



Luca Cabibbo  
Architettura  
dei Sistemi  
Software

# Messaging

**dispensa asw460**  
ottobre 2024

*Asynchronous messaging architectures  
are powerful  
but require us to rethink our  
development approach.*  
*Gregor Hohpe and Bobby Woolf*

1

Messaging

Luca Cabibbo ASW



## - Riferimenti

- Luca Cabibbo. **Architettura del Software: Strutture e Qualità**. Edizioni Efestò, 2021.
  - Capitolo 26, **Messaging**
- [POSA4] Frank Buschmann, Kevlin Henney, Douglas C. Schmidt. **Pattern-Oriented Software Architecture (vol. 4): A Pattern Language for Distributed Computing**. John Wiley & Sons, 2007
- [EIP] Hohpe, G. and Woolf, B. **Enterprise Integration Patterns: Designing, Building, and Deploying Messaging Solutions**. Addison-Wesley, 2004.
  - <https://www.enterpriseintegrationpatterns.com/>

2

Messaging

Luca Cabibbo ASW



## - Obiettivi e argomenti

### □ Obiettivi

- presentare il pattern architetturale Messaging per la comunicazione asincrona
- presentare ulteriori pattern di supporto alla comunicazione asincrona

### □ Argomenti

- introduzione
- Messaging [POSA4]
- pattern di supporto al Messaging
- discussione



## \* Introduzione

- La comunicazione asincrona è supportata dai pattern architetturali *Messaging* [POSA4] e *Publisher-Subscriber* [POSA]
  - tra questi due pattern POSA ci sono molti punti in comune – ma anche alcune differenze (che però sono meno importanti dei punti in comune)
  - qui li presentiamo in modo unificato, come se fossero un singolo pattern architetturale – che chiamiamo *Messaging* [POSA4]

