**Indice**

* Introduzione
  + Descrizione progetto
  + Principali tecnologie implementate
* (Capitolo 1) Panoramica tecnologie
  + 1.1 Event-driven architecture
    - Spiegazione
    - Confronto con modello request/reply
  + 1.2 Publish/subscribe
    - Spiegazione
    - Confronto con altri pattern
    - Motivazioni scelta di implementazione nel progetto
  + 1.3 Redis
    - Spiegazione
    - Confronto con database relazionali
    - Motivazioni scelta di implementazione
  + 1.4 MQTT
    - Spiegazione
    - Confronto con altri metodi di comunicazione votato all’IoT
    - Motivazioni scelta di implementazione nel progetto
  + 1.5 Server-sent events
    - spiegazione
    - Confronto con WebSocket e Long-polling
    - Motivazioni scelta di implementazione
* (Capitolo 2) Realizzazione progetto
  + [TODO]

# Sommario

[TODO]

# Introduzione

[TODO]

# Capitolo 1 Panoramica tecnologie

**Event driven architecture**

Gli appicativi moderni si ritrovano sempre più spesso di fronte al problema di dover mettere in comunicazione più elementi eterogenei tra loro, come per esempio un applicativo web con sensori IoT e un’applicazione mobile; oppure anche più microservizi separati di una stessa applicazione. Per forza di cose questi elementi avranno caratteristiche e funzioni molto diverse tra loro, rendendo difficile la comunicazione.

Negli anni si è sempre adottato il pattern “request/response” che vede un elemento del sistema chiedere ad un secondo (o a più) i dati necessari, di seguito questo creerà una risposta e la riporterà al primo che potrà così riprendere con l’esecuzione normale. Questo pattern funziona bene ed è di semplice implementazione, ma ha alcuni punti in cui non risulta ottimale, come ad esempio la situazione in cui un componente deve attendere che una certa risorsa sia pronta per essere letta per poter continuare il proprio ciclo di esecuzione. Con il pattern request/response, l’unico modo per ricevere questa risorsa, sarebbe continuare a chiederla finché non risulta effettivamente pronta; metodo che però comporta uno spreco di risorse e porta inevitabilmente a richieste a vuoto.

Per risolvere questo problema è stato creato il pattern architetturale Event-driven.

L’architettura basata ad eventi (EDA) “definisce una metodologia per la progettazione e l'implementazione di applicazioni e sistemi in cui gli eventi si trasmettono tra componenti software e servizi disaccoppiati”1. Per “evento” si intende un cambio significativo di stato che può essere di interesse all’interno del sistema, per cui valga la pena che gli altri componenti vengano notificati.

Questo modello va a sostituire, in determinate situazioni, il tradizionale modello “request/response”, in quanto non vi sarà più bisogno di richiedere continuamente le risorse, ma ogni elemento verrà notificato e riceverà la risorsa automaticamente.

I vantaggi chiave dell’architettura Event-driven, sono diversi:

* Il primo sta nel fatto che ogni elemento del sistema sia estraneo agli altri e si occuperà solo di inviare o ricevere eventi con un servizio dell’applicazione appositamente creato con lo scopo di gestire il traffico di questi messaggi chiamato “broker”;
* questo porta ad un secondo vantaggio, per il quale un evento inviato, può essere ricevuto da diversi elementi, creando quindi una relazione 1 a N tra chi invia e chi riceve, non più come prima che era intrinsecamente 1 a 1;
* altro punto importante è, in generale, il minor uso di risorse in quanto non serve aspettare una risorsa in polling o effettuare richieste a vuoto sperando che sia disponibile ma sarà sufficiente reagire quando viene rilevato l’evento.

L’architettura Event-driven trova applicazione nel pattern Publish/Subscribe.

