RABBIT-MQ
AMQP

Claudio Biancalana

Fonti e riferimenti

- https://www.rabbitmq.com/tutorials/amqp-concepts.html
- Advanced Message Queuing Protocol AMQP: Upgrader's Guide – Gerald Blokdyk - 2017
- RabbitMQ in Depth – Gavin M. Roy – 2017
- RabbitMQ in Action: Distributed Messaging for Everyone – Alvaro Videla e Jason J. W. Williams - 2012

AMQP
Advanced Message Queuing Protocol

- AMQP (Advanced Message Queuing Protocol) è un protocollo che consente alle applicazioni client di comunicare con i broker middleware di messaggistica.
- I Broker di messaggistica ricevono messaggi dai produttori e li indirizzano ai consumatori.
- Poiché si tratta di un protocollo di rete, i produttori e il broker possono risiedere su macchine diverse.

AMPQ

- Secondo il sito ufficiale di AMPQ (http://www.amqp.org):

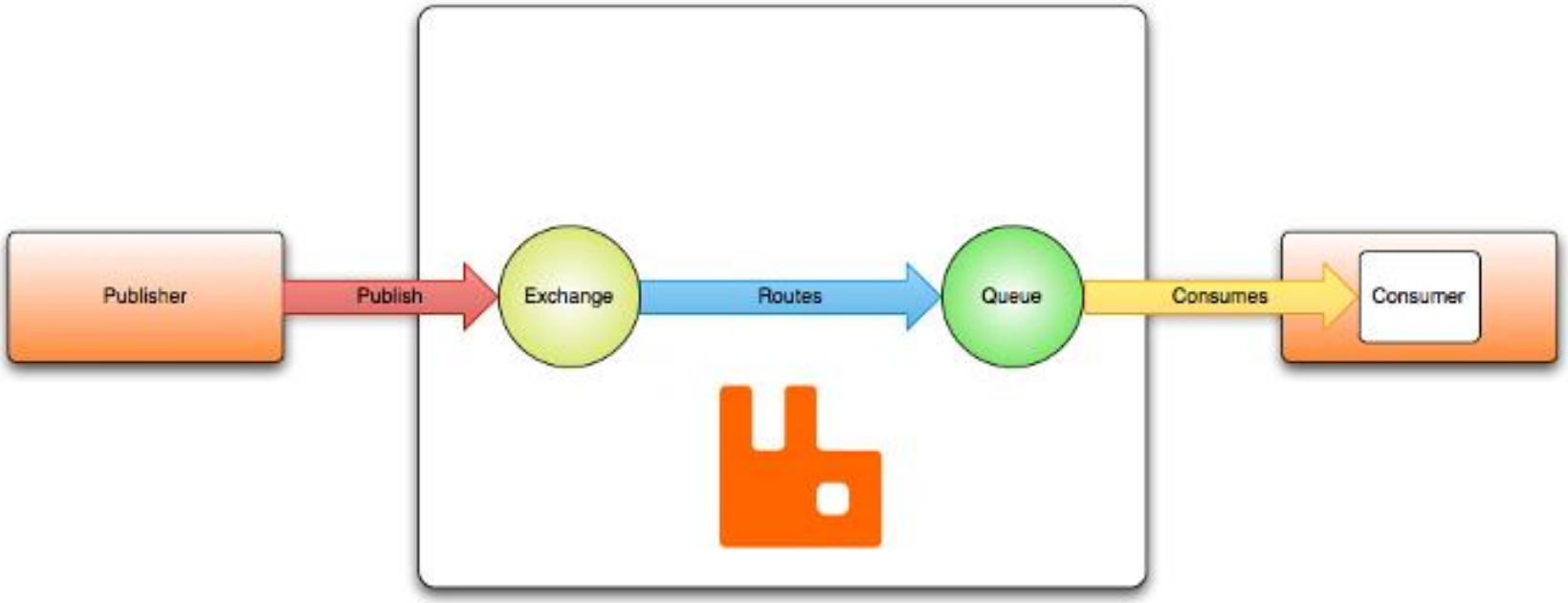
AMQP è uno standard aperto per il passaggio di messaggi tra applicazioni o organizzazioni.

- AMQP definisce
  - le proprietà dei messaggi
  - le proprietà delle code
  - le modalità di instradamento dei messaggi tra applicazioni e client
  - le modalità con cui i broker di messaggi assicurano che il messaggio sia ricevuto o inviato
  - altri problemi simili come **affidabilità** e **sicurezza**.

AMQP

- Il protocollo AMQP ha la seguente visione del mondo:
  - i messaggi vengono pubblicati negli **exchange**, che vengono spesso comparati con gli uffici postali o le cassette postali.
  - Gli **exchange** quindi distribuiscono le copie dei messaggi alle code usando le regole chiamate **bind**
  - Il **broker** consegna i messaggi ai consumatori abbonati alle code, oppure i consumatori recuperano/estraggono i messaggi dalle code su richiesta (Push vs Pull)

AMQP
Esempio ‘semplice’



RabbitMQ

- RabbitMQ è un software di Message Broker open source che cerca di risolvere i problemi di messaggistica implementando **AMQP**.
- RabbitMQ è concesso in licenza con Mozilla Public License. RabbitMQ è diventato parte di GoPivotal a maggio 2013 e la comunità ha aiutato nello sviluppo di RabbitMQ.

AMQP in pillole (1)

- Quando si pubblica un messaggio, i publisher possono specificare vari attributi del messaggio (metadati del messaggio).
- Alcuni di questi metadati possono essere utilizzati dal broker, tuttavia il resto è completamente opaco per il broker e viene utilizzato solo dalle applicazioni che ricevono il messaggio.

