comodi e consentendo un alleggerimento del veicolo con conseguente riduzione delle emissioni.

Tuttavia, una simile eventualità pone problemi innanzitutto pratici ma anche etici. Se infatti l'impossibilità di riprendere il controllo potrebbe portare a situazioni molto pericolose nell'eventualità che si abbia un qualsivoglia malfunzionamento del sistema, l'impossibilità per il passeggero di avere in qualunque misura una forma di controllo sul veicolo pone problemi etici molto maggiori. In caso di malfunzionamento o di un incidente di chi sarebbe infatti la responsabilità? Essendo totalmente autonomi questi veicoli potrebbero essere considerati come vere e proprie entità pensanti in grado di prendere decisioni autonomamente, tuttavia non sarebbe facile determinare la responsabilità per eventuali incidenti, che certamente non può essere assegnata al veicolo, che pur essendo totalmente autonomo rappresenta un concetto di autonomia ancora piuttosto limitato, essendo esso totalmente dipendente da un programmatore che gli assegna l'obiettivo finale da conseguire. Ma allo stesso modo non si può pensare di assegnare la totale responsabilità ad un eventuale passeggero non in grado in alcun modo di interferire con le decisioni del veicolo. Si pone quindi un grande problema etico nel quale resta come unica possibilità quella di assegnare una parte o l'intera responsabilità all'azienda che ha fornito il veicolo all'utente finale, la quale però si ritroverebbe ad essere sottoposta ad una colpevolezza quasi oggettiva in caso di incidente, perché non potrebbe mai escludere che la situazione capitata al veicolo non sarebbe stata evitabile se prevista dal programmatore.

Quello della responsabilità non è l'unico problema che si pone nel caso dei veicoli autonomi riguardante l'etica. Infatti, un altro problema riguarda quale decisione dovrebbe prendere il controllore nel caso di pericolo di incidente mortale, ad esempio nel caso in cui la scelta sia tra investire una persona o uscire di strada. La scelta giusta sarebbe probabilmente quella di preferire l'incolumità di pedoni o altri conducenti, tuttavia questo non sarebbe certamente accettato da chi acquista il veicolo, soprattutto nel caso di un veicolo sul cui funzionamento non si ha alcuna possibilità di intervenire.

Quindi il fatto di avere un veicolo totalmente autonomo racchiude in sé il problema fondamentale della distinzione tra la capacità di prendere decisioni di un'intelligenza artificiale opposta al suo non costituire una persona giuridica, un essere sottoposto alla legge. Questo è un problema intrinseco nei sistemi computazionali autonomi, che prendono molte decisioni sulla base di algoritmi, ma anche attraverso un processo di auto apprendimento che, dipendendo dall'interazione con l'ambiente esterno, non sarà mai totalmente prevedibile: dunque non il comportamento di un veicolo non sarà mai totalmente dipendente da come esso è stato programmato dal progettista del sistema.

Limitazioni del modello di apprendimento per le auto a guida autonoma

L'aspetto dell'auto apprendimento pone anche un'altra questione circa il modo in cui avviene l'apprendimento dei veicoli a guida autonoma. Essi infatti apprendono principalmente attraverso dei test su strada nel quale imparano dalla reazione dei conducenti a varie situazioni di pericolo. Tuttavia, questo rappresenta un grande limite in sé alle capacità del veicolo e inoltre al fatto stesso che il veicolo possa essere considerato autonomo in un senso più ampio. Infatti il veicolo pur guidando autonomamente, si trova a prendere decisioni sulla base delle indicazioni che gli sono state fornite dal programmatore, e quindi utilizzerebbe parametri umani per reagire e gestire situazioni critiche, ad esempio avendo tempi di reazione tipici degli esseri umani, pur avendo la capacità di reagire in maniera molto più rapida, o ancora rispondendo solo agli eventi che si realizzano nel raggio d'azione dei fanali del veicolo, pure essendo in grado grazie ai propri sensori di una visione molto più ampia. Quindi si pone sia un problema etico - un'eventuale azienda che non avesse sfruttato a pieno le capacità del veicolo potrebbe essere incolpata di un eventuale incidente - sia un problema concettuale sull'effettiva possibilità di una totale autonomia da parte di un veicolo.

