

Laboratorio di Sistemi Operativi

Progetto A.A. 2022/2023 – ADAS made trivial: rappresentazione ispirata alle interazioni in un sistema di guida autonoma

1. Obiettivo complessivo.

Obiettivo del progetto è costruire un'architettura, **estremamente stilizzata e rivisitata**, per sistemi ADAS, descrivendo possibili interazioni e alcuni comportamenti tra componenti in scenari specifici.

Dove non specificato con il termine *facoltativo*, i requisiti definiti hanno carattere prescrittivo, con significato equivalente alla parola MUST secondo l'RFC 2119.

2. Descrizione del sistema e del suo comportamento.

Il sistema comprende vari componenti, che mostrano una specifica funzionale ed interazioni secondo quanto descritto di seguito. I componenti si dividono in Interfaccia, Sensori, Attuatori, Controllo. Ciascun componente deve essere rappresentato da almeno un processo.

Nota. *Non sono ammessi pthread.*

La divisione è la seguente:

- Interfaccia
 - o *Componente Human-Machine Interface*
- Attuatori:
 - o *Componente steer-by-wire*
 - o *Componente throttle control*
 - o *Componente brake-by-wire*
- Sensori
 - o *Componente front windshield camera*
 - o *Componente forward facing radar (facoltativo)*
 - o *Componente park assist*
 - o *Componente surround view cameras (facoltativo)*
- Controllo
 - o *Componente Central ECU*

Human-Machine Interface. Questo componente interagisce con la Central ECU, per mostrare a video, come output, quanto comunicato dalla *Central ECU*, e per inviare input ricevuti dall'utente tramite la tastiera.

La gestione dell'input ed output avviene tramite due terminali. Un terminale è utilizzato solo per mostrare i valori di output, mentre l'altro terminale è utilizzato solo per raccogliere e inviare input alla Central ECU.

Come output, il processo stampa a schermo tutte le azioni comandate dalla Central ECU.

Gli input possibili, che l'utente può digitare sul terminale, sono:

- "INIZIO": si richiede l'inizio della navigazione. Il veicolo si avvia il veicolo verso la sua destinazione.

- “PARCHEGGIO”: si richiede la procedura di parcheggio, che concluderà il percorso.
- “ARRESTO”: si richiede la procedura di arresto del veicolo.

Componente *steer-by-wire*. Questo componente riceve dalla Central ECU il comando di girare a DESTRA o SINISTRA, e conseguentemente attiva lo sterzo. L’azione di girare dura 4 secondi.

Ogni secondo, il componente stampa nel file di log *steer.log*: “NO ACTION”, “STO GIRANDO A DESTRA”, “STO GIRANDO A SINISTRA”, sulla base dell’azione in corso.

Componente *throttle control*. Questo componente riceve il comando di accelerazione dalla Central ECU, nel formato “INCREMENTO 5”, dove 5 indica l’aumento di velocità richiesto. Alla ricezione del messaggio dalla Central ECU, il componente stampa nel file di log *throttle.log* la data attuale, e “AUMENTO 5”

Facoltativo. Ad ogni accelerazione, c’è una probabilità di 10^{-5} che l’acceleratore fallisca. In tal caso, il componente *throttle control* invia un segnale alla Central ECU per evidenziare tale evento, e la Central ECU avvia la procedura di ARRESTO.

Componente *brake-by-wire*. Il componente riceve dalla Central ECU il comando di decelerazione o un segnale di pericolo. Il comando di decelerazione è ricevuto nel formato “FRENO 5”, dove 5 indica la riduzione di velocità richiesta. La velocità è decrementata, per ogni messaggio, di 5 KM/H. Alla ricezione del messaggio dalla Central ECU, il componente stampa nel file di log *brake.log* la data attuale, e “FRENO 5”.

Se il componente riceve il segnale di ARRESTO dalla Central ECU, arresta l’auto (azione istantanea). Questo equivale a scrivere “ARRESTO AUTO” nel file di log *brake.log*.

Componente *front windshield camera*. Il componente iterativamente legge dati da una sorgente e li invia alla Central ECU. In dettaglio, ogni 1 secondo legge una riga dal file *frontCamera.data*, e trasmette il dato letto alla Central ECU. I dati inviati sono inoltre registrati nel file di log *camera.log*.

Componente *forward facing radar (facoltativo)*. Il componente iterativamente legge i dati da una sorgente e li invia alla Central ECU. In dettaglio, ogni 1 secondo prova a leggere 8 byte da */dev/urandom*. Se riesce a leggere 8 byte, questi sono trasmessi alla Central ECU. Altrimenti (se legge meno di 8 byte), non invia dati alla Central ECU. I dati inviati sono registrati nel file di log *radar.log*.

