

Alma Mater Studiorum Università di Bologna

Campus di Cesena - Scuola di Scienze
Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Informatiche

AUTONOMOUS VEHICLE AND INTERNET ON VEHICLES

Relazione finale in Programmazione Parallela

Relatore:

GIUSEPPE LEVI

Presentata da:

NICOLAS MANUZZI

Seconda sessione

Anno Accademico 2015/2016

INDICE

1. Internet on Vehicles	5
1.1. L'evoluzione da veicolo individuale al cloud	5
1.2. Nascita di applicazioni per automobili	7
1.2.1. contenuti con validità relativa allo spazio/tempo	7
1.2.2. Content-Centric Networking	8
1.2.3. Condivisione dati dei sensori	9
1.2.4. Rete Veicolare Intelligente e Vehicular Cloud	10
1.3. Vehicular Cloud	11
1.3.1. Vehicular Computing	11
1.3.2. Information Centric Networking	13
1.3.3. Cloud Resources	15
1.4. Cloud veicolare e AUV	16
1.4.1. NDN network layer	17
1.4.2. Segnalazioni e allarmi	18
1.4.3. Trasporto intelligente	19
1.4.4. Recupero errori	20
1.4.5. File e Media download	21
1.4.6. Virtualizzazione	22
1.4.7. Sicurezza	23
2. Modelli basati sull'evitare gli ostacoli in ambienti urbani	25
2.1. Elaborazione dell'immagine.	27
2.2. Confronto tra modelli	29
2.3. Macchina a Stati Finiti	30
2.4. Memoria dei modelli	31
3. Graceful degradation	33
3.1. Adaptive Graceful Degradation	35
3.2. Controlli di sensori intelligenti	36
Bibliografia	38

1. Internet on Vehicles

1.1 L'evoluzione da veicolo individuale al cloud

La flotta urbana di veicoli si sta rapidamente evolvendo da una collezione di piattaforme di sensori che forniscono informazioni ai conducenti ad una rete di veicoli autonomi che scambiano i dati dei loro sensori tra loro in modo da ottimizzare una funzione di utilità ben definita. Questa funzione, nel caso di macchine autonome, è la pronta consegna dei passeggeri a destinazione con la massima sicurezza e comfort e minimo impatto sull'ambiente. In altre parole, si sta assistendo nel parco veicoli la stessa evoluzione dal sensore web (sensore solo accessibili da internet per ottenere i loro dati) a Internet of Things (IoT). Nella domotica, l'IoT formato dalla miriade di sensori e attuatori che coprono la casa internamente ed esternamente può gestire tutte le utenze in modo più economico, con un massimo comfort per i residenti, praticamente senza intervento umano.

Nella rete veicolare, come in tutte le altre IoT, quando il controllo umano viene rimosso, i veicoli autonomi devono cooperare efficacemente per mantenere il flusso di traffico regolare in strade e autostrade. Visionari prevedono che i veicoli si comporteranno molto meglio che i guidatori, che permetteranno di gestire più traffico con ritardi inferiori, meno inquinamento e certamente maggior comodità per i passeggeri. Tuttavia, la complessità del controllo distribuito di centinaia di migliaia di auto non può essere preso alla leggera. Se una catastrofe naturale accade

improvvisamente, come un terremoto, i veicoli devono essere in grado di coordinare l'evacuazione delle aree critiche in maniera rapida e ordinata. Questo richiede la capacità di comunicare tra loro e di scoprire dove sono le risorse necessarie (ambulanze, pompieri, ecc.). Inoltre, le comunicazioni devono essere sicure, per prevenire attacchi dannosi che nel caso dei veicoli autonomi potrebbero essere letteralmente mortali poiché non vi è alcun controllo standby e nessuna seconda possibilità di intervento da parte del guidatore (che può essere stia navigando in rete). Queste comunicazioni e questo ambiente di elaborazione distribuita devono essere forniti da un paradigma di rete e di elaborazione specificamente progettato per veicoli, il Vehicular Cloud. Questa cloud mobile fornisce diversi servizi essenziali, dal routing di ricerca di contenuti alla protezione dagli attacchi, per applicazioni per veicoli autonomi standard, con interfacce che devono essere condivise da tutti i produttori di auto.

1.2 Nascita di applicazioni per automobili

Le applicazioni riguardo la comunicazione tra veicoli spaziano dalla sicurezza e comfort all'intrattenimento e servizi commerciali. Questa sezione illustra quattro caratteristiche notevoli osservate in applicazioni veicolari emergenti.

1.2.1 Contenuti con validità relativa allo spazio/tempo

I veicoli producono una grande quantità di contenuti, mentre allo stesso tempo lo utilizzano. Cioè, diventano ricchi prosumer dati (produttori e consumatori). Questi contenuti mostrano diverse proprietà comuni di rilevanza locale, come la validità locale, durata esplicita e di interesse locale. Validità locale indica che i contenuti generati dal veicolo ha un proprio ambito spaziale di utilità per i consumatori. Nelle applicazioni di sicurezza, per esempio, un messaggio di avviso velocità in prossimità di un burrone, diciamo a 100 metri. Durata esplicita riflette il fatto che il contenuto del veicolo ha il suo ambito temporale di validità. Ciò implica anche che i contenuti devono essere disponibili durante tutto il suo ciclo di vita. Per esempio, le informazioni di congestione stradale possono essere valide per 30 minuti, mentre la validità di un avvertimento per lavori stradali deve durare fino a quando il lavoro non è finito. Interesse locale indica che i veicoli nelle vicinanze

rappresentano la maggior parte dei potenziali consumatori di contenuti. Il concetto è ulteriormente esteso in modo da identificare la portata del consumatore. Per esempio, tutti i veicoli in prossimità desiderano ricevere messaggi di sicurezza, mentre solo una frazione di veicoli sono interessati a pubblicità commerciale. La validità spazio temporale dei dati implica la scalabilità delle applicazioni di collezione/stoccaggio/trattamento dati, dal momento che i vecchi dati vengono scartati. Ciò implica anche che i dati devono essere conservati sui veicoli piuttosto che caricati su internet, questo porta a un enorme risparmio di spettro. Questa struttura sarà la chiave per la scalabilità del concetto di veicolo autonomo, data l'enorme quantità di dati raccolti dai sensori del veicolo.

