



Luca Cabibbo Architettura dei Sistemi Software

Broker

dispensa asw440
ottobre 2023

*Intelligence is not the ability
to store information,
but to know where to find it.*

Albert Einstein



- Riferimenti

- ❑ Luca Cabibbo. **Architettura del Software: Strutture e Qualità**. Edizioni Efestò, 2021.
 - Capitolo 24, **Broker**
- ❑ [POSA1] Buschmann, F., Meunier, R., Rohnert, H., Sommerlad, P., Stal, M. **Pattern-Oriented Software Architecture: A System of Pattern, Volume 1 (POSA1)**, Wiley, 1996.
- ❑ [POSA4] Frank Buschmann, Kevlin Henney, Douglas C. Schmidt. **Pattern-Oriented Software Architecture (vol. 4): A Pattern Language for Distributed Computing**. John Wiley & Sons, 2007
- ❑ Bachmann, F., Bass, L., and Nord, R. **Modifiability Tactics**. Technical report CMU/SEI-2007-TR-002. 2007.



- Obiettivi e argomenti

- Obiettivi
 - presentare il pattern architetturale Broker
- Argomenti
 - introduzione
 - Broker [POSA]
 - discussione



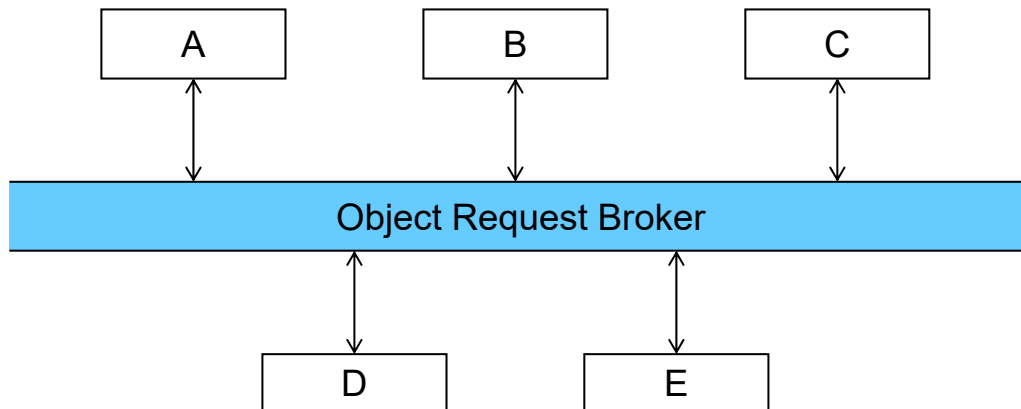
* Introduzione

- In un sistema distribuito ci possono essere una molteplicità di componenti server che erogano dei servizi
 - possono essere più istanze/repliche di componenti che erogano uno stesso servizio – oppure anche componenti relativi a servizi diversi
 - la locazione in rete di questi componenti potrebbe anche variare dinamicamente nel tempo
 - è spesso utile un meccanismo per fornire
 - flessibilità rispetto alla locazione dei servizi in rete
 - trasparenza nell'accesso a questi servizi rispetto alla loro locazione



Broker

- Una prima soluzione a questo problema è stata realizzata nelle tecnologie a *oggetti distribuiti* (fine anni '80 e primi anni '90)
 - la comunicazione tra oggetti distribuiti è supportata da un *object request broker (ORB)* – o semplicemente *broker*
 - il broker è essenzialmente un bus software che realizza un'infrastruttura di comunicazione tra gli oggetti distribuiti