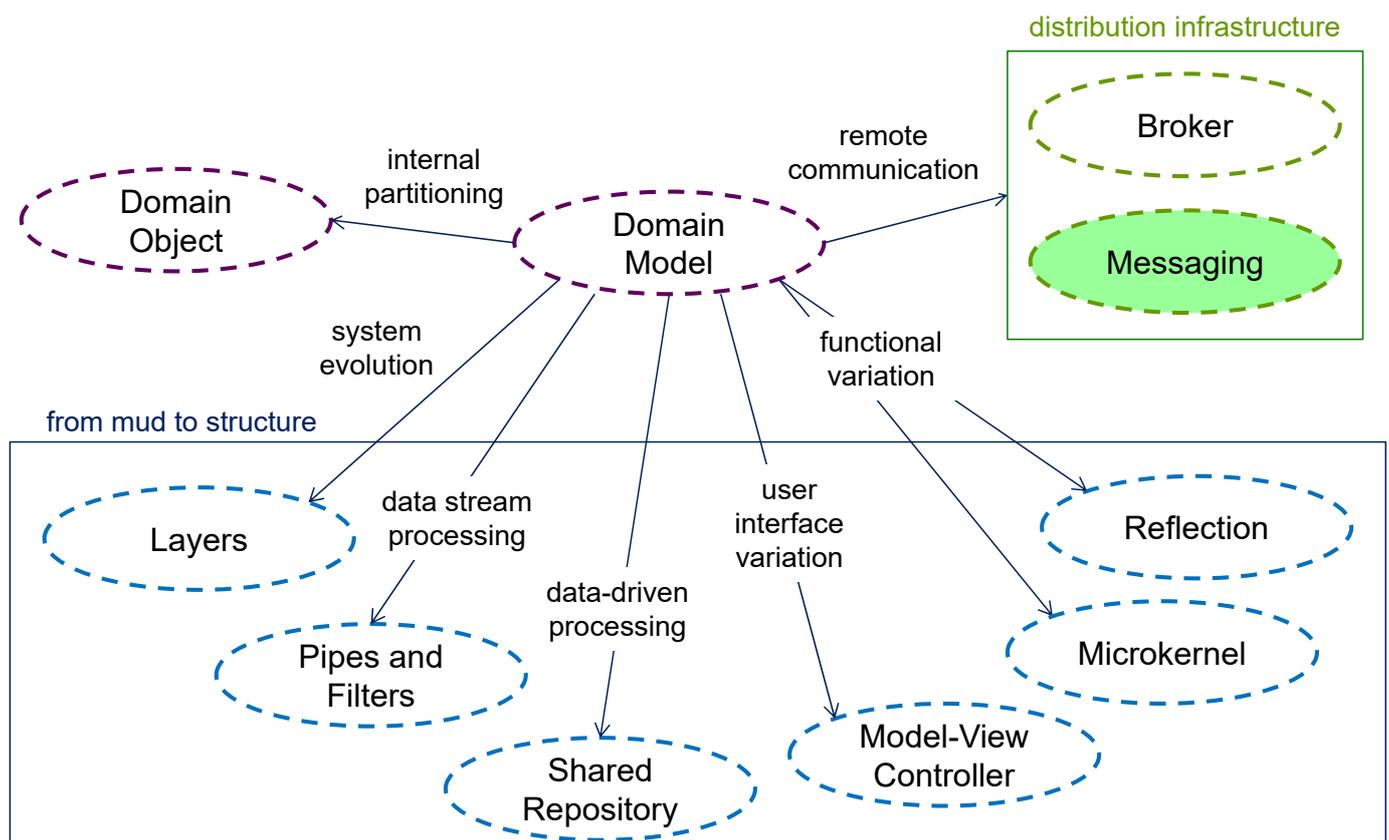


# Messaging [POSA4]

- **Messaging** è un pattern architetturale [POSA4] della categoria “distribution infrastructure”
  - supporta lo stile di comunicazione della comunicazione asincrona
    - definisce un’infrastruttura che abilita la comunicazione asincrona
    - si occupa degli obiettivi e dell’applicazione della comunicazione asincrona nei sistemi software distribuiti



# Relazione con altri pattern [POSA]





## Messaging

- Intuitivamente, il pattern Messaging organizza un sistema distribuito come un insieme di componenti che interagiscono tramite lo scambio di messaggi
  - i messaggi possono contenere dati, informazioni, metadati, richieste, risposte, informazioni di errore, notifiche di eventi, ...
  - una comunicazione flessibile, in modalità multi-a-uno (point-to-point) oppure multi-a-molti (publish-subscribe)
  - lo scambio di messaggi avviene in modo indiretto e asincrono
  - questo stile di comunicazione rilassa accoppiamento e tipizzazione
  - complessivamente, sostiene la comunicazione asincrona e cerca di semplificarne l'utilizzo



## Pattern di supporto al Messaging

- Il pattern architetturale Messaging è solo il “punto di ingresso” ai pattern [POSA4] per la comunicazione asincrona
  - [POSA4] presenta anche degli ulteriori pattern, di supporto a questo pattern architetturale principale, che affrontano alcuni problemi ricorrenti nell'utilizzo della comunicazione asincrona, e ne propongono delle soluzioni coerenti
  - la progettazione dei sistemi basati sulla comunicazione asincrona può essere così guidata da tutti questi pattern



## \* Messaging [POSA4]

- Il pattern architetturale **Messaging** – proposto inizialmente da [EIP], poi ripreso da [POSA4], nella categoria “distribution infrastructure”
  - definisce un’infrastruttura per la comunicazione basata sullo scambio di messaggi
  - per sostenere la comunicazione o l’integrazione in un sistema coerente di componenti debolmente accoppiati o indipendenti



## Messaging

- **Contesto**
  - un sistema distribuito, in cui ci sono un insieme di componenti debolmente accoppiati o indipendenti
  - è necessaria un’infrastruttura di comunicazione flessibile, per abilitare la comunicazione tra questi componenti e la loro integrazione