1.2.2 Content-Centric Networking

Le applicazioni veicolari sono interessate soprattutto al contenuto, non alla sua provenienza. Questa proprietà di assenza di memoria è caratteristica di VANETs. In Internet, quando si vuole controllare la congestione del traffico, si visita un sito di servizio preferito. Al contrario, i messaggi di query nelle applicazioni per veicoli vengono mandati ad un territorio non ad uno specifico veicolo, accettando le risposte a prescindere dalla identità dei fornitori di contenuti. Infatti, la risposta può provenire da un veicolo in prossimità che ha a sua volta ricevuto tali informazioni di traffico indirettamente tramite veicoli vicini. In questo caso, il veicolo non si cura chi ha iniziato la trasmissione. Questa caratteristica è dovuta principalmente al fatto che le fonti di informazioni (veicoli) sono mobili e dispersi

geograficamente. Il content-centric networking svolgerà un ruolo importante nella gestione e nel controllo del parco auto autonomo. Ci sono due motivi per questo: in primo luogo, la distanza dai vicini cioè devono avere informazioni molto aggiornate dei veicoli che lo circondano fino a diversi chilometri al fine di mantenere una rotta stabile. Pertanto, in stile content networking centric, il veicolo invia periodicamente interesse per ricevere la posizione, la velocità e la direzione del resto della flotta. In secondo luogo, in caso di incidente più avanti nel tracciato, il veicolo deve avvisare il conducente (che può essere occupato in altre cose) dell'urgenza in modo che il conducente abbia la possibilità di intervento manuale. In questo caso, per preparare il conducente, il veicolo recupera foto e eventualmente video della scena dell'incidente dalle telecamere dei veicoli di fronte all'incidente. Content-centric networking permette l'accesso alle migliori telecamere con i dati necessari, senza una preventiva conoscenza delle vetture che offrono i dati.

1.2.3 Condivisione dati dei sensori

Emergenti applicazioni per veicoli consumano una grande quantità di dati dei sensori in maniera collaborativa. Cioè, più sensori, installati su vari veicoli, registrano una miriade di fenomeni fisici. Le applicazioni per veicoli raccolgono tali registrazioni dei sensori, anche dai veicoli vicini, per la produzione di servizi a valore aggiunto. In un sistema di trasporto intelligente, i veicoli scambiano messaggi sulla congestione del traffico e sulle condizioni stradali per costruire il percorso migliore per raggiungere la

destinazione. La collaborazione nella condivisione e l'elaborazione dei dati dei sensori sarà uno dei punti forti nelle applicazioni per veicoli autonomi. La condivisione continua di dati di posizione è essenziale per garantire la stabilità della flotta autonoma. Il crowdsourcing delle condizioni della strada utilizzando l'insieme di sensori disponibili consentirà una guida fluida anche in condizioni pericolose. Inoltre, il monitoraggio collettivo di canali disponibili utilizzando sofisticate radio di bordo permette un'attenta mappatura dello spettro disponibile, consentendo comunicazioni efficienti, necessarie per conoscere la situazione della flotta.

1.2.4 Rete Veicolare Intelligente e Vehicular Cloud

I veicoli sono dotati di sensori che generano grandi quantità di dati al secondo. Allo stesso tempo, la strada è equipaggiata con componenti intelligenti, etichette RFID, e microcontrollori. Questi strumenti costituiscono una rete veicolare, cioè, un'infrastruttura stradale intelligente analoga alla rete di energia per la produzione di energia e la distribuzione. L'ultima tendenza che vogliamo segnalare è l'emergere della Vehicular Cloud. La Vehicular Cloud è l'istanza di IoV che comprende tutti i protocolli e i servizi necessari alla rete veicolare per operare in modo efficiente e sicuro. Ricordiamo che il veicolo autonomo deve essere in grado di percepire l'ambiente circostante e di guidare senza input umani. Per fare ciò, utilizza una miriade di sensori di bordo, che vanno da RADAR, GPS, telecamere ai sensori CAN Bus che controllano lo stato di funzionamento interno del veicolo. Un avanzato sistema di

guida autonoma elabora tutti i dati sensoriali, costruisce la mappa del traffico, individua percorsi appropriati ed evita gli ostacoli su tali percorsi, e rende la guida sicura e confortevole. Recentemente, Google e Daimler-Benz hanno dimostrato prototipi di sistema di guida autonomo su strade reali. In futuro, l'accesso ai sensori sui veicoli vicini migliorerà significativamente la precisione e la sicurezza della guida. Il Cloud fornirà l'ambiente di sistema ideale per la diffusione coordinata delle applicazioni di aggregazione del sensore, fusione e condivisione del database richiesti dai futuri veicoli autonomi.

1.3 Vehicular Cloud

I veicoli si stanno evolvendo da semplici consumatori di dati ad agenti intelligenti che consentono collaborazioni locali con ampia condivisione dei contenuti per un'esperienza utente più ricca. Vehicular Cloud è l'ambiente del sistema di base che rende possibile questa evoluzione. Questa sezione descrive le funzioni integrate del cloud, computing e networking, e discute risorse cloud e delle loro interoperazioni.

