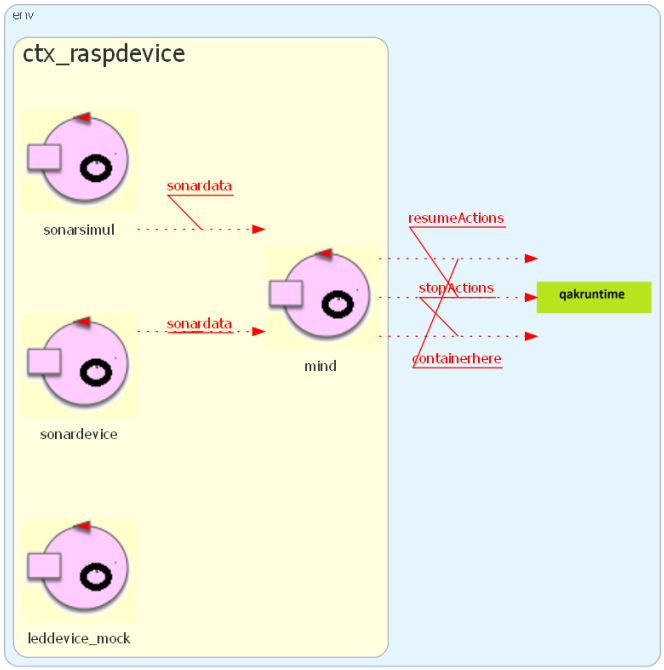
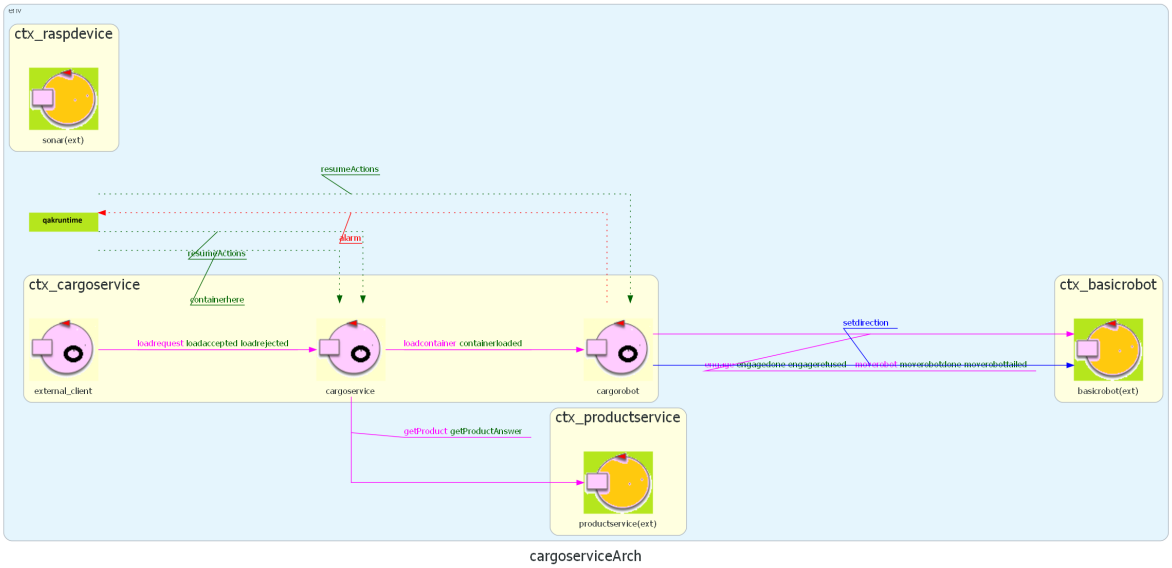
Sprint 3

Architettura iniziale dello sprint



io_devicesArch



cargoserviceArch

Obiettivi

Sviluppare un'interfaccia grafica e un dispositivo LED per monitorare visivamente lo stato del sistema. In particolare i requisiti su cui ci concentreremo in questo sprint sono:

> - The slots5 area is permanentely occupied, while the other slots are initially empty
>
> 4. Shows the current state of the hold, by means of a dynamically updated web-GUI.
>
> 5. Interrupts any activity and turns on a LED if the sonar sensor measures a distance D > D_{FREE} for at least 3 seconds (possibly a sonar failure). The service continues its activities as soon as the sonar measures a distance D <= D_{FREE}