Volendo soffermarci ulteriormente su questo punto proviamo a riprendere il concetto generale di autonomia per valutare se effettivamente questi veicoli possono essere considerati autonomi e nel caso con quale grado di autonomia.

L'autonomia è sempre stata interessante per l'uomo fin dalla nascita della tecnica. L'uomo ha sempre cercato di raggiungere nuove frontiere e oggi la domanda è fin dove possono arrivare i sistemi autonomi. Lo scopo dei sistemi autonomi nella società di oggi è quello di sostituire i lavori che non sono gratificanti per l'uomo, e qui si pone una prima domanda, davvero la guida di un'automobile può essere considerata un'attività non gratificante? In tal senso si può vedere una contraddizione se si pensa al vastissimo mondo del motorsport.

Livello di autonomia dei veicoli a guida autonoma

La nostra idea di autonomia deriva dal modo in cui noi vediamo un sistema autonomo, infatti per molto tempo nell'immaginario collettivo le intelligenze artificiali sono state viste con sembianze umane, e spesso limitiamo i sistemi autonomi alla sostituzione delle attività umane, senza riuscire davvero a valutare quali nuove attività, impossibili agli esseri umani, questi sistemi sarebbero in grado di svolgere. In tal senso, siamo molto lontani dai concetti più totali di autonomia, in primo luogo dal concetto di autopoiesi che caratterizza gli esseri viventi ma anche da un'autonomia funzionale tipica dei sistemi complessi. Infatti, il passaggio da sistemi semplici a complessi si caratterizza grazie ad una graduale separazione dall'ambiente e una conseguente robustezza rispetto alla variazione delle condizioni ambientali: un'automobile è estremamente dipendente dalle condizioni ambientali e dalle decisioni del programmatore che imposta

un certo comportamento, quindi per quanto risultino sistemi molto complessi da realizzare, i veicoli a guida autonoma costituiscono un sistema piuttosto semplice se riferito al concetto generale di autonomia. Pur non essendoci bisogno di un controllore esterno quindi, il sistema ha comunque bisogno di un decisore che imponga un certo comportamento e inoltre presenta tutta una serie di dipendenze dall'ambiente esterno, che possono impedirne il raggiungimento dello scopo, a partire semplicemente dalla manutenzione e dal rifornimento del carburante.

Inoltre, come già accennato l'autonomia dei veicoli è ridotta in quanto la conoscenza sulla base della quale il veicolo prende le proprie decisioni deriva dalle esperienze degli esseri umani che hanno programmato la macchina, e quindi risponde a parametri e criteri che non si possono definire totalmente come propri del sistema.

Un altro limite riguardante l'autonomia dell'automobile è quello rappresentato dagli agenti intelligenti: il controllore è infatti programmato con un linguaggio di programmazione ad oggetti, che quindi non racchiude in sé l'invocazione, dunque si cerca di realizzare un sistema autonomo, utilizzando però un linguaggio che possiede un ridotto livello di autonomia, e dunque per l'attivazione del sistema si fa riferimento a sensori esterni; il sistema per attivarsi e agire deve necessariamente ricevere un input dall'ambiente, ma non solo: nel caso delle auto a guida autonoma difficilmente si può asserire al concetto di emergenza, tipico dei sistemi autonomi complessi. Infatti, dall'attività del singolo veicolo non emergerà un comportamento complesso e una riorganizzazione del comportamento differente da quello programmato, il veicolo risponderà ad una gamma molto ampia di stimoli differenti ma solamente secondo i modi programmati, mentre la riorganizzazione autonoma del comportamento dei veicoli secondo un pattern da loro ricavato non sarà possibile.