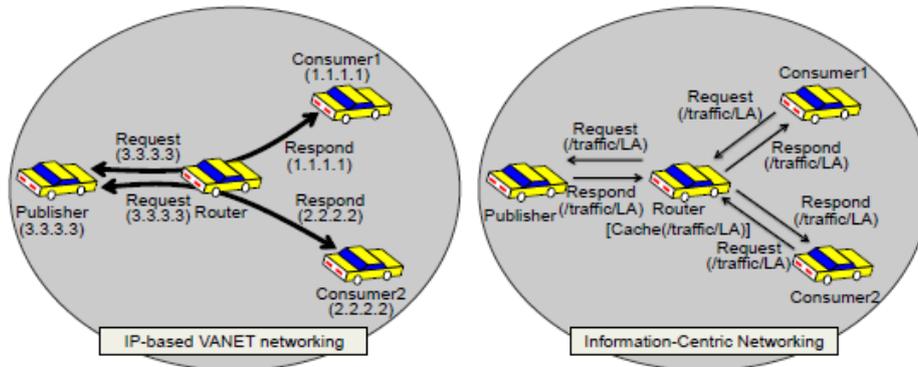
1.3.1 Vehicular Computing

I veicoli e i sensori all'interno di una zona locale generano contenuti per veicoli. Questi contenuti vengono archiviati e ricercati nelle vicinanze; e trasformati e consumati entro il periodo di vita da veicoli vicini. Recentemente, è stato

introdotto un nuovo modello di calcolo, Vehicular Cloud Computing (VCC), per tenere conto di tali caratteristiche. VCC è una variante di Cloud Computing Mobile (MCC), che inizia da un modello cloud computing convenzionale. Per i nodi mobili con risorse limitate, la Cloud Internet offre l'accesso alla rete sia per l'utilizzo di risorse di calcolo illimitate su internet e per lo storing/download di contenuti su Internet. Tuttavia, è troppo costoso caricare ogni contenuto sul Cloud Internet, e viene impiegato troppo tempo per cercare e scaricare contenuti interessanti dalla Cloud di Internet. Inoltre, la maggior parte dei contenuti prelevati da veicoli hanno rilevanza solo locale e potrebbe essere meglio memorizzarli localmente.

In VCC, la maggior parte delle richieste da conducenti sono circa il mondo circostante (rilevanza ovvero locale), ed i veicoli sono le migliori sonde di questo ambiente. VCC risolve le query utilizzando un modello di auto-organizzazione dell'ambiente locale. Cioè, i veicoli effettivamente formano una nuvola in cui i servizi sono prodotti, mantenuti, e consumati. Per realizzare il modello, VCC sfrutta la crescente capacità di elaborazione e di stoccaggio dei veicoli; costruisce una nuvola utilizzando l'insieme delle risorse di calcolo, che mirano in primo luogo ad estendere la capacità di interazione tra veicoli.

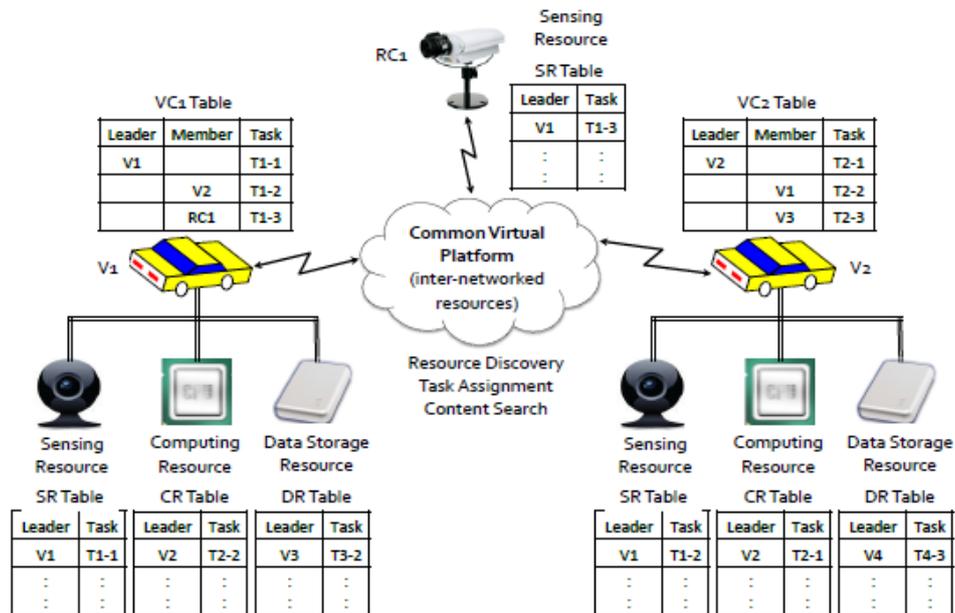
1.3.2 Information Centric Networking



Information Centric Networking (ICN) è stato inizialmente concepito come una forma generale di architettura di comunicazione per raggiungere efficiente la distribuzione di contenuti su Internet. ICN si concentra su ciò (contenuto) al posto di dove (host) per soddisfare le esigenze primarie di entrambi, i consumatori e gli editori di contenuti. I consumatori sono interessati a contenuti, indipendentemente dal mittente. Gli editori si sforzano di distribuire efficacemente contenuti per i consumatori. A tal fine ICN utilizza i nomi contenuti invece di indirizzi IP in modo che il contenuto sia disaccoppiato dagli editori. Alcune delle architetture recentemente proposte per ICN nel contesto di Internet includono DONA (Data-Oriented Network Architecture), NDN (Named Data Networking), PSIRP (Publish Subscribe Internet Routing Paradigm), e NetInf (Network of Information). Di queste architetture, NDN è stato recentemente esteso alle reti veicolari. NDN ha due tipi di pacchetto: Interesse da parte dei consumatori e Dati (ad esempio, il contenuto) da editori. Il nome del contenuto di questi pacchetti è utilizzato per il routing. Un consumatore richiede contenuti

trasmettendo un Interest con il suo nome verso potenziali editori. Quando un editore riceve l'interesse e ha i dati corrispondenti per l'interesse, risponde con i dati al consumatore utilizzando il percorso di interesse in senso inverso. NDN permette ai router sul percorso di memorizzare nella cache il contenuto in modo che possano rispondere il contenuto dalla cache per i consumatori. In questo modo, NDN raggiunge una efficace distribuzione di contenuti che VCC richiede criticamente per sostenere le sue applicazioni.