# Messaging

## □ Problema

- alcuni sistemi distribuiti sono composti da componenti debolmente accoppiati e che devono operare in modo indipendente – al limite, sono completamente autonomi
- è necessario far interagire e collaborare o integrare questi componenti
- alcune informazioni devono poter essere propagate tra componenti – da componenti produttori (*producer* o *publisher*) a componenti consumatori (*consumer* o *subscriber*) – in modo che ogni componente possa reagire in modo appropriato alle informazioni di proprio interesse
- l'interazione tra i componenti
  - deve essere flessibile
  - deve essere basata su un accoppiamento debole
  - deve avvenire in modo affidabile



# Messaging

## □ Soluzione

- collega i componenti mediante un *bus per messaggi*, che consente uno scambio *asincrono* di *messaggi* tra i componenti
- i componenti registrano presso il bus i tipi di messaggi di loro interesse
- il bus per messaggi si occupa di inoltrare ciascun messaggio inviato sul bus dal suo produttore ai consumatori interessati a questo messaggio, in modo affidabile
  - l'inoltro è basato sulle registrazioni dei componenti ai tipi di messaggi di loro interesse



# Messaging

## □ Soluzione

- i messaggi possono incapsulare informazioni, strutture di dati o notifiche di eventi
- i consumatori di messaggi possono usare le informazioni nei messaggi per guidare o coordinare le proprie computazioni
- codifica i messaggi in modo che i componenti possano comunicare in modo debolmente accoppiato
- realizza il collegamento tra i componenti anche mediante l'ausilio di ulteriori elementi software



# Discussione

## □ Alcuni chiarimenti sul pattern architetturale Messaging

- il problema affrontato è, in generale, di definire un'infrastruttura di comunicazione flessibile tra componenti debolmente accoppiati
- in modo più specifico, questo pattern può essere applicato anche per supportare l'integrazione di componenti indipendenti o autonomi – e che devono rimanere tali
  - ad es., comporre i componenti di un insieme di applicazioni esistenti per realizzare una nuova applicazione, con un maggior valore di business
  - quest'ultimo argomento è discusso in una successiva dispensa



## Discussione

- Alcuni chiarimenti sul pattern architetturale Messaging
  - un'idea centrale della soluzione è di realizzare le interazioni tra i componenti di interesse sulla base dello scambio asincrono di messaggi, tramite un bus per messaggi
    - la comunicazione asincrona sostiene un accoppiamento debole tra i componenti – ma anche flessibilità e affidabilità nella comunicazione
    - i (tipi di) messaggi e i canali per messaggi (che formano il bus per messaggi) possono essere progettati applicando i pattern di supporto al Messaging
  - i diversi componenti si scambiano messaggi per guidare o coordinare le proprie computazioni
    - ad es., i messaggi possono codificare eventi – da propagare da componenti publisher a componenti subscriber, affinché questi ultimi possano reagire di conseguenza



## Discussione

- Alcuni chiarimenti sul pattern architetturale Messaging
  - un altro aspetto fondamentale della soluzione è la parola iniziale “collega”
  - questo “collegamento” tra i componenti viene realizzato mediante l'introduzione di ulteriori elementi software (connettori), che fungono da “collante” tra i componenti preesistenti
    - di solito, i messaggi vengono scambiati dai nuovi elementi “collante” – e non “direttamente” dai componenti preesistenti
    - questi ulteriori elementi “collante” possono essere progettati applicando i pattern di supporto al Messaging



# Conseguenze

## □ Benefici

- 😊 modificabilità e flessibilità
- 😊 prestazioni
- 😊 affidabilità

## □ Inconvenienti

- 😞 complessità
- 😞 prestazioni – l'overhead può penalizzare le prestazioni
- 😞 verifica e affidabilità