Volendo fare un esempio, un veicolo a guida autonoma cercherà sempre di restare nella propria corsia di marcia o di rispettare il limite di velocità impostato, o ancora di non uscire mai di strada e riprendere sempre il percorso programmato. Questo perché farà sempre riferimento al codice della strada, del quale deve rispettare le regole in ogni caso. Quindi se anche il veicolo valuterà il modo migliore per evitare un incidente e potrà imparare a reagire in questa situazione in maniere nuove, nel suo comportamento abituale si comporterà sempre esattamente seguendo quelle regole e canoni che gli sono stati insegnati.

Da tutte questi aspetti deriva che le auto a guida autonoma presentano in realtà un livello ridotto di autonomia rispetto ad una definizione di più ampio respiro del concetto di autonomia; sono anzi più simili ad un sistema goal-oriented, ovvero cercano di raggiungere uno scopo comportandosi in maniera molto robusta rispetto alle variazioni dell'ambiente esterno.

Autonomia del sistema strada-veicoli

Un ambito che invece potrebbe portare questi sistemi a rientrare in un concetto di autonomia più generale è quello già citato del coordinamento tra i vari veicoli. In modo particolare, nel coordinamento tra più veicoli e soprattutto se questi vengono inseriti dentro una strada orientata e riservata esclusivamente alla guida autonoma, sarà possibile consentire ai veicoli di evolvere dei comportamenti propri e non prevedibili, in quanto i comportamenti non sarebbero propri del singolo veicolo ma di tutti i veicoli che coordinandosi potrebbero comportarsi in maniera differente da come normalmente accade nella guida di un veicolo, pur non creando problemi perché questi pattern di comportamento sarebbero comunque coordinati tra tutti i veicoli. Si potrebbero così eludere le abituali regole della strada, che costituiscono da un lato una convenzione che tutti i conducenti devono rispettare per poter prevedere anche i comportamenti degli altri conducenti, e dall'altro un modo sicuro per evitare o limitare i pericoli indicando manovre o comportamenti che però rispettano le capacità psico-fisiche di un essere umano, sicuramente molto differenti da quelle di un robot. In tal senso non ha più senso parlare dell'autonomia del singolo veicolo, ma del super-organismo costituito dalla strada attraversata da tutti i veicoli: anche senza un coordinamento superiore a tutti i veicoli, si potrebbe lasciare maggiore libertà di autoapprendimento ai veicoli e quindi osservare l'emergenza di un pattern di comportamento collettivo del super-organismo, allo stesso modo in cui ciò avviene negli insetti sociali, ad esempio in un formicaio.

Il livello di autonomia così raggiunto dal sistema collettivo sarebbe sicuramente superiore, in quanto esso soddisferebbe anche il vincolo dell'autoorganizzazione interna di un comportamento proprio.

Quindi le auto a guida autonoma rappresentano un sistema piuttosto semplice per quanto riguarda l'autonomia, mentre si potrebbe raggiungere un livello superiore di autonomia, per quanto sia difficile definire un livello in tal senso, andando a sfruttare la possibilità di implementare strade o tratte attraversate unicamente da veicoli autonomi. Tuttavia, questa possibilità sarebbe forse implementabile meglio andando a variare il modo in cui utilizziamo i veicoli.

Se infatti come già accennato una strada attrezzata totalmente per la guida autonoma, in cui i veicoli si coordinano, potrebbe esistere solamente se utilizzata da veicoli totalmente autonomi, nei quali il conducente non possa prendere il controllo del veicolo portando all'interno del sistema comportamenti non previsti e non prevedibili, allora sarebbe anche difficile affidare la responsabilità di eventuali incidenti ai passeggeri dei veicoli, che appunto non rivestirebbero più il ruolo di conducenti ma solo di passeggeri; in questo caso però forse non avrebbe più alcun senso possedere un veicolo proprio, ma piuttosto il veicolo potrebbe restare di proprietà dell'azienda produttrice o di un eventuale lessor, quindi si tratterebbe di fare un contratto di leasing per l'utilizzo del veicolo, sul quale però sarebbe una parte giuridica diversa dall'utilizzatore a prendersi la responsabilità civile e penale per eventuali sinistri. O addirittura, se tutti i veicoli appartenessero ad una stessa azienda, si tratterebbe piuttosto di un servizio di trasporto pubblico, utilizzabile da chiunque, in maniera analoga a quanto avviene con le ferrovie, che infatti raggiungono un livello molto alto di automatizzazione nella gestione dei percorsi e del traffico.