1.3.3 Cloud Resources



La Cloud veicolare è stata creata per le collaborazioni tra i membri del cloud per la produzione di servizi veicolari avanzati che un veicolo da solo non può fare. A differenza della nuvola di Internet che viene creato e mantenuto da un provider di cloud, la cloud veicolare è temporaneamente creato da risorse comunicanti disponibili nei veicoli e unità a bordo strada (Road Side Units RSU). Tali risorse di rete funzionano come una piattaforma virtuale comune su cui è massimizzato l'efficienza della collaborazione. VCC e ICN insieme contribuiscono a creare la cloud e di eseguire la piattaforma virtuale in modo efficiente.

Le risorse nel cloud veicolare si distinguono da quelle nel cloud convenzionale. Ogni veicolo ha tre categorie di risorse - di archiviazione dati, sensori, e di calcolo. Nell'archivio vengono memorizzati i dati del veicolo generati da applicazioni e sensori. Supporta la condivisione dei dati tra i partecipanti del cloud accettando una query di

ricerca esterna e rispondendo con contenuti abbinati. Il sensore è in grado di auto-azionare nonché di rilevare eventi in un mondo fisico. Dopo l'IoT, ogni sensore è direttamente collegato a Internet, in modo che possa essere letto e controllato da un sistema esterno. Nella cloud veicolare, le risorse sono interconnesse tramite connessioni puramente peer-to-peer. Cioè, i veicoli negoziano il livello di condivisione delle risorse direttamente tra loro. Per l'efficienza, un veicolo in una cloud può essere eletto come broker sulla base di alcuni parametri di selezione (ad esempio, la connettività di veicoli). Poi, essa media il processo di condivisione delle risorse nonché altre operazioni cloud. Un RSU può essere un buon candidato per il ruolo di negoziatore. Prevediamo anche il dispiegamento di RSU con risorse limitate, come le fotocamere. Essi non possono avere abbastanza capacità di stoccaggio e potenza di calcolo, ma hanno ancora connessioni affidabili ai veicoli. Se questo è il caso, possono archiviare e gestire degli indici a dei dati.

1.4 Cloud veicolare e AUV

L'evoluzione da guida manuale a veicolo autonomo (Autonomous Vehicle AUV) porrà diverse nuove sfide. Alcune di queste sfide provengono dal massiccio dispiegamento di sensori sul AUV e l'enorme quantità di dati che l'AUV può prendere dall'ambiente. Altre sfide derivano dal fatto che la AUV "si guida in modo autonomo", mentre il conducente può essere occupato con attività in background e non è in grado di intervenire immediatamente in caso di emergenza. Dopo tutto, un

beneficio AUV tanto pubblicizzato è la capacità del conducente di impegnarsi in altre attività come se fosse su un treno. In questa sezione, passiamo in rassegna queste sfide e il loro impatto sui protocolli e le applicazioni veicolari e più in generale sull'architettura cloud veicolare.

1.4.1 NDN network layer

La rete NDN è necessaria per trovare i contenuti, non host o gli indirizzi IP - cioè, il contenuto viene trovato sfruttando la rilevanza geografica. Infatti, grazie alla mobilità dei nodi non si può presumere che vi sia un nome geograficamente coerente tale che la posizione del prefisso dia un suggerimento circa la posizione del contenuto di destinazione. Nel nostro caso, tuttavia, la maggior parte delle query sarà dipendente dalla posizione. Ad esempio, vogliamo trovare un video clip di un museo in una determinata zona della città; o di un testimone di un incidente stradale; o informazioni su condizioni del fondo stradale su un determinato percorso (ad esempio, buche, dossi, ecc), un'ambulanza vicino alla stazione ferroviaria, o una foto o un video di una strada congestionata che siamo tenuti a guidare. Il servizio "monitoraggio ambientale" diventerà popolare quando ci saranno un sacco di AUV sulla strada, dotate di tutti i tipi di sensori, da sensori di

vibrazione a videocamere e GPS, e in grado di catturare ogni dettaglio dell'ambiente. Oggi, le auto di Google vagano per mappare le topologie delle città, e combinano immagini reali degli edifici. Visionari ritengono che AUV mapperà l'intero "mondo", e che manterrà l'indice di questo "mondo mappato". Trovare il contenuto desiderato in questo grande volume di dati memorizzati sul AUVs sarà una sfida per il servizio NDN veicolare di VCC.

1.4.2 Segnalazioni e allarmi

Un'applicazione importante costruita all'interno della cloud veicolare è "Segnalazione e allarmi". Ricordiamo che i sensori AUV (da ottico a Lidar) fanno la maggior parte del lavoro nel tentativo di mantenere il veicolo e i suoi passeggeri fuori dai guai. I sensori, tuttavia, non sono sufficienti a mantenere un funzionamento stabile a velocità elevate e estremamente ridotta spaziatura fra veicoli. Ciò è particolarmente vero in plotoni di camion. In questo caso, si è constatato che le comunicazioni da davanti verso i camion posteriori sono necessarie per evitare l'insorgere di oscillazioni. Allo stesso modo, le comunicazioni V2V sono necessarie per evitare la formazione di onde d'urto in una lunga colonna di AUVs quando avviene un rallentamento o un incidente. Gli incidenti sugli incroci non saranno così critici quando la maggior parte delle vetture sarà autonoma, dal momento che gli AUV (a differenza di conducenti umani) rispettano i segnali e i limiti di velocità e

approcciano gli incroci con cautela. Tuttavia, la comunicazione V2V saranno ancora tenute tra le vetture di fronte a un incrocio a quattro vie al fine di attuare il "semaforo intelligente". Questo permetterà il passaggio di gruppi di auto attraverso l'incrocio, come un vero e proprio semaforo farebbero, riducendo drasticamente i ritardi. AUVs possono anche scoprire le condizioni delle strade in anticipo, via V2V in modo da rendere la guida più confortevole per i passeggeri.