Fallacies

Le reti sono inaffidabili e le applicazioni potrebbero non riuscire a elaborare i messaggi

- The network is reliable
- Latency is zero
- Bandwidth is infinite
- The network is secure
- Topology doesn't change
- There is one administrator
- Transport cost is zero
- The network is homogeneous

AMQP in pillole (2)
Acknowledgement

- Le reti sono inaffidabili e le applicazioni potrebbero non riuscire a elaborare i messaggi, pertanto il modello AMQP introduce la nozione di ‘ack’ dei messaggi:
  - quando un messaggio viene consegnato a un consumatore il consumatore avvisa il broker (ack).
  - con questa modalità, un broker rimuoverà completamente un messaggio da una coda solo quando riceve una notifica per quel messaggio (o gruppo di messaggi).

AMQP in pillole (3)

- In alcune situazioni, ad esempio, quando un messaggio non può essere instradato, i messaggi possono essere *restituiti* ai publisher, eliminati o, se il broker implementa un'opportuna estensione, inseriti in una cosiddetta "coda di messaggi non instradabili ".

- I publisher scelgono come gestire situazioni come questa pubblicando messaggi con determinati parametri.

- Le **queue**, gli **exchange** e i **bind** vengono definiti come *entità AMQP* .

AMQP è un protocollo programmabile

- AMQP è un protocollo programmabile nel senso che le entità e gli schemi di routing di AMQP sono definiti principalmente dalle applicazioni stesse, non da un amministratore di broker. Di conseguenza, sono previste operazioni di protocollo che dichiarano **queue** ed **exchange**, definiscono collegamenti tra loro, si iscrivono a **queue** e così via.
- Ciò offre agli sviluppatori di applicazioni molta libertà ma richiede anche che siano consapevoli dei potenziali conflitti di definizione. I conflitti di definizione sono rari e spesso indicano una configurazione errata.
- Le applicazioni dichiarano le entità AMQP di cui hanno bisogno, definiscono gli schemi di routing necessari e possono scegliere di eliminare le entità AMQP quando non vengono più utilizzate.

Exchange (1)

- Gli **exchange** sono entità AMQP a cui vengono inviati i messaggi. Gli **exchange** accettano un messaggio e lo instradano a zero o più code.
- L'algoritmo di routing utilizzato dipende dal tipo di **exchange** e dalle regole chiamate **bind**.

- I broker AMQP offrono quattro tipi di exchange:

Nome	**Nomi predefiniti**
Direct Exchange	(Stringa vuota) o amq.direct
Fanout Exchange	amq.fanout
Topic Exchange	amq.topic
Headers Exchange	amq.match – amq.headers

Exchange (2)

- Oltre al tipo, gli exchange, sono caratterizzati da un numero di attributi, i più importanti dei quali sono:
  - **Nome [Name]**
  - **Durabilità [Durability]** (sopravvivono al riavvio del broker)
  - **Eliminazione automatica [Auto-delete]** (viene eliminato quando l'ultima coda non è associata)
  - **Argomenti [Arguments]** (facoltativo, utilizzato da plugin e funzionalità specifiche del broker)
- Gli exchange possono essere **durevoli** o **transitori**. Gli exchange durevoli sopravvivono al riavvio del broker, mentre gli exchange transitori non lo fanno (devono essere dichiarati nuovamente quando il broker torna online).
- Non tutti gli scenari e i casi d'uso richiedono che gli scambi siano durevoli.