Componente *park assist*. Quando il componente riceve un comando di attivazione da parte della Central ECU, per la durata di 30 secondi, legge iterativamente una volta al secondo 8 byte da */dev/urandom* e li invia alla Central ECU. I dati inviati sono registrati nel file di log *assist.log*.

Facoltativo. Quando si attiva l’interazione con park assist, la Central ECU sospende (o rimuove) tutti i sensori e attuatori, tranne *park assist* e *surround view cameras*.

Facoltativo. Il componente Park assist non è generato all’avvio del Sistema, ma creato dalla Central ECU al bisogno.

Facoltativo. Se il componente surround view cameras è implementato, park assist trasmette a Central ECU anche i byte ricevuti da surround view cameras.

Componente surround view cameras (facoltativo). Il componente agisce solo quando *park assist* è attivo. Finchè *park assist* è attivo, 1 volta al secondo, legge 8 byte da */dev/urandom* e li invia a *park assist*. Altrimenti (se legge meno di 8 byte), non invia dati a *Park Assist*. I dati inviati sono registrati nel file di *log cameras.log*.

Componente Central ECU. Tutti i comandi inviati dalla Central ECU a qualunque componente sono inseriti in un file di *log ECU.log* e stampati a video tramite la HMI.

La Central ECU effettua le seguenti azioni. All'avvio del sistema, imposta la velocità attuale a 0, e ignora qualsiasi informazione ricevuta dai sensori, finchè riceve dall'HMI il comando "INIZIO". Questo indica l'avvio del percorso.

Dopo aver ricevuto il comando INIZIO, durante la sua esecuzione, la Central ECU riceve continuamente dati dai sensori.

Per ciascuna informazione ricevuta da *front windshield camera*, la Central ECU effettua le seguenti azioni:

- Se l'informazione è un numero, questo valore indica la velocità desiderata del veicolo. Se necessario, la Central ECU interagisce con i componenti *throttle control* o *brake-by-wire* per raggiungere la velocità richiesta, con ciclo di 1 secondo. In altre parole, ogni secondo la Central ECU trasmette un messaggio INCREMENTO 5 o FRENO 5, fino al raggiungimento della velocità desiderata.
- Se l'informazione è l'istruzione DESTRA o SINISTRA, la Central ECU invia il comando corrispondente a *steer-by-wire*, per avviare la sterzata.
- Se l'informazione è PERICOLO, la Central ECU invia un segnale di arresto al componente *brake-by-wire*.
- Se l'informazione è PARCHEGGIO, la Central ECU avvia la procedura di parcheggio. Nella procedura di parcheggio, la Central ECU ignora i messaggi da *front windshield camera* e *forward facing camera*. Central ECU invia, con ciclo di 1 secondo, richieste di FRENO 5 a *brake-by-wire*. Quando la velocità raggiunge 0, Central ECU attiva *Park assist ultrasonic sensors* e *Surround view cameras*. Se la Central ECU non riceve da nessuno dei due, per 30 secondi, uno dei valori: i) 0x172A, ii) 0xD693, iii) 0x, iv) 0xBDD8, v) 0xFAEE, vi) 0x4300, l'auto è parcheggiata e l'esecuzione termina. Altrimenti, la Central ECU ri-avvia la procedura di PARCHEGGIO.

Se il comando ricevuto dalla HMI è invece "ARRESTO", la Central ECU invia un segnale di arresto al componente *brake-by-wire*.

Se il comando ricevuto dalla HMI è invece "PARCHEGGIO", la Central ECU avvia la procedura di parcheggio. Nella procedura di parcheggio, la Central ECU ignora i messaggi da *front windshield camera*, *forward facing camera* e HMI. Central ECU invia, con ciclo di 1 secondo, richieste di FRENO 5 a *brake-by-wire*. Quando la velocità raggiunge 0, Central ECU attiva *Park assist ultrasonic sensors* e *Surround view cameras*. Se la Central ECU non riceve da nessuno dei due, per 30 secondi, uno dei valori: i) 0x172A, ii) 0xD693, iii) 0x, iv) 0xBDD8, v) 0xFAEE, vi) 0x4300, l'auto è parcheggiata e l'esecuzione termina. Altrimenti, la Central ECU ri-avvia la procedura di PARCHEGGIO.

Facoltativo. Il comando di PARCHEGGIO potrebbe arrivare mentre i vari attuatori stanno eseguendo ulteriori comandi (accelerare o sterzare). I vari attuatori interrompono le loro azioni, per avviare le procedure di parcheggio.