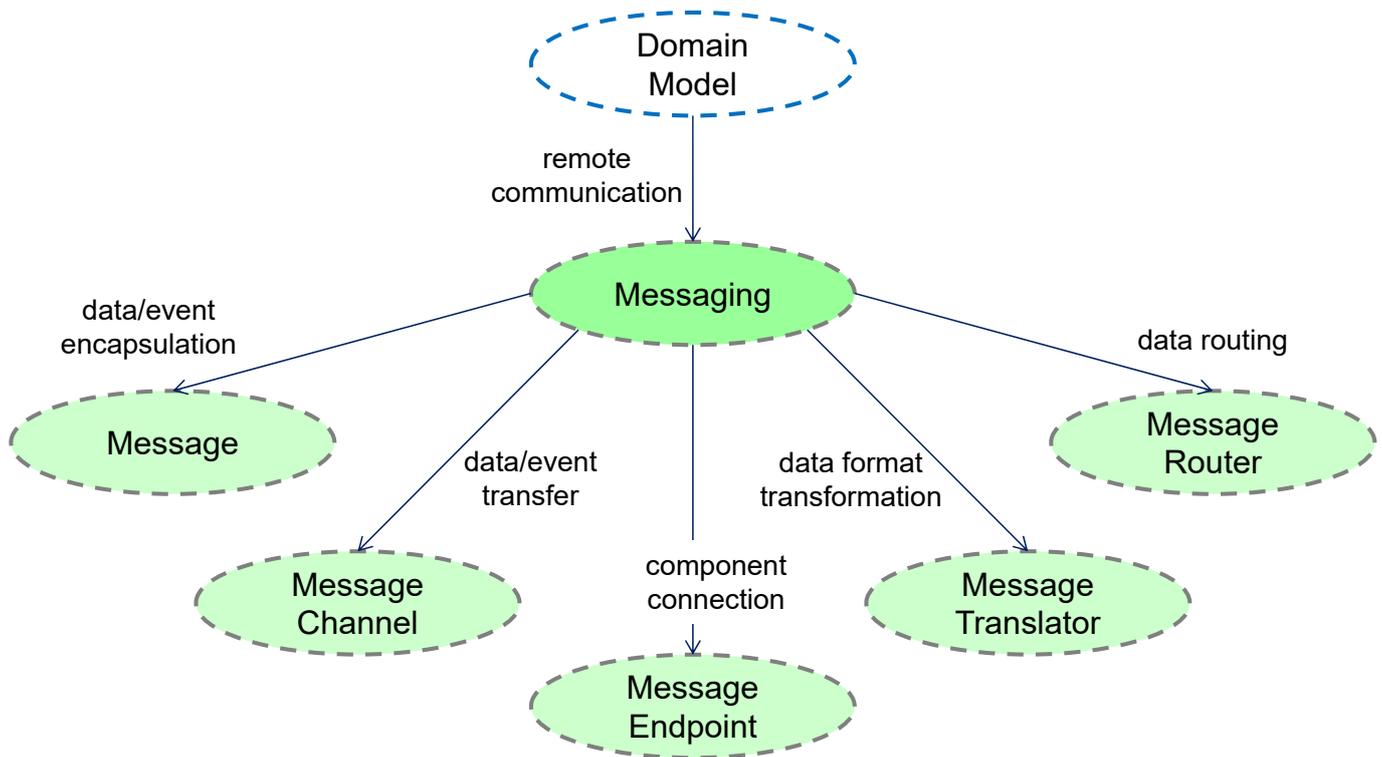


## \* Pattern di supporto al Messaging

- L'applicazione del Messaging è favorita da ulteriori pattern di supporto, che affrontano in modo coerente alcuni problemi ricorrenti della comunicazione asincrona
  - la comunicazione avviene mediante lo scambio di *messaggi*
  - la comunicazione avviene tramite *canali per messaggi*
  - i componenti vengono collegati ai canali mediante dei *message endpoint*
  - è anche possibile avere degli ulteriori componenti aggiuntivi – ad es., per la *trasformazione* o il *routing* di messaggi
  - questi pattern hanno, tra l'altro, lo scopo di mantenere basso l'accoppiamento tra i componenti



# Pattern di supporto al Messaging



19

Messaging

Luca Cabibbo ASW



## - Message [EIP]

### ❑ Problema

- consentire uno scambio flessibile di informazioni tra componenti – per comunicare, ad es., dati, documenti, eventi o comandi