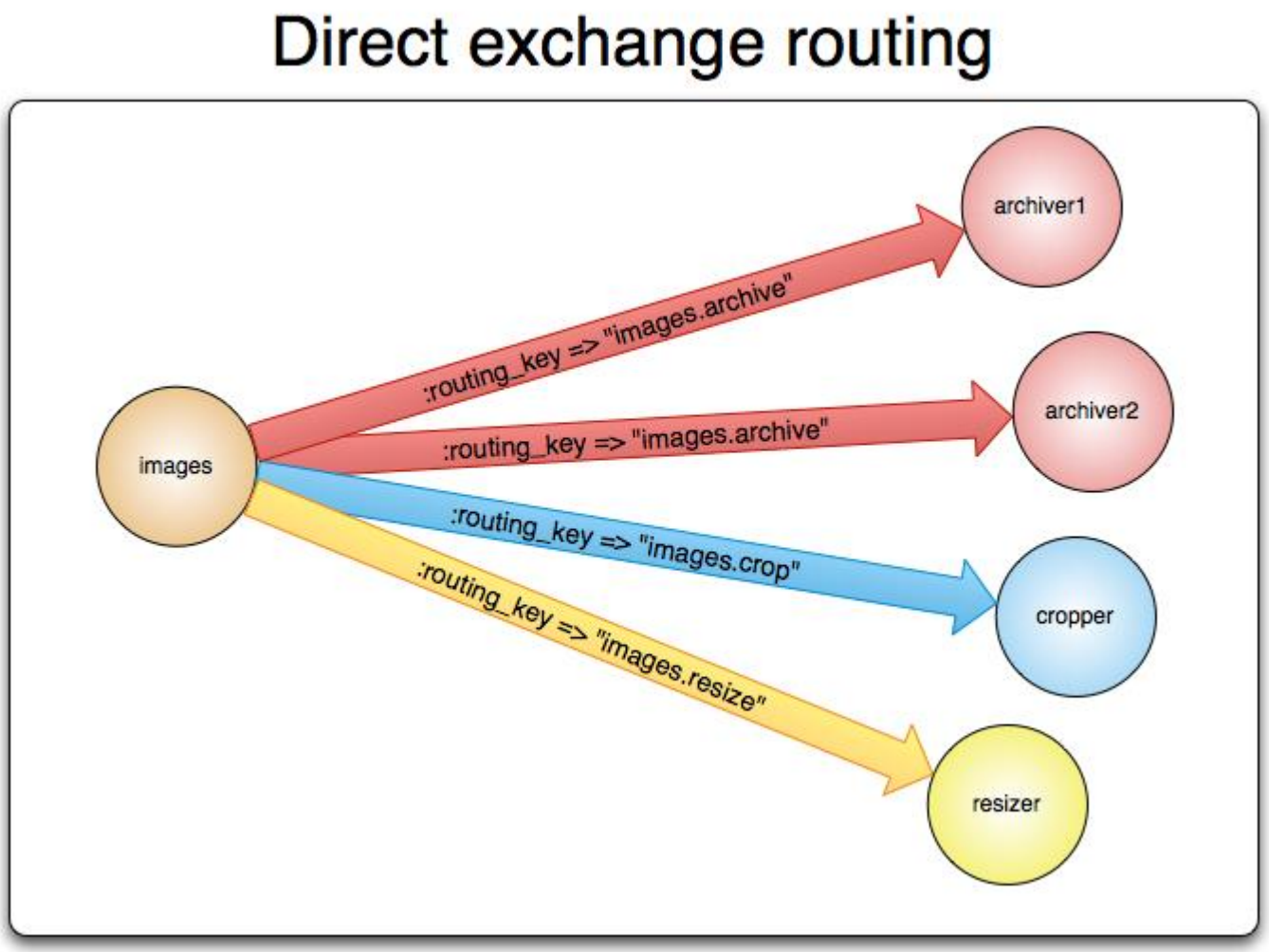
Default Exchange

- Il **default exchange** è un **direct exchange** senza nome (stringa vuota) pre-dichiarato dal broker. Ha una proprietà speciale che lo rende molto utile per le applicazioni semplici: ogni coda creata viene automaticamente associata al default exchange con una chiave di routing che è uguale al nome della coda.
- Ad esempio, quando si dichiara una coda con il nome di 'hello-world', il broker AMQP lo assocerà allo scambio predefinito utilizzando 'hello-world' come chiave di routing.
- Pertanto, un messaggio pubblicato del default exchange con la chiave di routing 'hello-world' verrà instradato alla coda 'hello-world'. In altre parole, **il default exchange fa sembrare che sia possibile recapitare i messaggi direttamente alle code, anche se tecnicamente non è ciò che sta accadendo**.

Direct Exchange

- Un **direct exchange** consegna i messaggi alle code in base alla chiave di routing dei messaggi. Uno scambio diretto (direct exchange) è ideale per l'instradamento unicast di messaggi (sebbene possano essere utilizzati anche per l'instradamento multicast).
- Ecco come funziona:
  - Una coda si lega (bind) allo scambio con una chiave di routing K
  - Quando un nuovo messaggio con chiave di routing R arriva al direct exchange, viene inoltrato alla coda se K = R
- Gli scambi diretti vengono spesso utilizzati per distribuire le attività tra più worker (istanze della stessa applicazione) in modo circolare (round-robin).
- Attenzione! **in AMQP, i messaggi sono bilanciati in base al carico tra i consumatori e non tra le code.**

Esempio


Direct exchange routing
images
:routing_key => "images.archive"
:routing_key => "images.archive"
:routing_key => "images.crop"
:routing_key => "images.resize"
archiver1
archiver2
cropper
resizer