1.4.3 Trasporto intelligente

L'introduzione della guida autonoma permetterà di migliorare notevolmente il trasporto intelligente. L' AUVs sarà in grado di utilizzare la rete autostradale esistente molto più efficientemente rispetto alle auto a guida manuale perché possono essere confezionati in plotoni compatti e convogli. Essi possono anche fare un uso efficiente delle corsie preferenziali, mantenendo un "treno su ruote" su tali corsie, e consentendo efficientemente in-and-out dalla corsia utilizzando una combinazione di sensori e comunicazioni V2V in un modo molto più sicuro rispetto a come potrebbe fare un umano (date le elevate velocità in gioco). Dal punto di vista della sicurezza, gli AUV possono venire a conoscenza della presenza anche di altri che condividono la strada, come i pedoni e i ciclisti. Sono in grado di monitorarli con i loro sofisticati sensori / Lidar e possono condividere le informazioni di "bici avanti" con i veicoli alle spalle attraverso la comunicazione V2V.

1.4.4 Recupero errori

Gli AUV dipendono dalle infrastrutture (ad esempio, i punti di accesso Wi-Fi, DSRC RSU, e LTE) per diverse funzioni non di sicurezza, come l'avanzata elaborazione dati del sensore e del trasporto intelligente. In caso di un guasto grave a un'infrastruttura causata da un terremoto, per esempio, alcune di queste funzioni devono essere rilevate dai conducenti umani. Tuttavia, vi è un periodo vuoto, tra quando si verifica un guasto massiccio a un'infrastruttura e quando l'umano assume la navigazione, durante la quale gli AUVs devono combattere i problemi da soli. Questa è una finestra molto importante perché le AUVs conoscono solo i loro vicini più prossimi. Dopo il disastro, hanno perso la conoscenza dei vicini al di là della portata dei loro sensori, che è stato fornito dal server di Internet ITS. Per evitare un secondo disastro, causato dalle AUVs fuori controllo, è importante mantenere una propagazione V2V delle condizioni del traffico e dello stato di congestione sulle strade adiacenti. Questo background "crowdsourcing" del traffico permetterà agli AUV di prendere decisioni di routing intelligente (per evitare gli ostacoli o strade bloccate in caso di terremoti), in modo che i conducenti umani possano sostituire l'AUV avendo alcune informazioni.

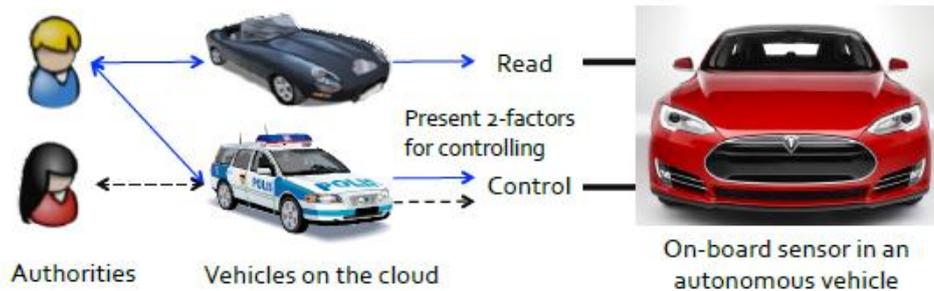
1.4.5 File e Media download

Il download efficiente di file multimediali per conducenti e passeggeri (ad esempio, programmi TV, film e giochi) sarà una strategia di marketing fondamentale per la guida automatica. Precedenti ricerche in questo campo hanno dimostrato che nello spettro di accesso wireless il download di contenuti popolari da web è meglio farlo utilizzando tecniche di bit torrent tramite il supporto V2V. Il download da punti di accesso Wi-Fi o LTE da sola non funzionerà. La distribuzione di contenuti per AUV è motivato anche da considerazioni di sicurezza. Ancora più importante sarà la consegna immediata del video, o l'immagine, di una scena di incidente a un conducente di un AUV per avvertirli della gravità di un problema in anticipo e far loro giudicare se dovessero assumerne il controllo. Un possibile scenario di propagazione file multimediale è il seguente. I segnalatori informano l'AUV della presenza di un incidente in posizione (x, y). Un particolare AUV determina che l'incidente può avere un impatto sulla sua strada e presenta un "interesse" (nella terminologia NDN) per la posizione in questione. La prima telecamera di fronte all'incidente risponde restituendo il video. Altri veicoli possono aderire all'albero multicast. Chiaramente, questa trasmissione può essere sostenuta solo da comunicazioni V2V.

1.4.6 Virtualizzazione

La virtualizzazione è una delle caratteristiche più importanti del cloud Internet. Essa gioca un ruolo importante nella VCC e in particolare nel supporto di AUVs. A causa del ricco assortimento di sensori a bordo, la flotta AUV può essere costretta a compiere un "data mining", come riconoscere un fuggitivo nella cloud veicolare in una determinata area geografica. Gli AUVs possono fare qualche filtro iniziale e correlazione delle immagini che possono essere di interesse. Ma, per l'elaborazione finale di questi dati deve essere caricato un'immagine virtuale del processo di riconoscimento nella nuvola di Internet. Sarà necessario anche per la riservatezza dei conducenti. Oltre che l'esportazione di calcoli costosi sulla cloud di Internet, un'altra importante funzione della virtualizzazione è la personalizzazione della piattaforma sensore a diverse applicazioni. Ad esempio, la casa automobilistica può accedere a tutte le CAN (Controller Area Network) e tutte le telecamere, mentre un veicolo vicino può accedere solo alla fotocamera che punta verso l'esterno.

1.4.7 Sicurezza



Oltre ai requisiti di sicurezza comuni, come la privacy, la riservatezza, la protezione dal Distributed Denial of Service (DDoS) e l'autenticazione, l'AUV è molto vulnerabile agli attacchi feroci che possono, ad esempio, disattivare lo sterzo o il sistema dei freni. Questi ultimi attacchi sono di interesse per le auto normali, con un pilota umano nel controllo. Sono estremamente più pericolosi per AUV perché non c'è nessun conducente istantaneamente pronto. Per questo motivo, la protezione dagli attacchi esterni (da punti di accesso o di veicoli convenzionali) e interna (da altri AUVs) deve essere progettato con standard rigorosi. Tuttavia, l'accesso ai meccanismi interni delle vetture e, eventualmente, di diagnostica di bordo (OBD) e bus CAN deve essere consentito quando la AUV è fuori controllo, a causa del cattivo funzionamento o di un attacco dannoso. Una interessante ricerca in questi problemi di sicurezza è una strategia di protezione multi-fattore. Questa distingue i privilegi per la lettura dei dati dal sistema di controllo; intuitivamente il primo è per ordine di priorità inferiore rispetto al secondo. Un veicolo vicino presenta un solo tipo di fattore di credenziali per ottenere dati dal AUV (ad esempio, un'immagine di una scena di incidente). La strategia, d'altra parte, richiede che a ogni

accesso alle dotazioni di bordo deve essere autorizzato da due diverse autorità in anticipo: per esempio, il costruttore del veicolo e l'amministrazione comunale. In modo simile, ogni AUV può privilegiare le azioni di accesso e proteggere in modo diverso secondo le loro priorità.