### ❑ Soluzione

- incapsula le informazioni da scambiare in un messaggio (*message*)
- il messaggio è formato da
  - un body (o payload) – contiene i dati effettivi
  - un header – specifica ulteriori metadati circa i dati trasmessi

20

Messaging

Luca Cabibbo ASW



# Message

## □ Conseguenze

- consente il trasferimento di strutture di dati, documenti ed eventi tra componenti
- sostiene un accoppiamento debole
- flessibilità – soprattutto se i messaggi sono autodescrittivi
- overhead nella codifica e decodifica dei messaggi



# - Message Channel [POSA4]

## □ Problema

- i messaggi contengono solo i dati che devono essere scambiati tra componenti
- per sostenere un accoppiamento debole, i componenti non dovrebbero conoscere chi è interessato a quali messaggi
- è comunque necessario un meccanismo per consentire lo scambio di messaggi tra componenti

## □ Soluzione

- non connettere direttamente i componenti che devono interagire – ma collegali tramite un canale per messaggi (*message channel*)



## Message Channel

### □ Discussione

- un canale per messaggi è un “indirizzo logico” presso cui i componenti e servizi possono inviare e ricevere messaggi
- è comune l’uso di molti canali per messaggi
- ci sono diversi tipi comuni di canali per messaggi – ad esempio
  - *canali punto-punto (point-to-point channel)*
  - *canali publish-subscribe (publish-subscribe channel)*
- altri tipi di canali rappresentano dei modi comuni di usare i canali – ad esempio
  - un *canale per messaggi non validi (invalid message channel)* – per disaccoppiare la gestione di messaggi errati dal resto della logica applicativa



## Message Channel

### □ Conseguenze

- sostiene un accoppiamento debole
- è possibile assegnare a un canale la responsabilità per alcuni attributi di qualità
- la gestione di un message channel richiede memoria e risorse di rete, nonché eventualmente anche memoria persistente



## - Message Endpoint [POSA4]

### ❑ Problema

- si vogliono far comunicare, mediante lo scambio di messaggi, componenti autonomi – ma una loro comunicazione diretta non è possibile o desiderabile
- in ogni caso, si vuole sostenere un accoppiamento debole tra questi componenti e con la soluzione tecnologica
  - tra i componenti e la soluzione tecnologica di messaging
  - tra i componenti stessi
- è però necessario abilitare questi componenti allo scambio di messaggi