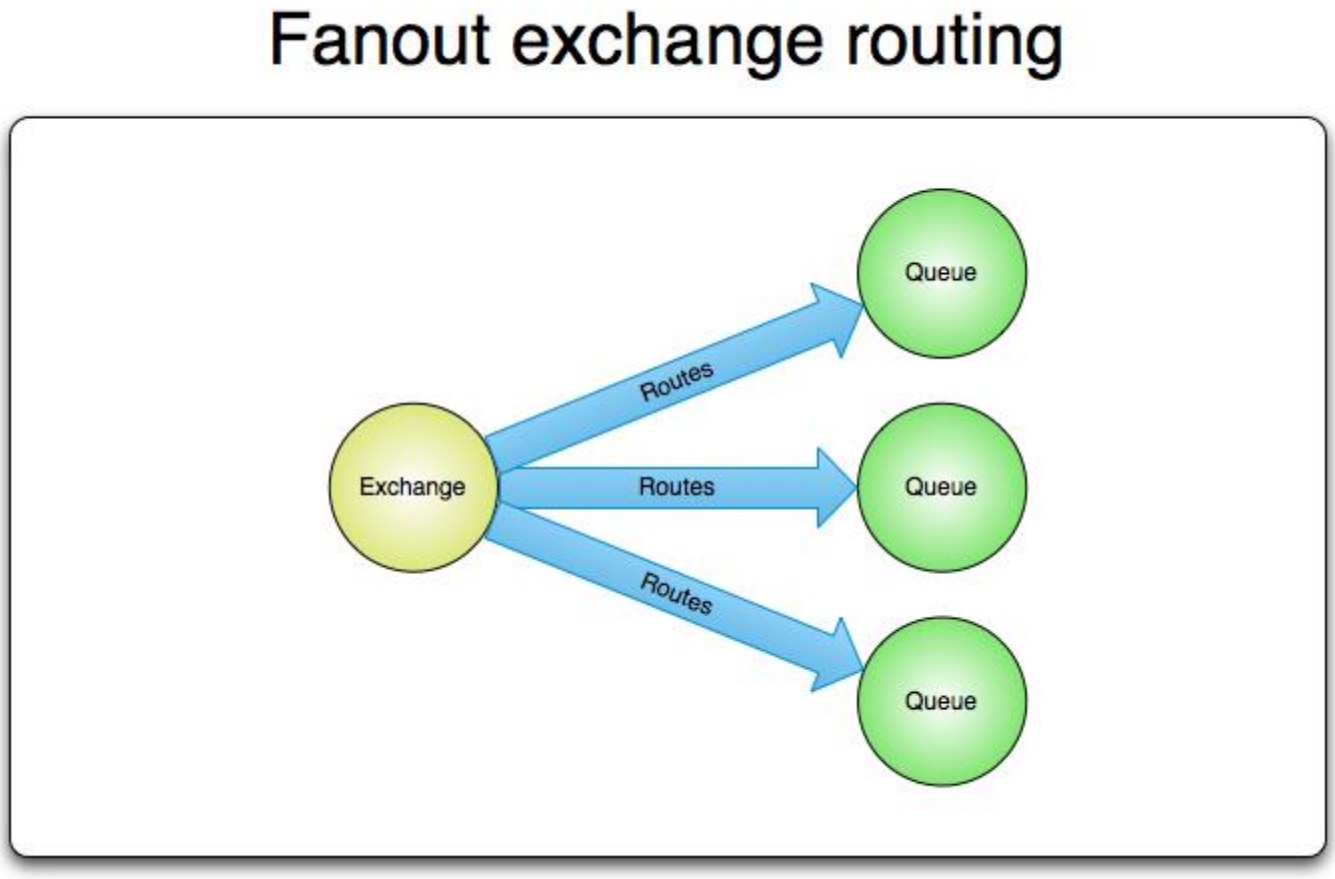
Fanout Exchange

- Un **fanout exchange** instrada i messaggi a tutte le code ad esso associate e **la chiave di routing viene ignorata**.
- Se N code sono legate (**bind**) ad un fanout exchange, quando un nuovo messaggio viene pubblicato in tale exchange, una copia del messaggio viene recapitata a tutte le N code.
- I fanout exchange sono ideali per implementare meccanismi di instradamento dei messaggi.

Esempi

- Un fanout exchange consegna una copia di un messaggio ad ogni coda associata ad esso.
- Esempi d'utilizzo:
  - I giochi online multigiocatore di massa (MMO) possono utilizzarlo per gli aggiornamenti della classifica o altri eventi globali
  - I siti di notizie sportive possono utilizzarlo per distribuire gli aggiornamenti sulle partire in corso ai client mobili (quasi) in tempo reale
  - I sistemi distribuiti possono trasmettere vari aggiornamenti di stato e configurazione
  - Le chat di gruppo possono distribuire i messaggi tra i partecipanti

Esempio


Fanout exchange routing
Exchange
Routes
Routes
Routes
Queue
Queue
Queue

Topic Exchange

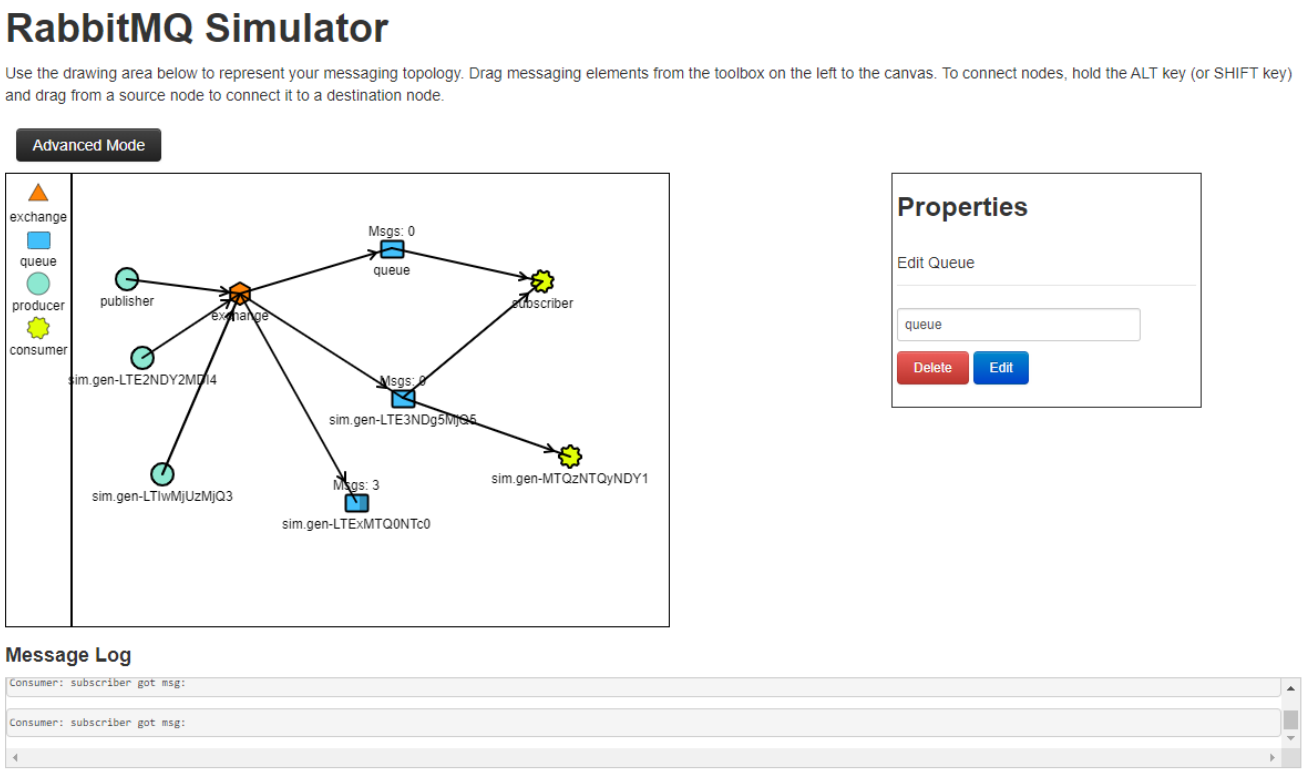
- Il **topic exchange** indirizza i messaggi a una o più code in base alla corrispondenza tra una chiave di routing dei messaggi e il modello utilizzato per associare una coda a un exchange.
- Il topic exchange viene spesso utilizzato per implementare varianti del modello di pubblicazione/sottoscrizione (publish subscribe).
- I topic exchange sono comunemente utilizzati per l'instradamento multicast di messaggi.