Analisi del Problema

CargoServiceStatusGui

Inizialmente, nel modello di alto livello dello Sprint 0, `cargoserviceStatusGui` era stato concepito come un componente strettamente accoppiato a `cargoservice`, potenzialmente residente nello stesso contesto. Tuttavia, un'analisi più approfondita ha rivelato la necessità di un'architettura più robusta e disaccoppiata. Per questo motivo, si è deciso di implementare la GUI e il suo backend in un **contesto separato** (`ctx_cargoservicestatusgui`). Questa scelta strategica garantisce la separazione delle responsabilità (logica di business vs. logica di presentazione) e migliora la manutenibilità e la scalabilità future del sistema, trattando i due contesti come microservizi indipendenti.

Oltre al requisito originale di visualizzazione dello stato della stiva, in accordo col committente si è deciso di aggiungere un nuovo requisito funzionale riguardante la GUI:

> La Web GUI deve permettere a un utente esterno di **inviare una richiesta di carico** (`loadrequest(PID)`) direttamente dall'interfaccia, ricevendo una notifica di successo (`loadaccepted`) o fallimento (`loadrejected`).

Questo requisito introduce una doppia responsabilità per il backend della GUI:

1. **Flusso in uscita (Push)**: Ricevere passivamente gli aggiornamenti di stato dal `cargoservice` e inoltrarli all'interfaccia web.
2. **Flusso in entrata (Request)**: Accettare attivamente comandi dall'interfaccia web, inoltrarli al `cargoservice` e gestire il ciclo di richiesta/risposta.

Per gestire questa duplice natura in modo pulito e aderire al **Principio di Singola Responsabilità** anche a un livello più granulare, si è deciso di suddividere il backend della GUI in **tre attori distinti**, ognuno con un compito altamente specializzato.

Il flusso di operazioni si articola quindi come segue:

- `gui_api_gateway` **(API Gateway)**:
  - Agisce come unico punto di ingresso per tutte le comunicazioni provenienti dal mondo esterno (il WebSocket Handler della GUI).
  - Nella sua fase di inizializzazione, configura un meccanismo di **delega** (`delegate`): istruisce l'infrastruttura Qak a inoltrare automaticamente tutte le future richieste di tipo `loadrequest` all'attore `gui_request_handler`.
  - Dopo la configurazione, rimane in uno stato passivo, agendo da puro router di messaggi.
- `gui_state_observer` **(Osservatore dello Stato)**:

    - La sua unica responsabilità è mantenere la GUI aggiornata.
    - In fase di inizializzazione, si sottoscrive come "osservatore" (`observeResource`) dell'attore `cargoservice`.
    - Rimane in attesa di notifiche di aggiornamento. Quando `cargoservice` pubblica un nuovo stato della stiva, questo attore lo riceve e lo inoltra a tutti i client web connessi.

- `gui_request_handler` **(Gestore delle Richieste)**:

    - La sua unica responsabilità è gestire il ciclo di richiesta/risposta per i comandi inviati dalla GUI.
    - Riceve le richieste `loadrequest` tramite la delega configurata dal Gateway.
    - Inoltra la richiesta al `cargoservice`.
    - Attende la risposta (`loadaccepted` o `loadrejected`) da `cargoservice`.
    - Una volta ricevuta la risposta, la inoltra al client web originale che ha avviato la richiesta.

Questa architettura a tre attori, basata sul pattern **API Gateway** con worker specializzati, garantisce il massimo disaccoppiamento, una chiara separazione dei compiti e una notevole robustezza, poiché un eventuale malfunzionamento in un attore (es. nel gestore delle richieste) non influenzerà l'operatività degli altri (l'osservatore dello stato continuerà a funzionare).

leddevice

`leddevice` deve controllare il led fisico, accendendolo, in caso di malfunzionamenti segnalati da `sonarDevice` e spegnendolo a fine segnalazione. Essendo, dunque, un componente reattivo e proattivo lo andremo a considerare come attore.