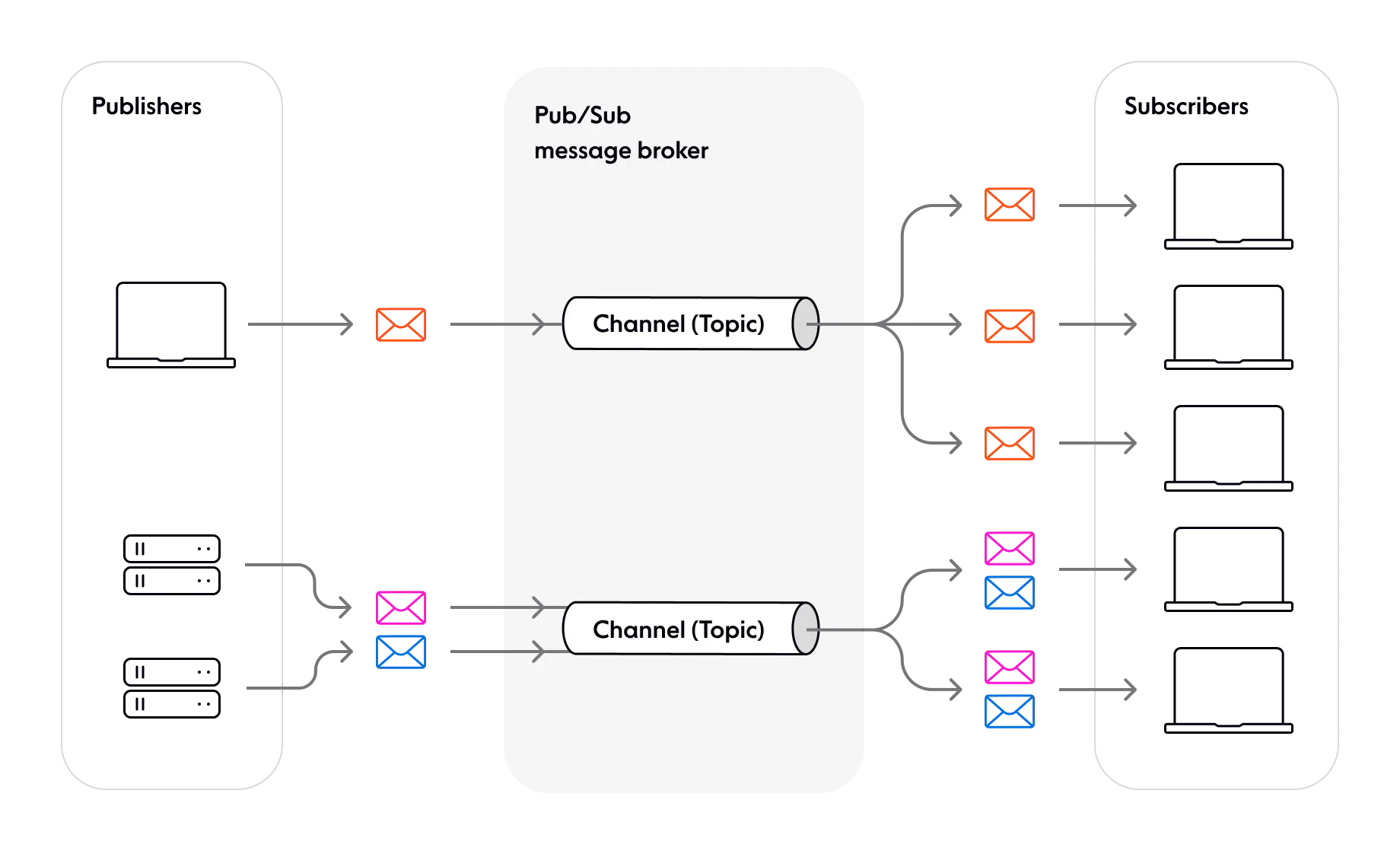
**Pattern Publish/Subscribe**

Abbreviato spesso in pub/sub, è un pattern usato per permettere una comunicazione asincrona tra componenti di un applicativo, prevedendo la pubblicazione di messaggi e la loro ricezione dalle parti interessate a riceverli.

La particolarità importante di questo sistema sta nel fatto che i componenti hanno un compito ben definito ma non hanno coscienza di tutto il resto della rete, rendendo il tutto molto scalabile e adatto a elementi eterogenei tra loro.

Gli elementi principali di questo pattern sono:

* Publisher: l’elemento che invia il messaggio su un canale definito. Si occupa solo dell’invio e non si preoccupa se ci sono iscritti al canale su cui sta pubblicando o se qulacuno ha effettivmente letto i messaggi.
* Subscriber: viceversa è l’elemento che usufruisce dei messaggi forniti in un certo canale. Sempre per rispettare le regole del pattern, non ha idea di chi abbia pubblicato i messaggi, ma si limita a leggerli.
* Broker: è di fatto un intermediario che gestisce lo scambio di messaggi tra i vari publisher e subscribers nei vari canali
* Canali: Sono “topic” in cui i publishers inviano i messaggi che i subscribers leggono e servono per differenziare



#### Differenze con Observer pattern

Tra le varie possibilità di implementazione dell’architettura Event-driven, il pattern che più viene paragonato al pubsub è l’observer pattern, perché presentano caratteristiche comuni tra loro.