Casi d’uso

- I topic exchange hanno una vasta gamma di casi d'uso.
- Ogni volta che un problema coinvolge più consumatori/applicazioni che scelgono selettivamente quale tipo di messaggi vogliono ricevere, ad esempio:
  - Distribuzione di dati relativi a specifiche aree geografiche, ad esempio punti vendita
  - Elaborazione di attività in background eseguita da più worker, ciascuno in grado di gestire un set specifico di attività
  - Aggiornamenti dei prezzi delle scorte (e aggiornamenti su altri tipi di dati finanziari)
  - Aggiornamenti di notizie che comportano la categorizzazione o la codifica (ad esempio, solo per un determinato sport o squadra)

Esercizio

- Provare i concetti e le topologie con uno strumento on-line
  - http://tryrabbitmq.com/



Header Exchange

- Un **header exchange** è progettato per il routing su più attributi che sono più facilmente espressi come intestazioni di messaggi rispetto a una chiave di routing. **Gli headers exchange ignorano l'attributo chiave di routing. Invece, gli attributi utilizzati per il routing sono presi dall'attributo headers**.
- Un messaggio viene considerato corrispondente se il valore dell'intestazione è uguale al valore specificato al momento dell'associazione.
- È possibile associare una coda ad un headers exchange utilizzando più di un'intestazione per la corrispondenza.

Coda (1)

- Le code nel modello AMQP sono molto simili alle code in altri sistemi di accodamento di messaggi e attività: memorizzano i messaggi consumati dalle applicazioni.
- Le code condividono alcune proprietà con gli exchange, ma hanno anche alcune proprietà aggiuntive:
  - **Nome [Name]**
  - **Durabilità [Durability]** (la coda sopravviverà al riavvio del broker)
  - **Esclusivo [Exclusive]** (utilizzato da una sola connessione e la coda verrà eliminata alla chiusura della connessione)
  - **Eliminazione automatica [Auto-Delete]** (la coda che ha avuto almeno un consumatore viene eliminata quando l'ultimo consumatore annulla l'iscrizione)

Coda (2)

- Prima che una coda possa essere utilizzata, deve essere dichiarata.
- La dichiarazione di una coda provocherà la sua creazione se non esiste già.
- La dichiarazione non avrà alcun effetto se la coda esiste già e i suoi attributi sono gli stessi di quelli nella dichiarazione (idempotenza).
- Quando gli attributi della coda esistenti non coincidono con quelli della dichiarazione, verrà sollevata un'eccezione a livello di canale con codice 406 (PRECONDITION_FAILED).

Durata della coda

- Le code permanenti vengono mantenute sul disco e quindi sopravvivono al riavvio del broker.
- Le code non durevoli vengono chiamate transitorie.
- Non tutti gli scenari e i casi d'uso richiedono che le code siano permanenti.
- La durabilità di una coda non rende durevoli i messaggi instradati verso quella coda. Se il broker viene rimosso e quindi ripristinato, la coda verrà nuovamente dichiarata all'avvio del broker, tuttavia verranno recuperati solo i messaggi persistenti .

Binding (o bind)

- I **binding (o bind)** sono regole che gli exchange utilizzano (tra le altre cose) per instradare i messaggi alle code.
- Per indicare a un exchange E di instradare i messaggi a una coda Q, Q deve essere associato a E.
- I binding possono avere un attributo chiave di routing (opzionale) utilizzato da alcuni tipi di exchange.
- Lo scopo della chiave di routing è fornire la capacità di selezionare determinati messaggi pubblicati in un exchange da instradare alla coda associata.
- In altre parole, la chiave di routing si comporta come un filtro.

Analogia… con un po’ di fantasia

- La coda è come la destinazione a Roma
- L’exchange è come l'aeroporto Leonardo Da Vinci
- I binding sono percorsi da Leonardo Da Vinci a destinazione. Ci possono essere zero o molti modi per raggiungerla.

Perché non solo code?

- Avere questo livello di indirezione consente scenari di routing impossibili o molto difficili da implementare usando la pubblicazione direttamente nelle code ed elimina anche una certa quantità di lavoro duplicato che gli sviluppatori di applicazioni devono fare.
- Se un messaggio non può essere instradato a nessuna coda (ad esempio, perché non ci sono vincoli per lo scambio in cui è stato pubblicato), viene eliminato o restituito al publisher , a seconda degli attributi del messaggio impostati dal publisher.