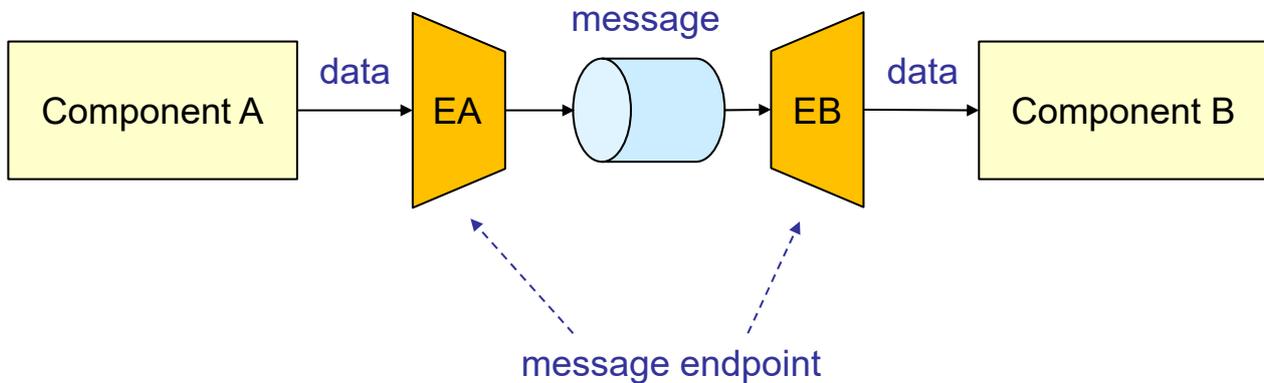
## Message Endpoint

### ❑ Soluzione

- connessi i componenti con l'infrastruttura di comunicazione mediante dei connettori chiamati *message endpoint* (“estremità” per messaggi) che gli consentono di scambiare messaggi
- quando un componente deve comunicare dei dati a un altro componente, li passa al suo message endpoint – che invia un messaggio a un canale per messaggi
- questo messaggio non viene ricevuto direttamente dal componente destinatario, ma da un altro message endpoint – che ne estrae i dati e li passa al componente che li può elaborare
- talvolta, non sono i componenti che comunicano direttamente con i loro message endpoint – piuttosto, sono i message endpoint che intercettano i dati dai componenti a cui sono associati



# Message Endpoint



27

Messaging

Luca Cabibbo ASW



# Message Endpoint

## Discussione

- un message endpoint è un connettore che incapsula tutto il codice per l'accesso alle API del message broker
  - un message endpoint che ha solo lo scopo di disaccoppiare i componenti dalla tecnologia di messaging utilizzata è chiamato un *messaging gateway* [EIP]
- nell'architettura esagonale, un message endpoint può essere realizzato come un adattatore
  - un outbound adapter per l'invio di messaggi oppure un inbound adapter per la ricezione di messaggi
- di solito, un message endpoint ha lo scopo di catturare le interazioni già previste dai componenti di interesse e di ricondurle a interazioni basate sullo scambio di messaggi
  - ad es., un adapter che riceve un messaggio per un comando e invoca un'operazione della logica di business

28

Messaging

Luca Cabibbo ASW



# Message Endpoint

## Discussion

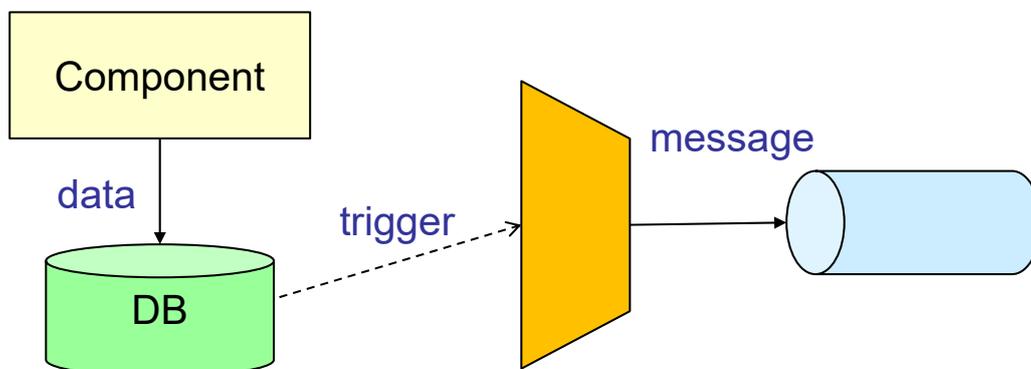
- un *channel adapter* [EIP] è un altro tipo comune di message endpoint – che ha lo scopo di nascondere completamente a un componente l'infrastruttura per lo scambio di messaggi
- molti elementi che fungono da “collante” in un sistema di integrazione di applicazioni, per “collegare” degli elementi preesistenti, sono dei channel adapter