Problemi sociali legati alla guida autonoma

Dunque, la guida autonoma potrebbe orientarsi nella direzione di un'eliminazione sia dell'attività di guida, sia del nostro modo di usufruire di un'automobile, per lo meno all'interno dei centri urbani dove è meno utopistica l'idea di poter progettare delle strade esclusive per la guida autonoma, consentendo di avere comunque la "propria" automobile presso la propria abitazione.

In ogni caso, sebbene potrebbe essere possibile in futuro eliminare la guida come attività compiuta dagli esseri umani si pone il problema se questo sia davvero uno scenario appetibile, considerando molte attività umane in cui guidare un veicolo non rappresenta solamente un'attività noiosa. In particolare, si può pensare al mondo del motorsport, in cui le gare non saranno certo ritenute altrettanto interessanti se affidate a dei robot, in quanto in tutti gli sport lo spettacolo è dettato dall'esaltazione degli atleti migliori, e quindi il ruolo dell'essere umano nella guida del veicolo è fondamentale per lo spettacolo. Ma soprattutto bisogna ricordare che l'attività di guida rappresenta un'occupazione per molte persone nel mondo, sono infatti milioni gli autisti di camion o di veicoli con conducente, che perderebbero il lavoro per colpa della guida autonoma, sarebbe quindi necessario attuare politiche preventive per la creazione sostitutiva di posti di lavoro in altre attività, andando ad alimentare ancora una volta il grande compromesso che vi è tra l'avanzata della tecnologia e la politica che deve salvaguardare la vita e la dignità, anche lavorativa, delle persone. Si può quindi rilevare un conflitto tra il desiderio dell'uomo di un costante avanzamento tecnologico e di esplorare frontiere sempre nuove, in particolare nell'ambito molto attuale dei sistemi autonomi, e le necessità reali della società, che passano sempre dalla possibilità di avere un lavoro, non solo a per una questione economica ma anche per quella dignità data dal poter costruire qualcosa e avere un ruolo nella società.

Link e bibliografia

https://it.wikipedia.org/wiki/Autovettura_autonoma

<https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/self-driving-car-technology-when-will-the-robots-hit-the-road>

<http://www.eweek.com/innovation/induct-now-selling-navia-first-self-driving-commercial-vehicle>

https://www.morganstanley.com/im/publication/insights/investment-insights/ii_edge_autonomousvehicles_it.pdf

https://it.wikipedia.org/wiki/Modello_BDI

<https://www.eroicafenice.com/fun-tech/veicoli-guida-autonoma-etica/>

Matthew Flint, Marios Polycarpou, Emmanuel Fernández-Gaucherand, COOPERATIVE PATH-PLANNING FOR AUTONOMOUS VEHICLES USING DYNAMIC PROGRAMMING, IFAC Proceedings Volumes, Volume 35, Issue 1, 2002, Pages 481-486,

Andrea Omicini, FRONTIERS OF AUTONOMOUS SYSTEMS, Collegio Superiore Bologna, Italy March 2018

Melanie Bouroche, Barbara Hughes and Vinny Cahill, REAL-TIME COORDINATION OF AUTONOMOUS VEHICLES, PROCEEDINGS of the IEEE ITSC 2006, IEEE Intelligent Transportation Systems Conference, Toronto, Canada, Sept 17-20, IEEE, 2006, 1232 - 1239

Pendleton, S.D.; Andersen, H.; Du, X.; Shen, X.; Meghjani, M.; Eng, Y.H.; Rus, D.; Ang, M.H. PERCEPTION, PLANNING, CONTROL, AND COORDINATION FOR AUTONOMOUS VEHICLES. *Machines* 2017, 5, 6.