2. Modelli basati sull'evitare gli ostacoli in ambienti urbani

INTRODUZIONE

Gli errori del guidatore sono una delle principali cause di incidenti sulle strade. Questi possono causare infortuni o addirittura la morte delle persone a bordo.

L'uso di veicoli autonomi potrebbe fornire condizioni più sicure sulle strade sia per se stessi che per altri.

Essi potrebbero anche aumentare l'efficienza del trasporto merci e fornire anche un certo grado di indipendenza per le persone non in grado di guidare.

La ricerca in robotica mobile ha raggiunto progressi significativi negli ultimi 10 anni, molti dei quali nella navigazione autonoma in ambienti esterni.

I risultati più rilevanti sono stati ottenuti combinando informazioni ottenute da un gran numero di sensori complessi. Alcuni approcci usano cinque (o più) telemetri laser, videocamere, radar, GPS differenziali, e unità di misura inerziale; Purtroppo però il costo di questi sistemi è molto alto quindi impossibile da usare a scopo commerciale.

In questo lavoro proponiamo un approccio di navigazione basata sulla visione per gli ambienti urbani, utilizzando una piattaforma a basso costo. Il nostro sistema utilizza una sola telecamera per acquisire dati dall'ambiente. Esso rileva le regioni navigabili (strade), stima la manovra più

appropriata, acquisisce e impara diversi livelli di memoria dei modelli che dovrebbero essere usati per mantenere il veicolo in un percorso sicuro, e infine, restituisce il controllo dello sterzo e l'accelerazione del veicolo.

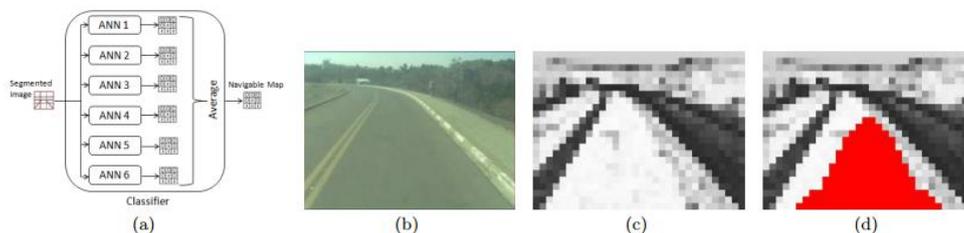
Il nostro approccio si basa su due reti neurali artificiali (ANNs). Il primo identifica le regioni navigabili in cui un algoritmo basato su un modello classifica l'immagine e decide così le azioni da fare. Le immagini sono acquisite e poi elaborate utilizzando ANNs che identifica la strada davanti al veicolo. Dopo di che, una macchina a stati finiti (FSM) è utilizzata per filtrare i disturbi in ingresso e ridurre gli errori di classificazione e/o controllo. In questo lavoro il disturbo è considerato come variazioni di colore della strada, come la strada sporca, le ombre e le depressioni. Dopo aver ottenuto lo stato attuale (template), questo viene dato in ingresso a un nuovo ANN che funziona con livelli di memoria dei modelli. Questo ANN mira a conoscere il comportamento del conducente, fornendo sterzate delicate e livelli di velocità nello stesso modo del conducente. Abbiamo considerato sei livelli della memoria dei modelli della ANN così da ottenere la topologia che fornisce risultati più affidabili.

Una sequenza di stati associati a una azione si apprende dalla seconda ANN. Gli stati provengono da situazioni individuate dal modello e dalla FSM, e vengono mappati in angolo di sterzata e velocità del veicolo.

METODO PROPOSTO

Questo approccio è composto da 4 fasi. Nella primo fase viene ottenuta un'immagine e la strada viene identificata utilizzando ANNs. Nella seconda fase, un algoritmo di template matching viene utilizzato per identificare la geometria della strada antistante il veicolo (linea retta, curva leggera o curva secca). Nella terza fase, un FSM è utilizzato per filtrare input disturbati e qualsiasi errore di classificazione. Infine, una memoria modello viene utilizzata per definire l'azione che il veicolo dovrebbe prendere per stare sulla strada.

2.1 STEP 1 Elaborazione dell'immagine



Viene adottato il metodo proposto di Shinzato, che propone di utilizzare ANNs da applicare in un compito di identificazione strada. Sulla base dei risultati, è stato proposto un sistema composto da sei Multilayer Perceptron (MLP) ANNs per identificare le regioni navigabili in ambienti urbani. Il risultato di queste ANNs è una mappa di navigazione in cui i blocchi più luminosi sono le aree navigabili. Questo passaggio divide l'immagine in blocchi di pixel e le valuta come singole unità. Il vantaggio di questo

approccio è che si possono utilizzare le ANNs per identificare diversi tipi di regioni navigabili e non navigabili. Inizialmente, la fase di elaborazione delle immagini divide l'immagine in blocchi di pixel e le valuta quindi come singole unità. Diverse caratteristiche sono calcolati per ogni blocco, come ad esempio: media RGB, l'entropia dell'immagine e altre caratteristiche ottenute da questo insieme di pixel . Nella fase di raggruppamento, un frame con risoluzione (MxN) pixels viene tagliato in gruppi (KxK) pixel. Supponiamo un'immagine rappresentata da una matrice I di dimensione (MxN). L'elemento I (m, n) corrisponde al pixel nella riga m e colonna n dell'immagine, dove $(0 \leq m < M)$ e $(0 \leq n < N)$.