Consumatori

- Nel modello AMQP, ci sono due modi in cui le applicazioni possono eseguire consumare i messaggi in coda:
  - Ricevi messaggi recapitati ("API push")
  - Recupera i messaggi secondo necessità ("API pull")
- Con "API push", le applicazioni devono indicare l'interesse a consumare messaggi da una determinata coda. Quando lo fanno, diciamo che *registrano un consumatore* o, semplicemente, si *iscrivono a una coda* . È possibile avere più di un consumatore per coda o registrare un *consumatore esclusivo* (esclude tutti gli altri consumatori dalla coda mentre sta consumando).
- Ogni consumatore possiede un identificatore chiamato *tag consumer*. Può essere utilizzato per annullare l'iscrizione ai messaggi. I tag consumer sono semplici stringhe.

Acknowledgement

- I consumer, ovvero le applicazioni che ricevono ed elaborano i messaggi, possono occasionalmente non riuscire a elaborare i singoli messaggi o a volte si arrestano in modo anomalo.
- Ciò solleva una domanda: quando il broker dovrebbe rimuovere i messaggi dalle code?
- La specifica AMQP offre ai consumatori due modalità di avvenuta consegna:
  - dopo che il broker invia un messaggio a un'applicazione (usando il metodo basic.deliver o basic.get-ok).
  - dopo che l'applicazione invia un riconoscimento (usando il metodo basic.ack).
- **La prima scelta si chiama modello di riconoscimento automatico, mentre la seconda si chiama modello di riconoscimento esplicito.**

Acknowledgement

- Con il **modello esplicito** l'applicazione sceglie quando è il momento di inviare un riconoscimento (ack). Può accadere subito dopo aver ricevuto un messaggio o dopo averlo memorizzato in un archivio dati prima dell'elaborazione o dopo aver elaborato completamente il messaggio (ad esempio, recuperare correttamente una pagina Web, elaborarlo e archiviarlo in un archivio dati persistente).
- Se un consumatore muore senza inviare un ack, il broker lo riconsegnerà a un altro consumatore o, se nessuno è disponibile al momento, il broker attenderà fino a quando almeno un consumatore non sarà registrato per la stessa coda prima di tentare la riconsegna.

Rifiutare i messaggi

- Quando un'applicazione del consumatore riceve un messaggio, l'elaborazione di quel messaggio potrebbe non riuscire.
- L’applicazione può indicare al broker che l'elaborazione dei messaggi non è riuscita (o non può essere eseguita in quel momento) rifiutando un messaggio.
- Quando si rifiuta un messaggio, un'applicazione può chiedere al broker di scartarlo o sostituirlo di nuovo.

Quando è presente un solo consumatore su una coda, assicurarsi di non creare infiniti cicli di consegna dei messaggi rifiutando e rielaborando ripetutamente un messaggio dallo stesso consumatore.

Negative Ackowledgement (nack)

- I messaggi vengono rifiutati con il metodo basic.reject
- C'è una limitazione che ha basic.reject: **non c'è modo di rifiutare più messaggi come è possibile fare con gli ack**.
- Tuttavia, se si utilizza RabbitMQ, esiste una soluzione: fornisce un'estensione AMQP nota come *negative acknowledgement* o *nacks*

Prefetching Messages

- Per i casi in cui più consumatori condividono una coda, è utile poter specificare quanti messaggi possono essere inviati prima di inviare il successivo ack.
- Questo può essere usato come una semplice tecnica di bilanciamento del carico o per migliorare il throughput se i messaggi tendono ad essere pubblicati in batch.
  - Ad esempio, se un'applicazione di produzione invia messaggi ogni minuto a causa della natura del lavoro che sta svolgendo.

- Si noti che RabbitMQ supporta solo il prefetch-count a livello di canale, non il prefetching basato sulla connessione o sulla dimensione.

Attributi e payload del messaggio

- I messaggi nel modello AMQP hanno *attributi.*
- Alcuni attributi sono utilizzati dai broker AMQP, ma la maggior parte sono aperti all'interpretazione da parte delle applicazioni che li ricevono.
- Alcuni attributi sono facoltativi e noti come *header* . Sono simili alle intestazioni X in HTTP. Gli attributi del messaggio vengono impostati quando viene pubblicato un messaggio.
- I messaggi hanno anche un *payload* (i dati che trasportano), che i broker AMQP considerano un array di byte opaco. Il broker non ispezionerà né modificherà il payload.
- È possibile che i messaggi contengano solo attributi e nessun payload.