Il flusso di `leddevice` è il seguente:

- in fase di inizializzazione passa direttamente all'attesa di messaggi dal sonar
- appena il sonar invia un messaggio di guasto(`ledon`) accende il led fisico
- quando il sonar riceve un messaggio di spegnimento del led lo spegne (`ledoff`) Si sono quindi modellati altri due tipi di messaggi. Si è optato per messaggi di tipo dispatch, in quanto `sonardevice` non ha bisogno di una risposta da parte di `leddevice`

```
//Sonardevice -> leddevice
Dispatch ledon : ledon(M)
Dispatch ledoff : ledoff(M)
```

SonarDevice come principale pilota di Leddevice

La scelta architetturale di far sì che sia il sonar a inviare direttamente i messaggi al `leddevice` dipende da requisiti, semplicità di progettazione e testabilità.

Allineamento ai requisiti

Secondo i requisiti il LED deve accendersi e spegnersi alla rilevazione di una distanza anomala da parte del sonar.
Questo comportamento è dunque esclusivamente legato alla misura del sonar e non ad altro, come la logica di business.

Per questo motivo è sembrato naturale che fosse proprio `sonardevice` a generare i messaggi `ledon` e `ledoff`.

Semplicità e chiarezza del codice

Far emettere direttamente al sonar i messaggi verso il LED evita la necessità di introdurre ulteriori meccanismi di notifica (es. eventi condivisi) che non aggiungerebbero reale valore.
Questa scelta rende il flusso più lineare, leggibile e semplice da mantenere.

Infatti, se dovessero servire più LED non sarebbe comunque il sonar a doverli conoscere direttamente: basterebbe modellare il `leddevice` come un attore composito capace di propagare l'accensione a più istanze, senza modificare la responsabilità del sonar.

Reattività immediata

Da requisiti l'accensione del LED deve avvenire nel momento in cui il sonar stesso rileva una condizione di allarme (container presente o distanza fuori range).
L'uso di un dispatch diretto minimizza il costo di comunicazione e garantisce la risposta più tempestiva possibile, anche a livello visivo.

Testabilità e modularità

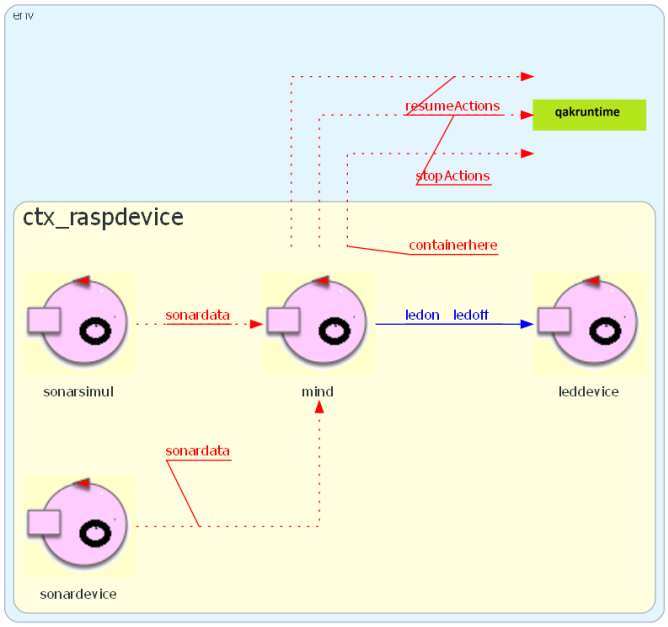
Il `leddevice` può essere testato in isolamento simulando i dispatch `ledon` / `ledoff`.
Analogamente, il `cargoservice` può essere testato senza preoccuparsi dei dispositivi fisici.

Questa separazione aumenta la manutenibilità e permette deployment indipendenti (ad es. LED e sonar sul Raspberry, `cargoservice` su Docker).