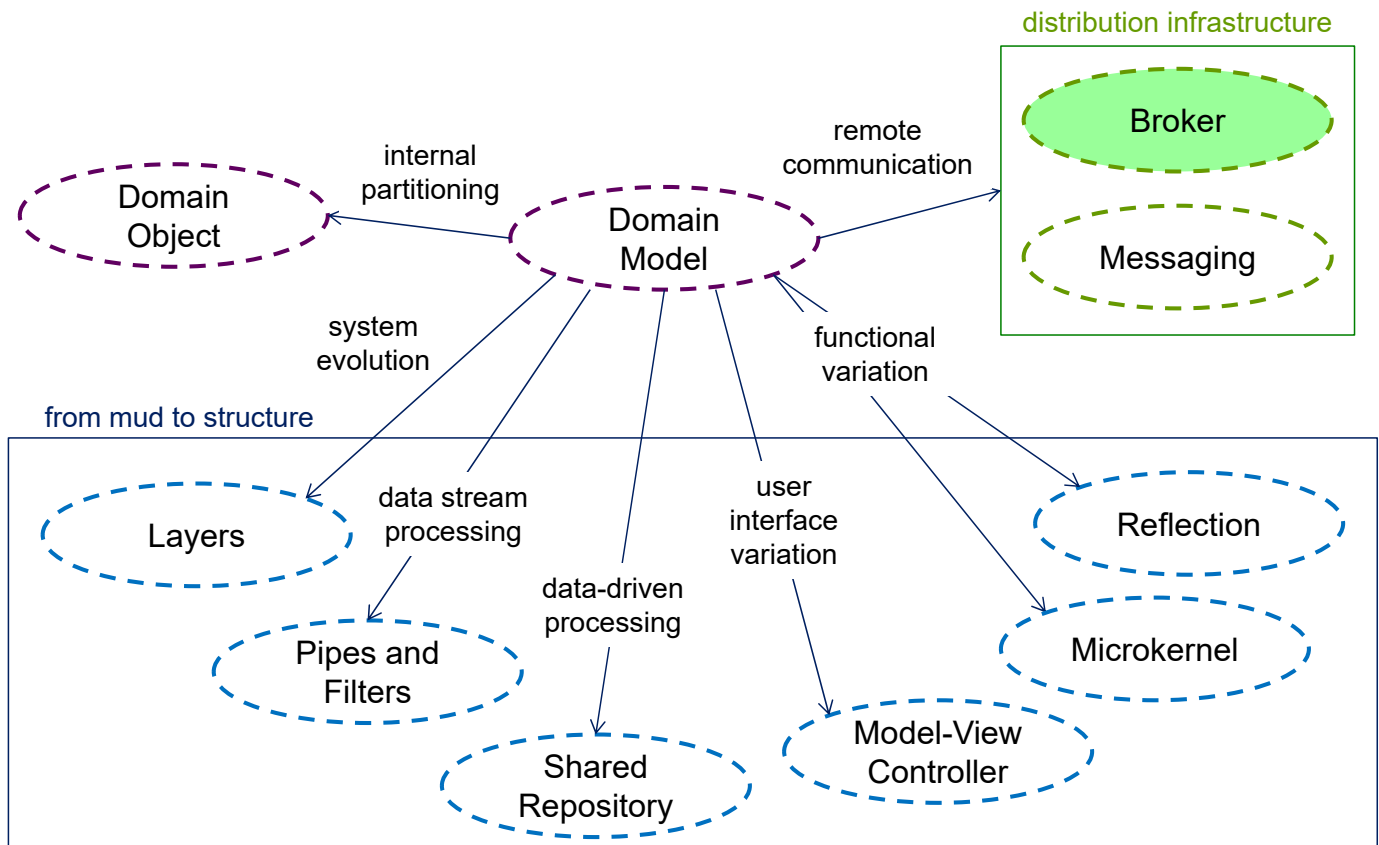


* Broker [POSA]

- *Broker* è un pattern architetturale fondamentale POSA, della categoria “distribution infrastructure”
 - supporta lo stile di comunicazione dell’invocazione remota
 - fornisce un’infrastruttura di comunicazione per rendere trasparenti alcune complessità della distribuzione
 - è uno dei contributi principali delle tecnologie a oggetti distribuiti
 - ha ancora oggi un ruolo fondamentale nei sistemi distribuiti – nelle sue diverse varianti ed evoluzioni



Relazione con altri pattern [POSA]



7

Broker

Luca Cabibbo ASW



Broker [POSA]

- Il termine **broker** indica, in generale, un **intermediario**
 - “un professionista che ricerca e acquista, per conto del cliente, nel mercato di riferimento, il prodotto che offre il miglior rapporto qualità-prezzo” [Wikipedia]
- Il pattern architetturale **Broker** [POSA]
 - un broker è un intermediario per coordinare la comunicazione tra diversi componenti remoti
 - consente di strutturare sistemi distribuiti con componenti disaccoppiati che interagiscono mediante l’invocazione di servizi remoti