Persistenza dei messaggi

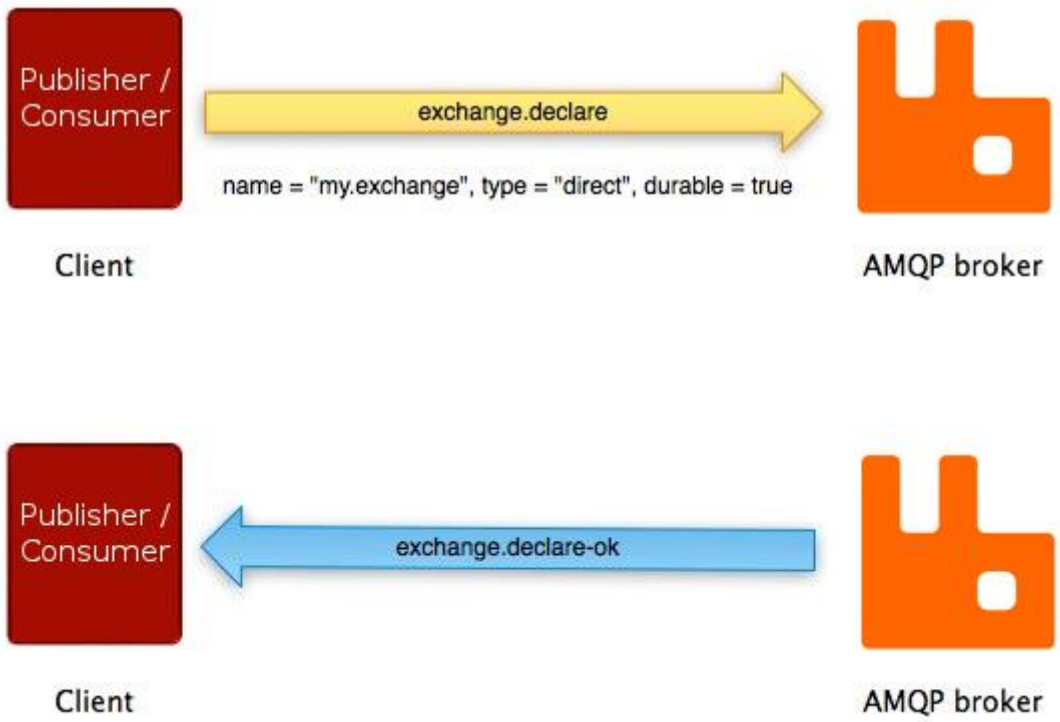
- I messaggi possono essere pubblicati come persistenti, il che rende il broker persistente su disco.
- Se il server viene riavviato, il sistema garantisce che i messaggi persistenti ricevuti non vengano persi.
- La semplice pubblicazione di un messaggio in un exchange durevole o il fatto che le code a cui viene instradato siano durevoli non rendono persistente un messaggio: tutto dipende dalla modalità di persistenza del messaggio stesso.
- La pubblicazione dei messaggi come persistente influisce sulle prestazioni (proprio come con gli archivi di dati, la durata ha un certo costo in termini di prestazioni)

Metodi di AMQP

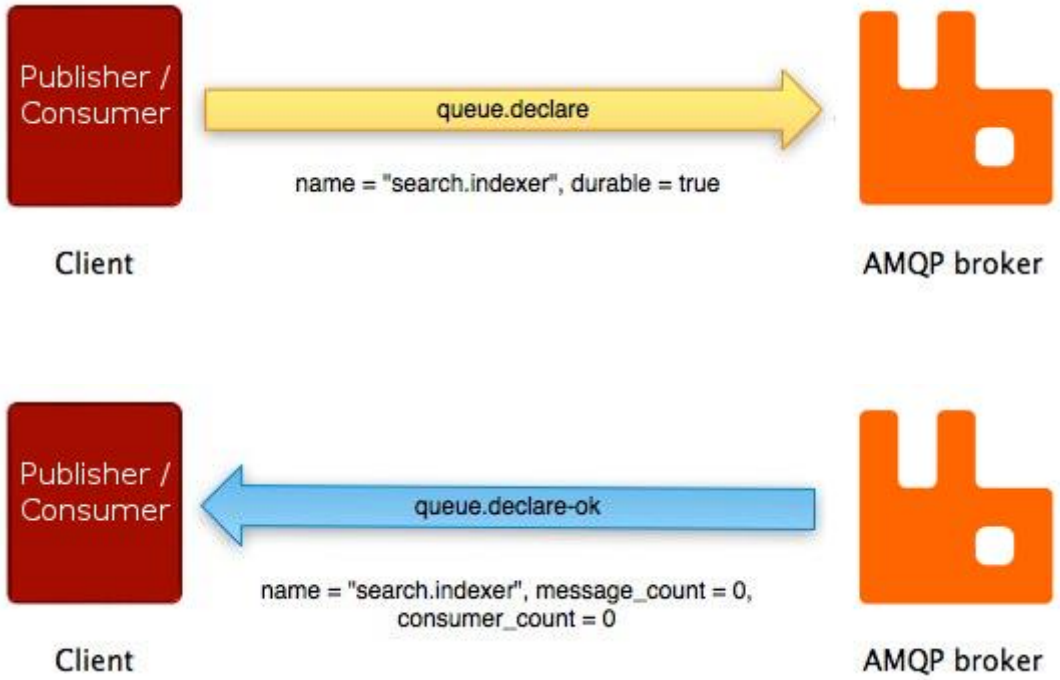
- AMQP è strutturato con un numero di *metodi.*
- I metodi sono operazioni (come i metodi HTTP) e non hanno nulla in comune con i metodi nei linguaggi di programmazione orientati agli oggetti.
- I metodi di protocollo in AMQP sono raggruppati in *classi.*
- Le classi sono solo raggruppamenti logici di metodi AMQP.

- Per esempio negli exchange:
  - exchange.declare
  - exchange.declare-ok
  - exchange.delete
  - exchange.delete-ok

Esempi


Publisher / Consumer
exchange.declare
name = "my.exchange", type = "direct", durable = true
Client
AMQP broker
Publisher / Consumer
exchange.declare-ok
Client
AMQP broker

Esempi


Publisher / Consumer
queue.declare
name = "search.indexer", durable = true
Client
AMQP broker
Publisher / Consumer
queue.declare-ok
name = "search.indexer", message_count = 0, consumer_count = 0
Client
AMQP broker

Connessioni

- Le connessioni AMQP sono in genere di lunga durata. AMQP è un protocollo a livello di applicazione che utilizza TCP per una consegna affidabile.
- Le connessioni utilizzano l'autenticazione e possono essere protette tramite TLS.