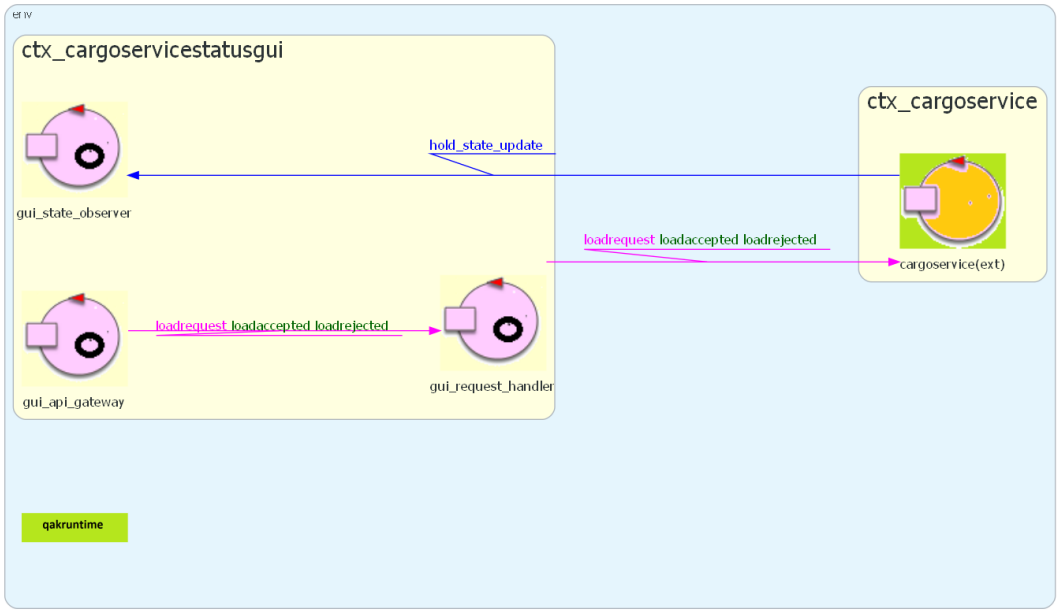
In questo modo si evidenzia che la scelta di far pilotare direttamente il LED dal sonar garantisce reattività, semplicità del modello, costo di comunicazione minimo e alta testabilità.

Modello

L'analisi confluisce nei seguenti due modelli logici



io_devicesArch



cargoservicestatusguiArch

Piano di testing

Avendo ora un formato definito per la visualizzazione dello **stato della stiva**, è possibile verificarne con maggiore precisione il corretto aggiornamento, oltre che il corretto invio del messaggio di update per la GUI. A tal fine, sono stati ideati i seguenti **test plan**:

Nuovi test aggiornamento stiva - SlotManagementTest.java

- Verifica rappresentazione della stiva in formato JSON (caso stiva vuota):

```
  @Test
  public void testEmptyHoldJsonRepresentation() {
      String stateJson = slotManagement.getHoldState(true);
      assertNotNull("Lo stato JSON non deve essere null", stateJson);

      try {
          JSONObject root = (JSONObject) new JSONParser().parse(stateJson);

          // Verifica totalWeight
          assertEquals("Il peso totale deve essere 0", 0, ((Long)
root.get("totalWeight")).intValue());

          // Verifica slots array
          JSONArray slots = (JSONArray) root.get("slots");
          assertEquals("Devono esserci esattamente 4 slot", 4, slots.size());

          // Ogni slot deve avere product = null
          for (Object obj : slots) {
              JSONObject slotObj = (JSONObject) obj;
              assertTrue("Ogni slot deve avere un nome valido", ((String)
slotObj.get("slotName")).startsWith("Slot"));
              assertNull("Ogni slot deve essere vuoto (product = null)",
slotObj.get("product"));
          }

      } catch (ParseException e) {
          fail("Formato JSON non valido: " + e.getMessage());
      }
  }
```

- Verifica rappresentazione della stiva in formato JSON (caso dopo un update):

```
  @Test
  public void testJsonStateAfterUpdate() {
      Product prod = new Product(5, "SpecialItem", 42);

      try {
          slotManagement.updateHold(prod, "Slot1");
      } catch (Exception e) {
          fail("Unexpected exception: " + e.getMessage());
      }
```

```
        String stateJson = slotManagement.getHoldState(true);
        assertNotNull("Lo stato JSON non deve essere null", stateJson);

        try {
            JSONObject root = (JSONObject) new JSONParser().parse(stateJson);

            // Verifica peso totale aggiornato
            assertEquals("Il peso totale deve riflettere il prodotto inserito",
                    42, ((Long) root.get("totalWeight")).intValue());

            // Verifica che Slot1 contenga il prodotto corretto
            JSONArray slots = (JSONArray) root.get("slots");
            JSONObject slot1 = null;
            for (Object obj : slots) {
                JSONObject slotObj = (JSONObject) obj;
                if ("Slot1".equals(slotObj.get("slotName"))) {
                    slot1 = slotObj;
                    break;
                }
            }
            assertNotNull("Slot1 deve esistere", slot1);

            JSONObject product = (JSONObject) slot1.get("product");
            assertNotNull("Slot1 deve contenere un prodotto", product);
            assertEquals(5, ((Long) product.get("productId")).intValue());
            assertEquals("SpecialItem", product.get("name"));
            assertEquals(42, ((Long) product.get("weight")).intValue());

            // Verifica che gli altri slot siano vuoti
            for (Object obj : slots) {
                JSONObject slotObj = (JSONObject) obj;
                if (!"Slot1".equals(slotObj.get("slotName"))) {
                    assertNull(slotObj.get("slotName") + " deve essere
vuoto",slotObj.get("product"));
                }
            }

        } catch (ParseException e) {
            fail("Formato JSON non valido: " + e.getMessage());
        }
    }
```