8

Broker

Luca Cabibbo ASW



Esempio

□ City Information System – CIS

- sistema di informazioni turistiche
- portale verso altri sistemi (esterni) che effettivamente offrono servizi per turisti
 - informazioni su alberghi e ristoranti, trasporti pubblici, musei, visite guidate, ...
 - anche con la possibilità di fare prenotazioni/acquisti
- ci possono essere più sistemi esterni che possono soddisfare uno stesso tipo di richieste
- è possibile la registrazione dinamica di nuovi sistemi esterni
- il CIS si propone come un punto di contatto singolo per il turista nei confronti dei sistemi esterni
 - ovvero, come un “broker” tra turista e sistemi esterni



Broker

□ Contesto

- un sistema distribuito, con più componenti che erogano dei servizi
- è necessaria un'infrastruttura di comunicazione per proteggere le applicazioni dalla complessità della distribuzione



Broker

❑ Problema

- si vuole organizzare un sistema distribuito, con più componenti distribuiti, in modo flessibile
 - questi componenti che erogano servizi devono poter essere posizionati in rete in modo flessibile
 - i componenti devono poter invocare i servizi di loro interesse – queste invocazioni dovrebbero essere espresse in modo unificato e indipendente dalla posizione dei componenti



Broker

❑ Problema

- in particolare, si desiderano
 - componenti che possono interagire, ma disaccoppiati
 - trasparenza nell'accesso ai componenti – indipendenza dalla locazione, dai meccanismi di comunicazione interprocesso e dalla disponibilità dei componenti
 - possibilità di aggiungere, rimuovere o sostituire componenti a runtime
 - se possibile, interoperabilità tra componenti eterogenei



Broker

□ Soluzione (struttura)

- organizza il sistema distribuito come un insieme di componenti che interagiscono mediante invocazioni remote
- introduci un componente intermediario *broker* per gestire la comunicazione tra questi componenti distribuiti
 - il broker definisce un modello di programmazione distribuita e incapsula l'infrastruttura di comunicazione del sistema distribuito
 - il broker realizza un disaccoppiamento tra utenti (client) e fornitori (server) dei servizi – inoltre sostiene la separazione tra le funzionalità applicative e i dettagli della comunicazione
- utilizza degli ulteriori intermediari *proxy* – per aiutare i componenti client e server nell'interazione con il broker



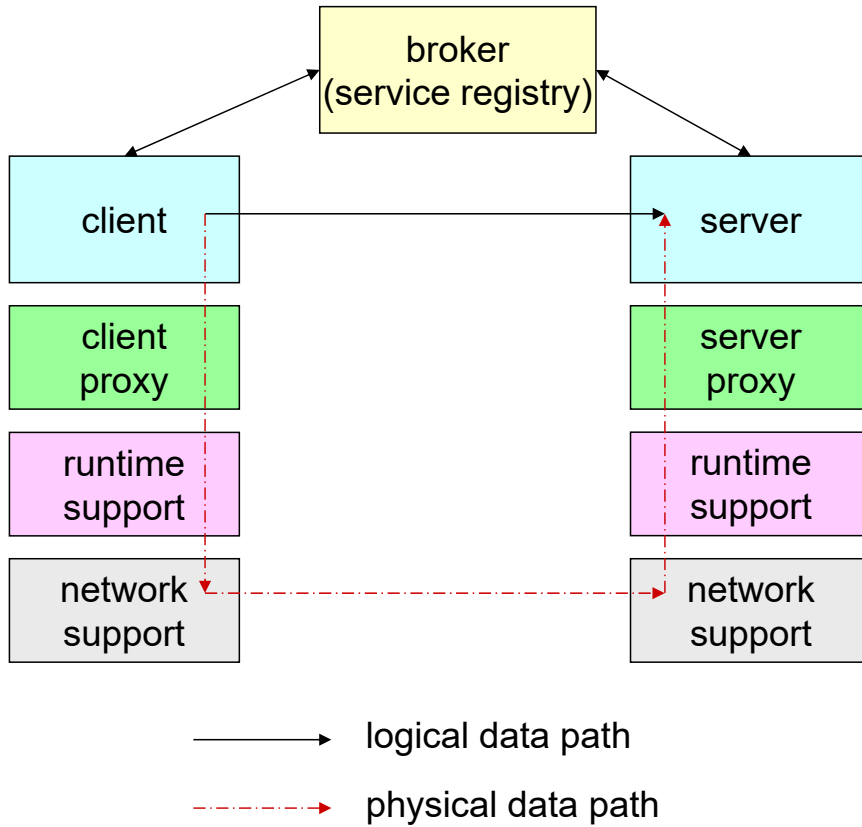
Broker

□ Soluzione (scenari)