Facoltativo. Se la Central ECU riceve il segnale di fallimento accelerazione da throttle control, imposta la velocità a 0 e invia all'output della HMI un messaggio di totale terminazione dell'esecuzione.

3. Note implementativi del programma richiesto.

Ciascun componente deve essere rappresentato da almeno **un processo**. Non sono ammessi thread. E' ammessa l'esecuzione come root, se necessaria (da motivare nella relazione).

4. Modalità di avvio ed esecuzione.

Il programma è eseguibile in due modalità, NORMALE ed ARTIFICIALE. Le due modalità sono selezionate tramite un parametro di input, da impostare opportunamente a NORMALE o ARTIFICIALE, passato come argomento al *main* (ovvero, tramite *argv[1]*).

Nel caso della modalità di avvio *NORMALE*: i componenti *forward facing radar*, *park assist*, *surround view cameras*, , leggono i dati da */dev/urandom* come specificato nel testo del progetto.

Nel caso della modalità di avvio *ARTIFICIALE*: i componenti *forward facing radar*, *park assist*, *surround view cameras*, leggono i dati invece che da */dev/urandom*, dal file *urandomARTIFICIALE.binary*

5. Regole per la presentazione del progetto.

Il progetto assegnato è valido fino agli appelli di Febbraio 2024 compresi.

Il progetto deve essere svolto in gruppi di massimo 3 persone.

E' necessario consegnare:

- Il **codice sviluppato** inclusi tutti i file necessari alla sua compilazione.
- Una **relazione** sul progetto. Ogni gruppo di lavoro dovrà produrre **una sola relazione**, i cui autori saranno quindi tutti i membri del gruppo stesso. La relazione dovrà essere in formato **pdf**. La relazione dovrà essere **massimo di 8 pagine**. Si consiglia di dare evidenza alle scelte progettuali relativi all'architettura complessiva del sistema, ed agli elementi facoltativi implementati.
- Un archivio **.zip** oppure **.tar.gz** contenente il codice e la relazione dovrà essere caricato sul sito del corso, seguendo l'apposito link che verrà reso disponibile per ciascun appello.
- *Non si accettano consegne in formati differenti da quelli sopra indicati*

Contenuto della relazione. La relazione dovrà contenere:

- Informazioni su tutti gli autori e data di consegna
 - o Nome, Cognome, Numero di matricola, Indirizzo e-mail
 - o Data di consegna
- Istruzioni dettagliate per compilazione ed esecuzione
- Sistema obiettivo: caratteristiche SW e HW, ad esempio la distribuzione Linux utilizzata
- Indicazione degli elementi facoltativi realizzati, riempiendo opportunamente la seguente tabella:

| # | Elemento Facoltativo | Realizzato (SI/NO) | Descrizione dell'implementazione con indicazione del metodo/i principale/i |
|---|---|--------------------|--|
| 1 | Ad ogni accelerazione, c'è una probabilità di 10^{-5} che l'acceleratore fallisca. In tal caso, il componente <i>throttle control</i> invia un <u>segnale</u> alla Central ECU per evidenziare tale evento, e | | |

| | | | |
|----------|--|--|--|
| | la Central ECU avvia la procedura di ARRESTO | | |
| 2 | Componente “forward facing radar” | | |
| 3 | Quando si attiva l’interazione con park assist, la Central ECU sospende (o rimuove) tutti i sensori e attuatori, tranne park assist e surround view cameras. | | |
| 4 | Il componente Park assist non è generato all’avvio del Sistema, ma creato dalla Central ECU al bisogno. | | |
| 5 | Se il componente surround view cameras è implementato, park assist trasmette a Central ECU anche i byte ricevuti da surround view cameras. | | |
| 6 | Componente “surround view cameras” | | |
| 7 | Il comando di PARCHEGGIO potrebbe arrivare mentre i vari attuatori stanno eseguendo ulteriori comandi (accelerare o sterzare). I vari attuatori interrompono le loro azioni, per avviare le procedure di parcheggio. | | |
| 8 | Se la Central ECU riceve il segnale di fallimento accelerazione da “throttle control”, imposta la velocità a 0 e invia all’output della HMI un messaggio di totale terminazione dell’esecuzione | | |

- Progettazione ed implementazione: presentazione ad alto livello della soluzione adottata, e principali caratteristiche o scelte progettuali
- Esecuzione: presentare e commentare una esecuzioni tipo del programma, fornendo evidenza del suo corretto funzionamento per i casi ritenuti più critici o interessanti.