Test messaggio di update con CoAP - CoapUpdateTest.Java

- Verifica della ricezione del messaggio:

```
@Test
    public void testUpdateResourceCoap() throws Exception {

        CoapClient client = new
CoapClient("coap://localhost:8000/ctx_cargoservice/cargoservice");
```

```
        CountDownLatch latch = new CountDownLatch(1); //usato per impostare un
timeout

        Logger califLogger = (Logger)
LoggerFactory.getLogger("org.eclipse.californium");
        califLogger.setLevel(Level.INFO);

        CoapObserveRelation relation = client.observe(new CoapHandler() {
            @Override
            public void onLoad(CoapResponse resp) {
                System.out.println("response: "+resp);
                String c = resp.getResponseText();
                System.out.println("content: "+c);
                if (c != null && !c.isBlank() && !"nonews".equalsIgnoreCase(c)) {
                    content=c;
                    latch.countDown();
                }
            }

            @Override
            public void onError() {
                latch.countDown();
            }
        });

    //mock di una loadrequest
        String req = CommUtils.buildRequest("mock", "loadrequest",
"loadrequest(1)", "cargoservice").toString();

        String response = conn.request(req);
        System.out.println("richiesta inviata: "+response);

        if (!response.contains("loadaccepted"))
            fail("unexpected rejection");

    //mock dell'evento containerhere per poter testare senza preoccuparsi del
sonar
        IApplMessage ev = CommUtils.buildEvent(
                "test",              // Nome mittente
                "containerhere",             // Nome evento
                "containerhere(ok)"          // Contenuto
            );

        conn.forward(ev);

        // Attendo la notifica CoAP con timeout per sicurezza
        boolean updated = latch.await(600, TimeUnit.SECONDS);
        relation.proactiveCancel();

        assertTrue("Nessun update CoAP ricevuto entro il timeout", updated);
        assertNotNull("Ricevuto update nullo", content);
        System.out.println("Update ricevuto: " + content);
    }
```

Progettazione

Leddevice

Grazie all'utilizzo del framework QAK l'implementazione di `leddevice` è stata banale: all'arrivo dei dispatch `ledon` e `ledoff`, modellati in fase di analisi, l'attore fa partire il file python datoci dal committente per l'accensione/spegnimento del led fisico e transita nello stato successivo in attesa del messaggio complementare.

```
QActor leddevice context ctx_raspdevice{
    State init initial{
     println("$name | led ready") color yellow
    }Goto ledoff_state

    State ledoff_state{
        [# Runtime.getRuntime().exec("python
./resources/python/ledPython25Off.py") #]
        println("$name | led is off") color yellow
        println("$name | led waiting for messages") color yellow
    }Transition t0 whenMsg ledon -> ledon_state

    State ledon_state{
         [# machineExec("python ./resources/python/ledPython25On.py") #]
        println("$name | led is on") color yellow
    }Transition t0 whenMsg ledoff -> ledoff_state

}
```

CargoserviceStatusGui

Il sottosistema QAK `cargoservicestatusgui` è il backend “logico” della GUI e vive in un contesto separato dal `cargoservicecore`. È composto da tre attori indipendenti, come stabilito in fase di modellazione:

- `gui_api_gateway`: Punto di ingresso per le comunicazioni provenienti dal mondo esterno. All’avvio delega tutte le `loadrequest` al worker specializzato. Si è deciso di definire una nuova richiesta `client_loadrequest` per differenziare le loadrequest ricevute tramite la GUI da quelle provenienti da altre fonti, e per poter passare l'id della sessione websocket come spiegato in seguito.

  ```
  State s0 initial {
    println("$name | Gateway avviato.")
    delay 100
    delegate client_loadrequest to gui_request_handler
  } Goto idle_state
  ```