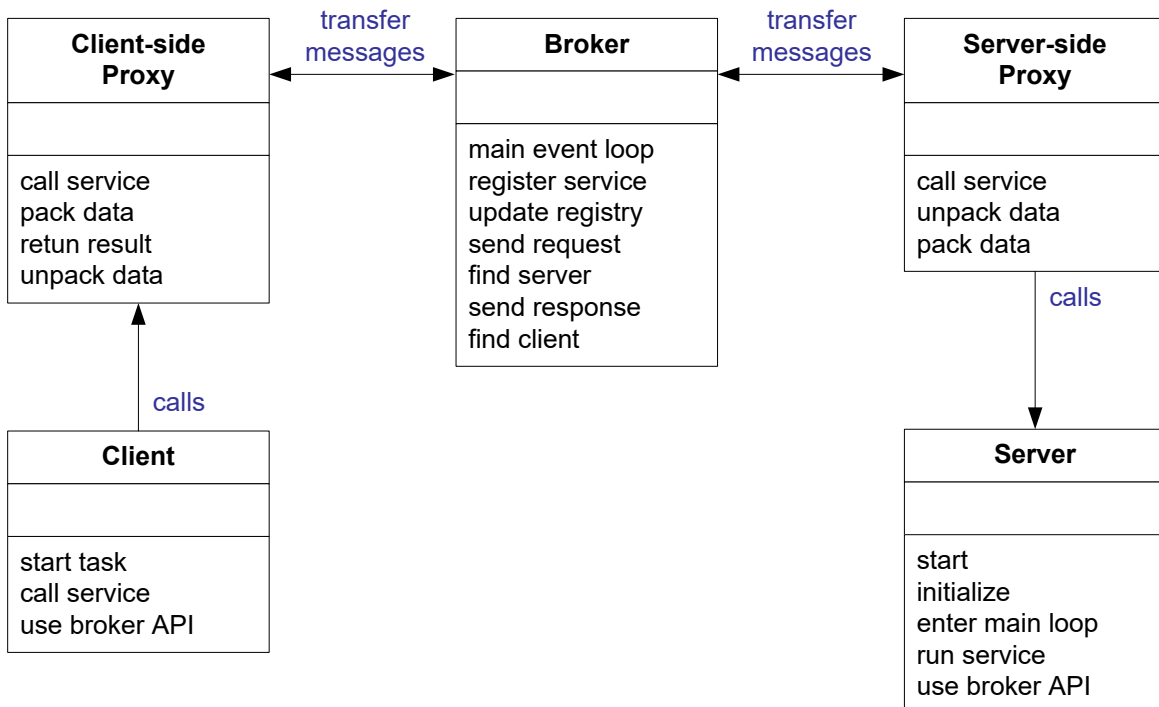
- un server, al suo avvio, registra i propri servizi presso il broker
- un client accede ai servizi indirettamente, tramite il broker
 - il broker seleziona un server in grado di erogare il servizio
 - se un server diviene indisponibile, il broker può scegliere dinamicamente di sostituirlo con un altro server



Broker



Struttura





Partecipanti

▣ *Server*

- un oggetto o componente che offre servizi
- i servizi sono esposti tramite una interfaccia
- ci sono molti server – ciascuno offre uno o più servizi
- ogni server registra i propri servizi presso il Broker

▣ *Client*

- un oggetto o componente che vuole fruire di servizi
- ci sono molti client concorrenti
- un client inoltra le proprie richieste al Broker
- “client” e “server” vanno intesi in modo flessibile



Partecipanti

▣ *Broker*

- l'intermediario tra i client e i server nel sistema distribuito
- è responsabile di trasmettere richieste e risposte tra client e server
- è responsabile di gestire un registry dei servizi e dei server del sistema distribuito
- offre ai server (mediante delle API) la funzionalità per registrare i loro servizi
- offre ai client (mediante delle API) la funzionalità per richiedere l'esecuzione di servizi
- può offrire altri servizi (infrastrutturali) aggiuntivi



Partecipanti

□ *Proxy lato client*

- intermediario tra client e broker (e server)
- vive localmente al processo del client
- un remote proxy – fornisce trasparenza rispetto alla distribuzione
- responsabile di inviare richieste al server (tramite il broker) e di ricevere risposte dal server (tramite il broker)