Pertanto, il gruppo G (i, j) contiene tutti i pixel I (m, n) tale che $((i * K) \leq m < ((i * K) + K))$ e $((j * K) \leq n < ((j * K) + K))$. Questa strategia è stata utilizzata per ridurre la quantità di dati, permettendo l'elaborazione più veloce.

Una volta che un blocco viene elaborato, i suoi attributi vengono utilizzati come ingressi delle ANNs. Le ANNs vengono utilizzati per classificare il blocco considerando i suoi attributi (in uscita 0 non navigabile e 1 navigabile). Ogni ANN contiene un layer di ingresso con i neuroni secondo le caratteristiche di ingresso dell'immagine, un layer nascosto con cinque neuroni, e un layer di uscita con un solo neurone (classificazione binaria). Tuttavia, dopo la fase di formazione, la ANN restituisce valore reale tra 0 e 1, come uscite. Questo valore reale può essere interpretato come il grado di certezza di classificazione di uno specifico blocco. La differenza principale tra le sei ANNs è l'insieme di attributi di immagine utilizzati come input. Tutti questi insiemi di attributi sono calcolati durante il blocco di segmentazione dell'immagine.

Dopo aver ottenuto i sei output delle ANNs in riferimento a ciascun blocco, il classificatore calcola la media di questi valori per comporre un unico valore di output finale. Questi valori rappresentano ogni blocco ottenuto dall'immagine originale e formano insieme una matrice chiamata mappa di navigabilità. Questa matrice è utilizzata per individuare la regione navigabile più probabile. È importante menzionare che la ANN viene preventivamente addestrata utilizzando esempi supervisionati di regioni navigabili e non navigabili selezionati dall'utente una volta su un frame iniziale. Dopo, l'ANN addestrata viene integrata nel sistema di controllo del veicolo e viene utilizzata come fonte principale di informazioni al sistema di controllo di navigazione autonoma.

2.2 STEP 2 Confronto tra modelli

Dopo aver ottenuto la classificazione dagli ANNs, 7 diversi modelli stradali sono disposti sopra l'immagine per identificare la geometria della strada. Uno di loro identifica una strada davanti dritta davanti a sé, due identificano una strada dritta nei lati, due identificano curve morbide e due identificano curve secche. Ogni modello è composto da una maschera di 1 e 0. Il valore di ogni maschera è moltiplicato per il valore corrispondente nella matrice di navigabilità (valori ottenuti dalla classificazione ANN dei blocchi corrispondenti dell'immagine). Il punteggio totale per ogni modello è la somma del prodotto. Il modello che ha ottenuto il punteggio più alto è stato selezionato come il miglior riscontro della geometria della strada. Solo un

modello è in grado di ottenere un punteggio elevato, perché usiamo le probabilità come criterio decisionali.

2.3 STEP 3 Macchina a Stati Finiti (FSM)

La FSM utilizza i risultati della fase di template matching come input, che effettua una classificazione per la strada rilevata in ciascun fotogramma catturato. Questa classificazione è definita dal modello che meglio si adatta alla matrice. Il FSM sviluppato è composto da 5 membri (Rettilineo, svolta morbida a destra e sinistra, svolta secca a destra e sinistra)).

Una transizione tra lo stato attuale a qualsiasi altro stato si verifica solo dopo aver rilevato una sequenza di 'n + 1' input identici che conducono al nuovo stato, dove 'n' è il numero stabilito di stati intermedi. Il numero di stati intermedi varia a seconda del livello di rumore nelle immagini e nella matrice di navigabilità che rappresenta la strada, e dipende anche dal frame rate. In un sistema basato su un alto frame, gli input mal classificati potrebbero maggiori nella stessa unità di tempo, perciò sono necessari più stati intermedi per eliminare alcuni di questi input non corretti. Ambienti con un basso livello di rumore in input sono associati ad un minor numero di stati intermedi.

2.4 STEP 4 Memoria dei modelli

Dopo aver ottenuto lo stato attuale (modello) dalla FSM, questo modello viene utilizzato come input nella fase di memoria dei modelli. In questa fase, i livelli di memoria dei modelli sono memorizzati in una coda, così definita: $\{\text{Modello}_t, \text{Modello}_{t-1}, \text{Modello}_{t-2}, \dots, \text{Modello}_{t-NTM}\}$. In questo lavoro, il Modello_t rappresentano il modello corrente, il Modello_{t-1} il modello precedente, il Modello_{t-2} un modello prima del precedente. Questo viene fatto successivamente, fino al raggiungimento del numero di modelli in memoria (NTM), dove t rappresenta il tempo.

In questa fase, un secondo ANN viene utilizzato ma in maniera differente rispetto all'ANN utilizzato nella fase di elaborazione delle immagini. La struttura utilizzata da questa ANN è una MLP feed-forward, la funzione di attivazione dei neuroni nascosti è la funzione sigmoideale e l'apprendimento ANN è la retropropagazione resiliente (RPROP). Gli ingressi sono rappresentati da modelli di memoria e le uscite sono l'angolo di sterzata e la velocità.

3. Graceful degradation

INTRODUZIONE

Uno dei motivi principali della seconda rivoluzione industriale nel tardo 19 ° secolo è stata l'invenzione del motore a scoppio, che ha permesso la creazione dell'industria automobilistica. Da allora, l'industria automobilistica è strettamente collegata alla vita quotidiana, fornendo mezzi di trasporto efficienti.