- `gui_state_observer`: Osservatore. Si sottoscrive via CoAP allo stato del cargoservice e inoltra gli update al livello applicativo.

```
State s0 initial {
    println("$name | Avvio e inizio ad osservare cargoservice...") color
green

    // Questa azione usa CoAP per sottoscriversi.
    // La notifica asincrona viene gestita da un CoapHandler
    // che invia i dati al WebSocketManager.
    // Per semplicità nel modello, l'implementazione esatta
    // dell'handler è delegata a una classe Java helper.
    observeResource cargoservice msgid hold_state_update
  }

  // La logica di questo attore si è spostata nell'handler CoAP
  // e nel WebSocketHandler. Qui rimane solo il setup.
```

- `gui_request_handler`: Attore gestore delle richieste/risposte. Riceve client_loadrequest(PID, SESSION_ID) delegata da `gui_api_gateway` e inoltra loadrequest(PID) a cargoservice. Attende loadaccepted(SLOT) oppure loadrejected(REASON), poi costruisce un JSON di risposta e lo inoltra a Spring come `load_response : response($Last_Request_ID, $ResponseJson)`.

Cargoservicestatusgui_model

Questo componente è un'applicazione Spring Boot che funge da ponte tra i browser (che comunicano via WebSocket) e i QAK (che comunicano via TCP + CoAP). Questo modulo è implementato con Spring, sfruttando Inversion of Control (IoC) e Dependency Injection (DI) per ottenere componenti debolmente accoppiati, riusabili e facilmente testabili. In particolare:

- il container Spring crea e gestisce il ciclo di vita dei bean;
- le dipendenze vengono iniettate (di norma via constructor injection), evitando new sparsi nel codice;
- le annotazioni (@Component, @Service, @Configuration, @PostConstruct, @Value/@ConfigurationProperties, ecc.) rendono il wiring esplicito e conciso.

La web GUI vera e propria è una single-page statica (HTML + CSS + JS vanilla) che fornisce una vista in tempo reale dello stato della stiva e consente l'invio di loadrequest.

- Stato in tempo reale: connessione WebSocket a ws://localhost:8080/status-updates con auto-reconnect (3s). Un indicatore rosso/verde mostra lo stato della connessione.
- Vista "hold": griglia responsiva degli slot aggiornata in tempo reale.
- Stato della richiesta: la risposta alle loadrequest inviate tramite GUI viene visualizzata temporaneamente sopra la griglia degli slot, e sparisce automaticamente dopo un breve timeout per evitare confusione con le risposte a richieste successive.

Invio delle richieste tramite web GUI

Per quanto riguarda la funzionalità aggiuntiva introdotta in questo sprint, ovvero il poter inviare richieste di carico direttamente dalla GUI, essa è stata implementata tramite un ponte WebSocket → QAK realizzato in Spring Boot e l'attore QAK `gui_request_handler` introdotto in precedenza. Alla pagina della GUI è stato aggiunto un form in cui inserire il PID desiderato e un pulsante Submit per inviare la richiesta.

Flusso dei messaggi:

Lato Spring (cargoservicestatusgui_model), il browser invia su WebSocket un messaggio contenente un tipo (in questo caso, loadrequest) e il PID inserito nell'apposito form. Il server recupera l'id della sessione WebSocket e lo passa al componente ClientCaller, che a sua volta apre una connessione TCP verso il contesto QAK in cui si trovano i tre attori responsabili della gui e vi inoltra una client_loadrequest(PID, SESSION_ID):

```
@PostConstruct
public void setup() {
    try {
        CommUtils.outblue("ClientCaller | Connecting to QAK context...");
        qakConnection = ConnectionFactory.createClientSupport(
                ProtocolType.tcp, guiContextHost, String.valueOf(guiContextPort));
        CommUtils.outgreen("ClientCaller | Connected to QAK context at " +
guiContextHost + ":" + guiContextPort);
    } catch (Exception e) {
        CommUtils.outred("ClientCaller | Connection to QAK context FAILED: " +
e.getMessage());
    }
}

public void sendLoadRequest(int pid, String sessionId) {
    if (qakConnection == null) {
        CommUtils.outred("ClientCaller | Cannot send request, no connection to QAK
context.");
        return;
    }
    try {
        String msgId = "client_loadrequest";

        // Includiamo il sessionId nel payload, racchiudendolo tra apici singoli
per la sintassi Prolog
        String payload = String.format("client_loadrequest(%d,'%s')", pid,
sessionId);

        IApplMessage request = CommUtils.buildRequest(
            "websocket_client",  // sender
            msgId,               // msgId
            payload,             // content
            gatewayActorName     // receiver
        );

        CommUtils.outblue("ClientCaller | Sending request to QAK: " + request);
        qakConnection.forward(request);

    } catch (Exception e) {
        CommUtils.outred("ClientCaller | Error sending request: " +
e.getMessage());
    }
}
```