□ *Proxy lato server*

- intermediario tra (client e) broker e server
- vive localmente al processo del server
- responsabile di ricevere richieste dal client (tramite il broker), di invocare il servizio effettivo e di trasmettere le risposte al client (tramite il broker)

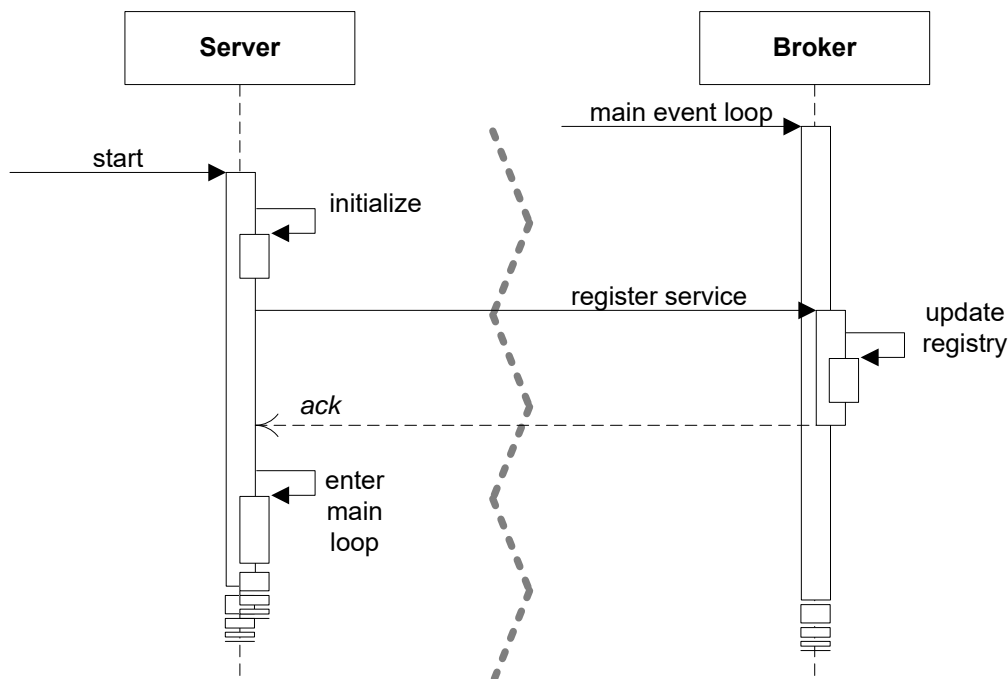
19

Broker

Luca Cabibbo ASW



Scenario 1 – registrazione server



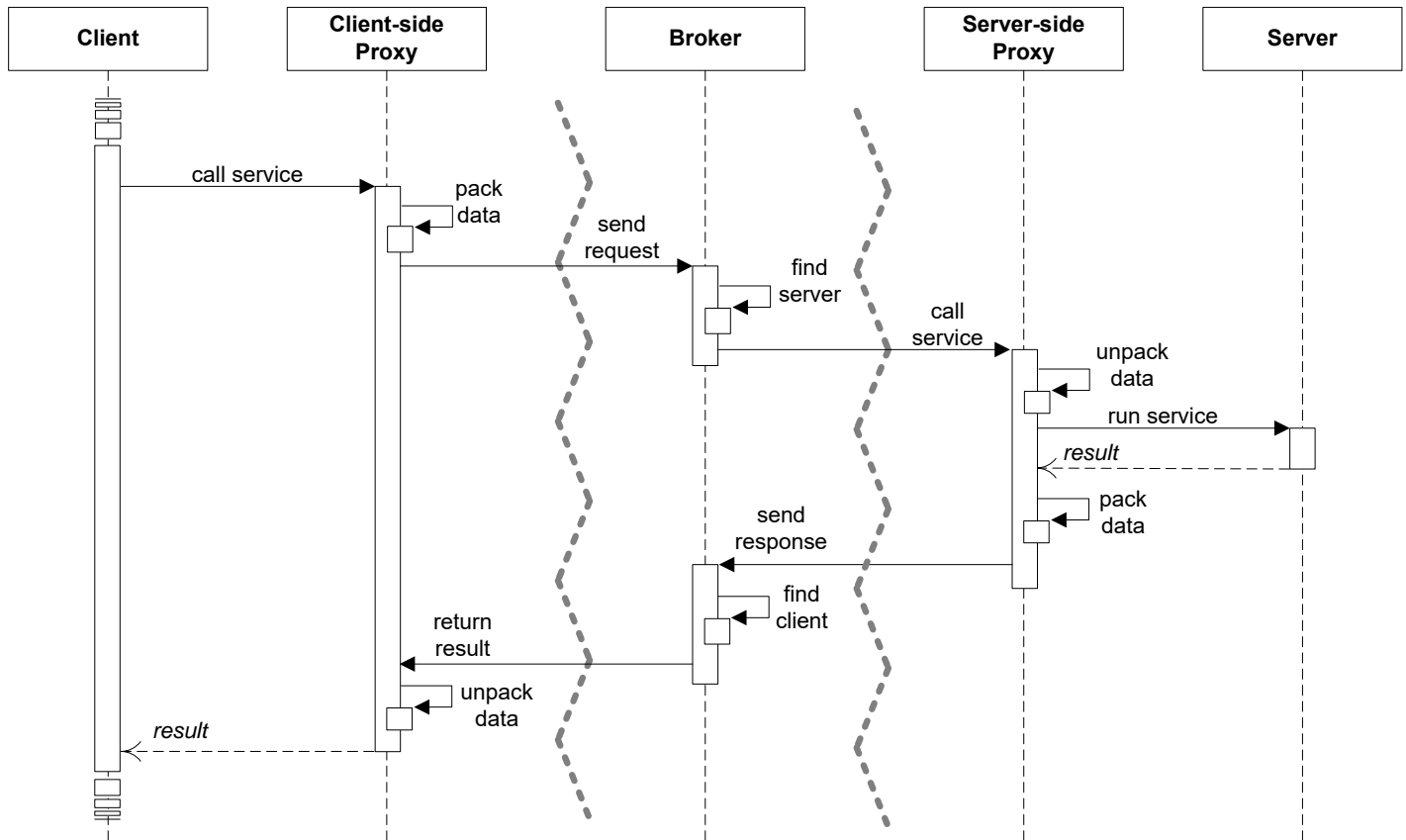
20

Broker

Luca Cabibbo ASW



Scenario 2 – gestione richiesta client



21

Broker

Luca Cabibbo ASW



Scenario 2 – varianti

- Due varianti principali per lo scenario per la gestione di una richiesta di un client
 - **comunicazione indiretta**
 - tutte le richieste e le risposte transitano attraverso il broker
 - **comunicazione diretta**
 - il broker è responsabile solo di mettere in comunicazione client e server
 - dopo di che, client e server comunicano in modo diretto