L’observer pattern è un modello di comunicazione che permette di inviare notifiche a più “observer” quando un soggetto cambia di stato. La principale differenza sta nel fatto che questo pattern crea una relazione 1 a N, con un oggetto osservato da più listererns, a differenza del pub/sub nel quale le relazioni possono essere anche N a M, in quanto N publishers possono inviare dati su diversi topic che verranno letti da M subscribers.

Nell’progetto realizzato, per i motivi sopra citati, ho deciso di adottare il pattern pub/sub piuttosto che l’observer perché la relazione 1 a N su determinati topic sarebbe potuta diventare una limitazione pensando in ottica di scalabilità, magari in uno scenario a più microservizi con necessità di trasmettere su più canali.

## Redis

[TODO]

## MQTT

#### Spiegazione

Un aspetto chiave del sistema in esame, è la condivisione dei dati presi dal database con dei dispositivi IoT o con applicazioni mobile, nel caso specifico del progetto realizzato bisogna rendere disponibili i dati ad un controllore ESP32 che ha poi il compito di visualizzare il dato letto tramite strisce led.

Per questo tipo di comunicazione, viene ampiamente utilizzato il protocollo MQTT, che, come riportato da Gastòn C. Hillar nel libro MQTT Essentials – A Lightweight IoT Protocol, lo si può definire come “un protocollo di messaggistica leggero che lavora con un broker per fornire un meccanismo publish-subscribe e funziona sopra il protocollo TCP/IP”[[1]](#footnote-2)

#### Confronto con metodi comunicazione per dispositivi IoT

#### Motivazioni scelta implementazione nel progetto

## Server Sent Events

Le applicazioni web utilizzano il protocolo HTTP per permettere la comunicazione tra client e server, usando metodi come GET o POST per accedere alle risorse.

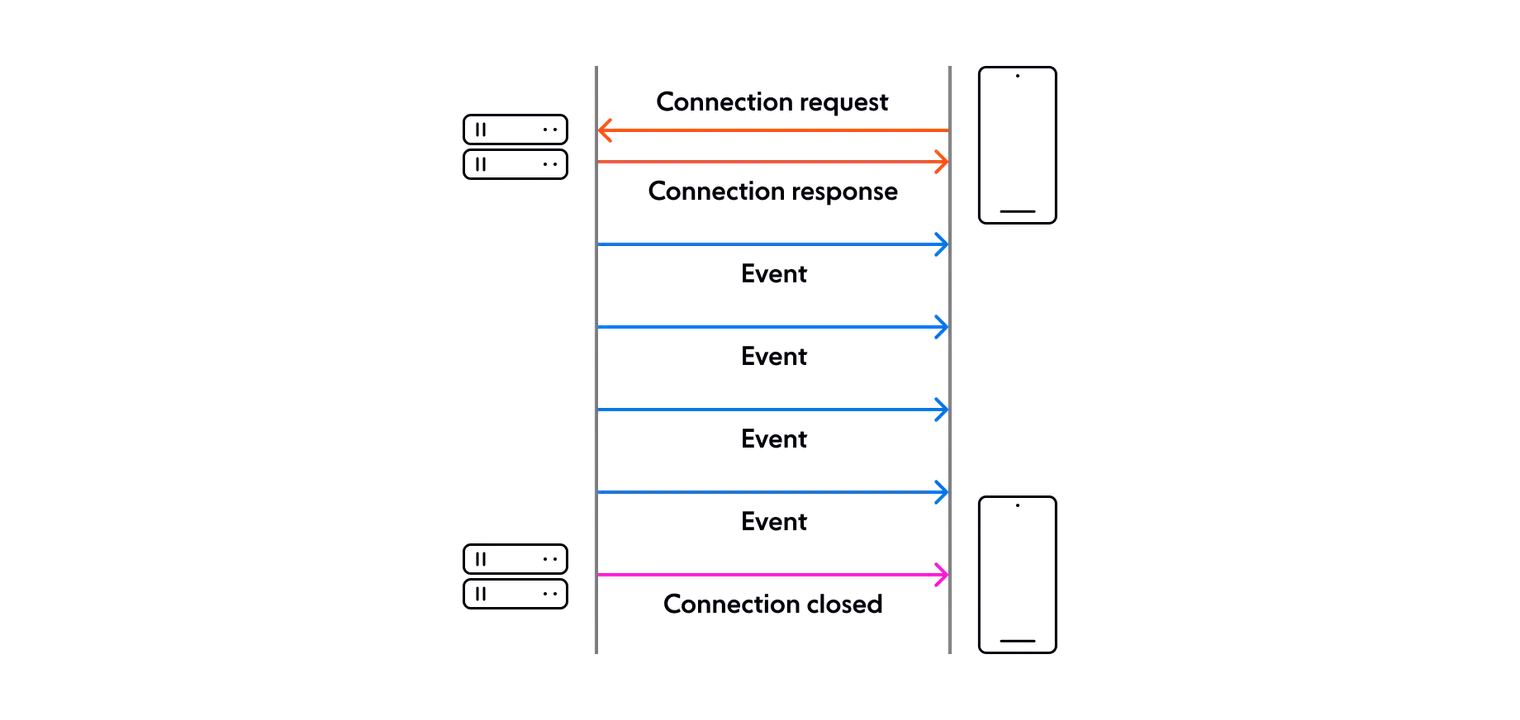
Il funzionamento è tipicamente in forma “request/reply” e prevede l’inizio della comunicazione TCP da parte del client, l’accettazione da parte del server, lo scambio di messaggi testuali e infine la chiusura della connessione. Questo metodo funziona benissimo nella maggior parte dei casi, vi sono però situazioni in cui, ad esempio, il client necessita di una serie di dati continui da parte del server, oppure quando sarebbe richiesta una comunicazione ad eventi.