Lato QAK (cargoservicestatusgui), l'attore `gui_api_gateway` riceve la `client_loadrequest` e ne delega la gestione a `gui_request_handler`, che:

- estrae PID e racchiude tra apici il SESSION_ID per evitare errori del motore prolog,
- invia la loadrequest a cargoservice con `request cargoservice -m loadrequest : loadrequest(PID)`,
- una volta ricevuta una risposta `loadaccepted(SLOT)`o `loadrejected(REASON)` costruisce un JSON e lo inoltra a Spring con: `forward springboot_gui -m load_response : response(SESSION_ID, JSON_STRING)`

Ritorno a Spring: il server TCP su 8002 (QakResponseServer) riceve `load_response`, ne effettua il parsing e invia il JSON grezzo alla specifica sessione WebSocket indicata dal SESSION_ID.

Dopodiché il browser mostra una notifica del risultato della richiesta.

In questo modo, la GUI può eseguire l'azione end-to-end senza conoscere dettagli interni del dominio QAK.

Modifiche al codice del committente

Durante le prime prove di integrazione tra i diversi componenti del sistema, abbiamo riscontrato alcuni malfunzionamenti legati al comportamento del basicrobot. In particolare, alcune anomalie emerse nei test non derivavano dai nostri modelli o dal flusso di messaggi, bensì dal codice del robot stesso, fornito dal committente. Dopo aver verificato che il ragionamento architetturale e la logica di interazione dei nostri attori fosse corretta, abbiamo deciso di intervenire direttamente sul codice del basicrobot.

Deployment

1. Andare nella cartella CargoServiceCore
2. Seguire le istruzioni per caricare l'immagine Docker di cargoservicore
3. Eseguire il comando `docker load -i basicrobot24.tar` per caricare l'immagine Docker del basicrobot
4. Creare la rete `docker network create iss-network`
5. Eseguire il comando `docker compose -f arch3.yaml up` per far partire i componenti del sistema
6. Aprire il browser su localhost:8090 per visualizzare l'ambiente WEnv in cui lavorerà il DDR robot
7. Eseguire il comando `./gradlew run` oppure `gradle run` nella cartella IODevices per far partire il resto del sistema RaspDevice

Note:

a. Per far eseguire il punto 2 è bene ricordarsi di far partire il demone Docker
b. Il sistema cargoservice si appoggia a productservice che ha un database Mongo per la persistenza dei prodotti, questo si può riempire con oppurtuni prodotti di test attraverso il file setup_mongo.js (eseguire `node setup_mongo.js`)

Raspberry Deployment

Se si è in possesso di un Raspberry Pi, si possono usare componenti fisici per il controllo dei dispositivi di I/O. Per farlo:

1. Eseguire fino al punto 6 della sezione precedente

2. Copiare sul Raspberry Pi la distribuzione dei componenti relativi ai dispositivi di I/O generata con `./gradlew run` utilizzando, ad esempio, il comando `scp` oppure clonando direttamente il repository da Git.
3. Sul Raspberry Pi, assicurarsi di avere installato Java 17 e Python 3: `sudo apt update && sudo apt install -y openjdk-17-jdk python3 python3-pip`
4. Verificare che lo script sonar.py sia leggibile ed eseguibile: `chmod a+rx /percorso/del/progetto/resources/python/sonar.py`
5. Assicurarsi che il file gradlew abbia il permesso di esecuzione (necessario se il progetto è stato copiato da Windows o scaricato in un formato che perde i permessi): `chmod +x gradlew`
6. Lanciare il sistema direttamente sul Raspberry Pi con: `./gradlew run`