L'industria automobilistica ha avuto un enorme impatto sulla nostra economia e società, questo impatto non potrà far altro che aumentare con l'avvento dei veicoli con guida autonoma. Grazie alle tecnologie per la guida autonoma si potrà abilitare il controllo intelligente del traffico sulla base di reti veicolari. I produttori di automobili hanno iniziato la distribuzione di funzioni di sicurezza come il cruise control, stop-and-go e il cambio di corsia assistito. Per permettere ai veicoli di diventare semi-autonomi, oppure che guidino autonomamente su richiesta e alla successivamente diventino totalmente autonomi, una moltitudine di visioni computerizzate, elaborazione del segnale e problemi di intelligenza artificiale deve essere risolto in tempo reale. Questa tendenza verso un sistema di guida completamente autonomo impone di migliorare la tempestività e l'affidabilità del sistema. Un esempio di architettura di una piattaforma è illustrato nella figura 2, dove un algoritmo complesso processa vari tipi di sensori, come LIDAR (Light Detection And Ranging), radar, macchina fotografica, GPS, ecc e azionano un controller drive-by-wire per spostare il veicolo. I compiti di gestione

dei dati vengono eseguiti su un gruppo di unità di elaborazione.

Una degradazione graduale può essere utile in varie circostanze. Per esempio, se i veicoli autonomi possono accostare nel bordo della strada quando avviene un guasto; questo può essere accettabile a patto che a conducenti e passeggeri sia garantita la sicurezza. Ciò può causare un minor fabbisogno di risorse ridondanti rispetto a sostenere modi di recupero completi, e l'utilizzo di meno risorse è sempre utile in un settore di produzione di massa. Pertanto, è importante essere in grado di degradare gradualmente in modo che i veicoli autonomi possano recuperare un guasto con meno risorse.

L'uso efficace di diverse modalità di sensori su veicoli autonomi è essenziale. Molti sensori analogici sono inclini a guasti intermittenti, quindi utilizzare diverse modalità di sensori è meglio che duplicare lo stesso tipo di sensore poiché diversi tipi di sensori tipicamente reagiscono alla stessa condizione ambientale in diversi modi. Supponiamo che un veicolo è dotato di radar per il rilevamento del punto cieco. Se un radar rivolto all'indietro non funziona correttamente, può essere utilizzato un algoritmo di rilevamento di ostacoli attraverso la visione di immagini ottenute attraverso una telecamera rivolta all'indietro. Un veicolo autonomo può utilizzare un sensore di bassa qualità con algoritmi di elaborazione dati complessi dopo che un sensore di alta qualità con algoritmi semplici fallisce.

3.1 Adaptive graceful degradation

Graceful degradation è un approccio consolidato per mantenere funzionalità limitata in un sistema con un guasto di un componente. L'idea alla base è quella di evitare un potenziale evento indesiderato, fornendo funzionalità limitate per ospitare le risorse ridotte a causa di un fallimento. Quando si tratta di veicoli autonomi, il graceful degradation dovrà essere opportunamente adeguato a seconda delle diverse situazioni. Supponiamo un guasto su una scheda di elaborazione che esegue algoritmi di visione per rilevare i pedoni; se un veicolo con il guasto sta guidando su una autostrada, il veicolo può avvertire l'autista dell'errore e continuare comunque la guida. Se il veicolo si trova in un'area urbana, i pedoni sono molto probabilmente presenti. Quindi, il veicolo deve eseguire gli algoritmi di rilevamento dei pedoni in una modalità degradata (possibilmente con un frame rate basso) su un'altra scheda di elaborazione funzionante e anche rallentare il veicolo. Questa gestione risorse adattativa può essere realizzata regolando il periodo di una attività desiderata. In un sistema in tempo reale, come un veicolo autonomo, più compiti occupano una sequenza periodica di percezione, calcolo e controllo. Regolando periodi di attività, l'utilizzazione (l'utilizzo di un task è definito come il rapporto tra il peggiore tempo di esecuzione di un compito al suo periodo) che può essere trattata come carico di lavoro può essere regolata. Abbassando l'utilizzazione di un compito crea più spazio per gli altri compiti. In altre parole, un framework per graceful degradation adattivo è auspicabile al fine di eseguire attività critiche con risorse limitate a causa di un fallimento. Ad esempio, gli algoritmi

di visione di cui sopra possono essere eseguiti su un'altra scheda di elaborazione funzionante insieme a compiti che sono regolati per avere scarso utilizzo.

3.2 Controlli di sensori intelligenti

I veicoli autonomi sono dotati di diversi tipi di sensori come LIDAR, radar, fotocamera, telecamera termica, sensore ad ultrasuoni, ricevitore GPS, IMU (unità di misura inerziale), ricevitore per la comunicazione tra veicoli, e così via.

Quindi, possiamo sfruttare le modalità di sensori per raggiungere un obiettivo comune. Ad esempio, i veicoli autonomi sono in grado di rilevare gli ostacoli utilizzando le immagini delle telecamere, nuvole di punti di LIDAR, dati radar e un elenco di ostacoli rilevati attraverso la comunicazione veicolare. Considerato un veicolo dotato di un sensore LIDAR e una comunicazione veicolare. LIDAR può essere ostacolato da occlusioni che limitano la capacità di riconoscere dell'ambiente circostante. Questa limitazione può essere significativamente ridotta utilizzando dati dei sensori da altri veicoli attraverso la comunicazione veicolare.

Si deve notare che questo metodo è anche strettamente legato al adaptive graceful degradation perché diversi algoritmi utilizzando diversi tipi di sensori, anche per raggiungere lo stesso obiettivo, può consumare significativamente diverse quantità di risorse. Per esempio, possiamo usare un algoritmo di visione per localizzare la vettura quando il segnale GPS è assente, ma l'algoritmo di visione tende a consumare più risorse della CPU. In questo senso, possiamo consumare più risorse di elaborazione,

anche per un funzionamento in modalità degradata con GPS non funzionante.

Bibliografia

[1] Internet of Vehicles: From intelligent Grid to Autonomous Cars and Vehicular Clouds

M. Gerla 2014

[2] Template-Based Autonomous Navigation and Obstacle Avoidance in Urban Environments

R.Souza 2011

[3] Towards Dependable Autonomous Driving Vehicles: A System-Level Approach

J. Kim 2013

[4] Decisions for Autonomous Vehicles: Integrating Sensors, Communication, and Control

K. Driggs-Campbell 2014

[5] Wikipedia. Autonomous Vehicle - Wikipedia, the free encyclopedia. 2015

[6] Wikipedia. Internet of Thing - Wikipedia, the free encyclopedia. 2015