- ATTENZIONE: quando un'applicazione non deve più essere connessa al server, dovrebbe chiudere la sua connessione AMQP invece di chiudere bruscamente la connessione TCP sottostante.

Ecosistema

- Esistono molti client AMQP per molti linguaggi e piattaforme di programmazione popolari. Alcuni di essi seguono da vicino la terminologia AMQP e forniscono solo l'implementazione dei metodi AMQP. Alcuni altri hanno funzionalità aggiuntive, metodi di convenienza e astrazioni. Alcuni client sono asincroni (non bloccanti), altri sono sincroni (bloccanti), altri supportano entrambi i modelli. Alcuni client supportano estensioni specifiche del fornitore (ad esempio, estensioni specifiche di RabbitMQ).
- Poiché uno dei principali obiettivi di AMQP è l'interoperabilità, è una buona idea per gli sviluppatori comprendere le operazioni del protocollo e non limitarsi alla terminologia di una particolare libreria client. In questo modo comunicare con gli sviluppatori utilizzando librerie diverse sarà notevolmente più semplice.

Il decalogo del disegno dell'architettura

1 - Non aprire e chiudere ripetutamente connessioni o canali

- Avere connessioni di lunga durata, se possibile, e utilizzare i canali per ogni attività. Il processo di handshake per una connessione AMQP è piuttosto complesso e richiede almeno 7 pacchetti TCP (più se si utilizza TLS). I canali possono essere aperti e chiusi più frequentemente se necessario. Anche i canali dovrebbero essere di lunga durata, se possibile, ad esempio, riutilizzare lo stesso canale per thread per la pubblicazione.
- Non aprire un canale ogni volta che pubblichi. Se non puoi avere connessioni di lunga durata, assicurati di chiudere 'gentilmente' la connessione (no kill!).
- La migliore pratica è riutilizzare le connessioni e multiplexare una connessione tra thread con canali.

Il decalogo del disegno dell'architettura

2 - Non utilizzare troppe connessioni o canali

- Cerca di mantenere basso il numero di connessioni/canali. Usa connessioni separate per pubblicare e consumare. Idealmente, è necessario disporre di una connessione per processo, quindi utilizzare un canale per thread nell'applicazione.
  - Riutilizzare le connessioni
  - 1 connessione per la pubblicazione
  - 1 connessione per consumare

Il decalogo del disegno dell'architettura

3 - Non utilizzare code troppo grandi o troppo lunghe

- Le code corte sono le più veloci; quando una coda è vuota e ha i consumatori pronti a ricevere messaggi, non appena un messaggio viene ricevuto dalla coda, viene inviato direttamente al consumatore.
- Avere molti messaggi in una coda comporta un pesante carico sull'utilizzo della RAM. Quando ciò accade, RabbitMQ inizierà a fare paginazione su disco per liberare la RAM, peggiorando la velocità di accodamento e scodamento.

Problemi con lunghe code

- La sincronizzazione tra i nodi richiede molto tempo
- Richiede molto tempo per avviare un server con molti messaggi
- L'interfaccia di gestione RabbitMQ raccoglie e memorizza le statistiche per tutte le code

Il decalogo del disegno dell’architettura

4 - Non utilizzare le vecchie versioni RabbitMQ / Erlang o le librerie / client RabbitMQ

- Rimanere aggiornati con le ultime versioni stabili di RabbitMQ ed Erlang.
- Assicurarsi di utilizzare l'ultima versione consigliata delle librerie client.

Il decalogo del disegno dell’architettura

4 - Evitare il prefetch illimitato

- Un errore tipico è avere un prefetch illimitato, in cui un client riceve tutti i messaggi. Ciò può comportare l'esaurimento della memoria e l'arresto anomalo del client, quindi la consegna di tutti i messaggi.

Il decalogo del disegno dell'architettura

5 - Non ignorare le lazy queue

- Con le lazy queue, i messaggi vanno direttamente sul disco, riducendo così al minimo l'utilizzo della RAM, con l'ovvio peggiormento del throughput.
- Utilizzare le lazy queue per ottenere prestazioni prevedibili o se si dispone di code di grandi dimensioni.
- Le lazy queue creano un cluster più stabile, con prestazioni più prevedibili
  - I messaggi non verranno scaricati sul disco senza un avviso!

Il decalogo del disegno dell'architettura

6 - Usa più code e consumatori

- Si ottiene un throughput migliore su un sistema multi-core con più code e utenti.
- Si otterrà un throughput ottimale se si utilizzano tante code quanti core sui nodi sottostanti.

Il decalogo del disegno dell'architettura

7 - Dividi le code su diversi core

- Le prestazioni della coda sono limitate a un core della CPU.
- Si otterranno prestazioni migliori se vengono divise le code in core diversi e anche in nodi diversi (se si dispone di un cluster)

Il decalogo del disegno dell'architettura

8 - Consuma (push), non eseguire il polling (pull) per i messaggi

- Assicurarsi che il consumatore consumi i messaggi che partano dalla coda (push) invece di utilizzare le azioni get di base (pull)

Il decalogo del disegno dell'architettura

9 - Manca un criterio HA durante la creazione di un nuovo vhost su un cluster

- Quando si crea un nuovo *vhost* su un cluster, non si dimentichi di abilitare la politica di HA per quel *vhost* (anche se non si dispone di una configurazione HA).
  - I messaggi non verranno sincronizzati tra i nodi senza una politica HA.

Il decalogo del disegno dell'architettura

10 - Non condividere i canali tra i thread

- Non condividere canali tra thread, poiché la maggior parte dei client non segue il paradigma thread-safe per motivi di prestazioni.