Usando semplicemente il protocollo HTTP, l’unico modo per ricevere continuamente degli update, sarebbe usare il polling, andando ad interrogare il server a ripetizione dopo un certo intervallo di tempo. Questo come già detto in precedenza, porterebbe inevitabilmente ad uno spreco di risorse e con potenziali chiamate inutili, per ovviare a questo problema, sono stati creati protocolli che permettono di implementare l’architettura Event-driven anche in una comunicazione web.

Quello scelto e implementato nell’applicazione in esame è il protocollo Server Sent Events.

Abbreviato in SSE “*è una tecnologia HTML5 che consente al server di inviare nuovi dati ai clienti*”1 e di tratta di un modello di comunicazione web ad eventi, che permette di aprire una comunicazione con cui i dati vengono inviati in modo asincrono a fronte di un’unica richiesta da parte del client e funzionano usando una connessione HTTP “di lunga durata” che rimarrà aperta finché uno tra client o server non la termina.

Il protocollo Server Sent Events ha la caratteristica di essere unidirezionale, che comporta l’invio di dati di tipo testuale solo da parte del server e in maniera asincrona e, anche grazie a questa caratteristica, l’implementazione risulta più semplice rispetto ad altri protocolli esistenti, in quanto sarà sufficiente predisporre il sistema a leggere i dati inviati dal server. Un’altra caratteristica importante, sta nella riconnessione automatica, per cui nel caso in cui vi sia una perdita di connessione il client tenterà di ristabilire la comunicazione automaticamete senza dover implementare la gestione dei codici di ritorno del protocollo HTTP.



Di seguito sono riportati i confronti con le soluzioni alternative più usate attualmente:

Il più simile tra tutti è sicuramente il protocollo WebSocket, che consente di mantenere aperta una comunicazione bidirezionale client-server e implementa la gestione degli eventi. Da notare che la comunicazione per questo protocollo è full-duplex(1) attraverso una singola connessione TCP.

Le principali differenze con il SSE sono due: la prima è che non è previsto un meccanismo di riconnessione automatica; la seconda sta nel fatto che la comunicazione sia bidirezionale e questo, come già detto, comporta più complessità di implementazione perché ci sarà da gestire tutto il meccanismo di ricezione e risposta. Per l’applicazione in esame non ho utilizzato WebSocket proprio perché non avevo necessità della bidirezionalità della comunicazione e, invece, mi ha fatto comodo il sistema di riconnessione automatica.

Altro modello molto noto è il Long Polling, che permette di avere una connessione aperta con il server senza usare nessun tipo di protocollo specifico. Il suo funzionamento è molto semplice: dopo aver inviato una richiesta al server, quest’ultimo non chiuderà la comunicazione finché non avrà un messaggio da inviare e, una volta che il messaggio è stato spedito e la comunicazione chiusa, il client si occuperà di riaprirne una nuova subito dopo.

Il Long Polling non rientra nella categoria dei protocolli Event-based, perchè il client deve occuparsi di aprire una connessione e di aspettare una risposta, senza però che vi sia un sistema di update o notifica e questo, come già detto, risulterà sempre in uno spreco di risorse, anche perché la connessione va riaperta ogni volta che arriva un nuovo dato dal server. Questo è il motivo principale per cui ho scelto di non implementarlo nell’applicazione proposta.

(1) Full-duplex: comunicazione biridezionale simultanea. Per fare un esempio pratico, è come la comunicazione del telefono, dove entrambi possono parlare e ricevere allo stesso momento

1. Gastòn C. Hillar, 2017, *MQTT Essentials – A Lightweight IoT Protocol* [↑](#footnote-ref-2)