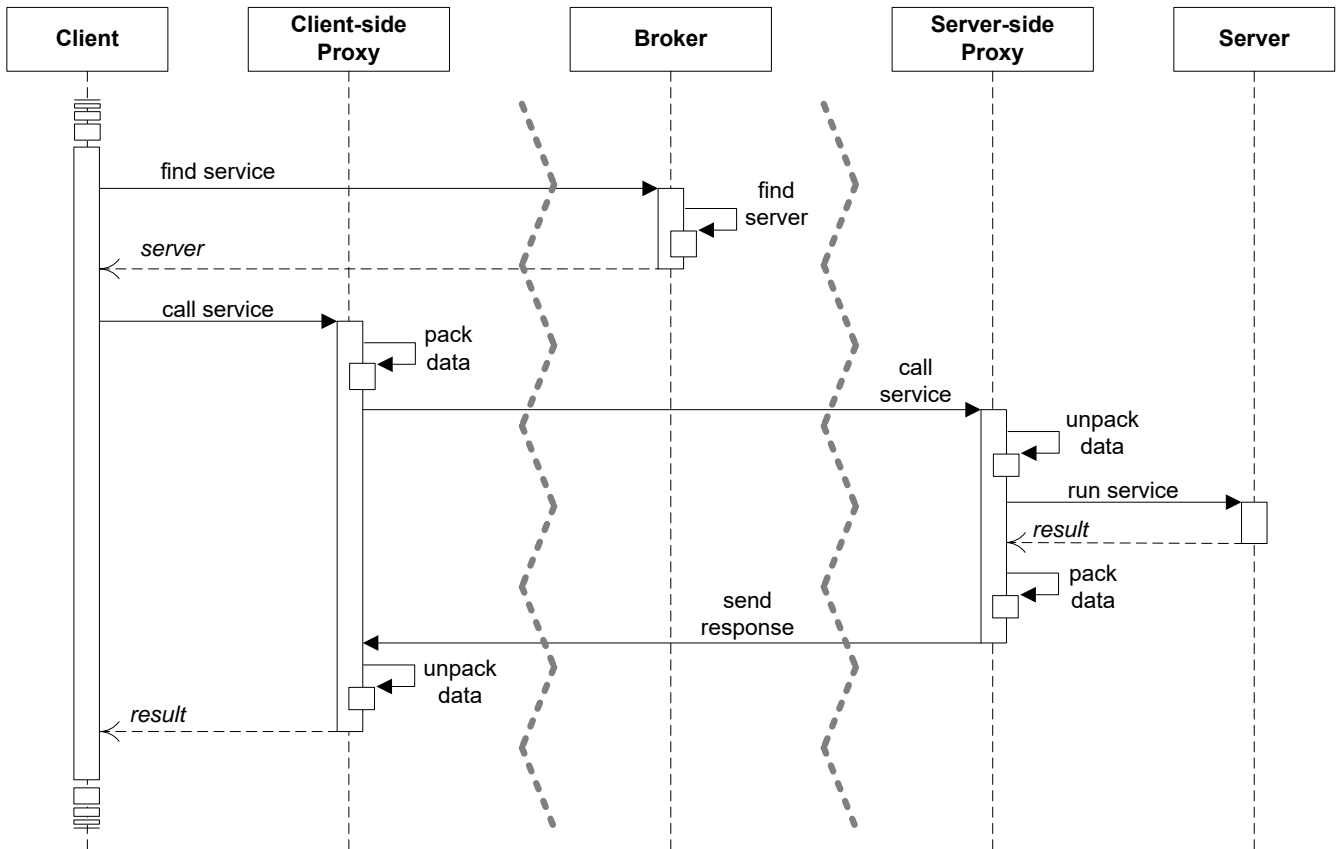
22

Broker

Luca Cabibbo ASW



Scenario 2 – comunicazione diretta



23

Broker

Luca Cabibbo ASW



Scenario 2 – varianti

□ Confronto tra le varianti

- nella comunicazione diretta, l'overhead di comunicazione è minore
- nella comunicazione indiretta, il client è protetto in modo continuo da eventuali indisponibilità e da variazioni di locazione dei servizi
- la comunicazione indiretta abilita un ulteriore scenario di interoperabilità, in cui il client e il server potrebbero essere eterogenei e potrebbero essere basati su protocolli o su formati diversi
 - una federazione di broker insieme a degli ulteriori componenti "bridge"

24

Broker

Luca Cabibbo ASW



Conseguenze

□ Benefici

- 😊 trasparenza dalla posizione
- 😊 modificabilità ed estendibilità dei componenti
- 😊 riusabilità di servizi esistenti
- 😊 possibile l'interoperabilità tra tipi di client, server e broker diversi

□ Inconvenienti

- 😞 riduzione delle prestazioni, a causa dell'indirezione del broker
- 😞 minor tolleranza ai guasti rispetto a una soluzione non distribuita
- 😞 maggiore complessità
- 😞 difficile da verificare



- Usi conosciuti

□ Il pattern architetturale Broker è molto diffuso

- la prima implementazione di un broker che è stata ampiamente usata è in CORBA (Common Object Request Broker Architecture, 1991)
- il pattern broker è usato, in forme variate ed evolute, anche nelle tecnologie a componenti (come Java EE e .NET), nella comunicazione asincrona (message broker) e nell'architettura a servizi (service discovery)



* Discussione

- Il pattern architetturale Broker suggerisce di organizzare un sistema distribuito come un insieme di componenti che interagiscono sulla base di invocazioni remote
 - descrive l'infrastruttura di comunicazione per supportare le invocazioni remote, e per rendere trasparenti agli sviluppatori alcune complessità della distribuzione



Discussione

- Il pattern Broker (con le sue varianti ed evoluzioni) ha un ruolo fondamentale in molti sistemi distribuiti – soprattutto in quelli che (per sostenere prestazioni, scalabilità e disponibilità) hanno queste caratteristiche
 - sono composti da più componenti (o servizi)
 - questi componenti devono essere rilasciati in un ambiente distribuito in modo flessibile
 - questi componenti possono essere presenti in più repliche
 - il numero delle repliche dei componenti può variare dinamicamente
 - anche la locazione dei componenti può variare dinamicamente
 - i client di questi componenti devono essere comunque in grado di accedere alle funzionalità offerte dai componenti