# Message Endpoint

## Discussion – alcuni esempi di channel adapter

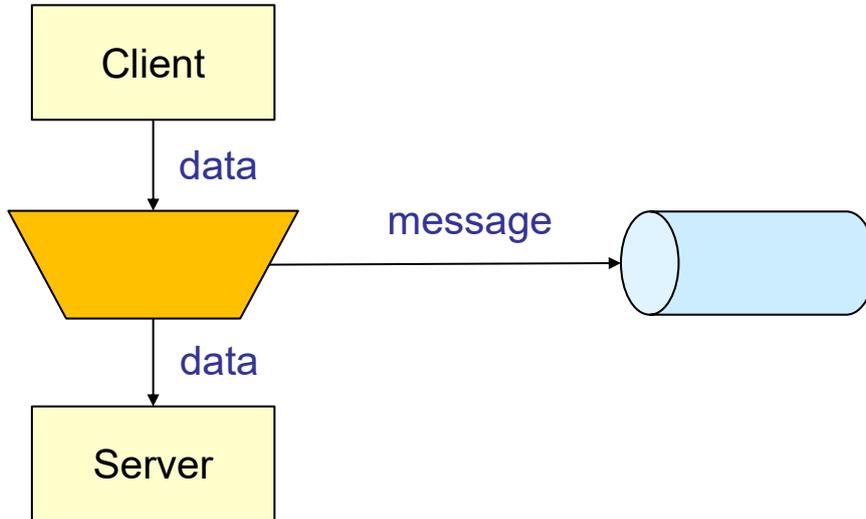
- in un'applicazione per basi di dati





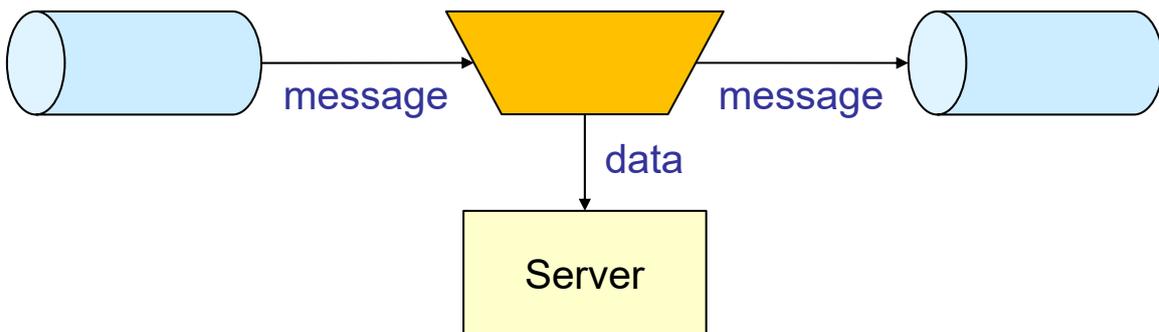
# Message Endpoint

- Discussione – alcuni esempi di channel adapter
  - in un'applicazione client-server



# Message Endpoint

- Discussione – alcuni esempi di channel adapter
  - in un'applicazione client-server





## - Message Translator [POSA4]

### ❑ Problema

- per sostenere un accoppiamento debole, può essere necessario trasformare un messaggio dal formato utilizzato dal suo produttore iniziale al formato compreso dai suoi consumatori finali – se questi formati sono differenti

### ❑ Soluzione

- introduci dei traduttori di messaggi (*message translator*) tra i componenti, in grado di convertire messaggi da un formato all'altro
- il message translator garantisce che il consumatore di un messaggio riceva il messaggio nel formato che preferisce



## - Message Router [POSA4]

### ❑ Problema

- i messaggi scambiati tra componenti devono essere instradati nell'infrastruttura per i messaggi in modo opportuno – ma i componenti non dovrebbero avere conoscenza del cammino di instradamento da utilizzare

### ❑ Soluzione

- introduci dei *message router* che consumano messaggi da un canale e li re-inseriscono in altri canali, sulla base di alcune condizioni
- un message router consente di muovere ciascun messaggio verso il consumatore o destinatario più opportuno



## \* Discussione

- Il pattern architetturale Messaging sostiene la comunicazione asincrona – e la progettazione di sistemi software basati sulla comunicazione asincrona
  - suggerisce di organizzare un sistema distribuito come un insieme di componenti che interagiscono sulla base dello scambio di messaggi e di notifiche di eventi, in modo asincrono
  - l'applicazione di questo pattern fondamentale – per comporre un insieme di componenti indipendenti o autonomi – è favorita anche da ulteriori pattern di supporto alla comunicazione asincrona
  - questa famiglia di pattern architetturali può essere utilmente applicata anche nel contesto dell'integrazione di applicazioni