



# Cenni di JBoss Clustering

Università di Bologna  
CdS Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica  
I Ciclo - A.A. 2013/2014

## Corso di Sistemi Distribuiti M Cenni di Clustering di Applicazioni in JBoss Application Server

Docente: Paolo Bellavista  
[paolo.bellavista@unibo.it](mailto:paolo.bellavista@unibo.it)

<http://lia.deis.unibo.it/Courses/sd1314-info/>  
<http://lia.deis.unibo.it/Staff/PaoloBellavista/>



## Esempio di Funzionalità Specifica di JBoss: Clustering Service

Approfittiamo della parentesi su architettura JBoss e JMX per parlare di questo AS in relazione a una funzionalità molto importante in molti servizi distribuiti di livello enterprise: **clustering**

### Clustering, perché?

- ❑ **esecuzione su server multipli in parallelo** fornendo una visione singola ai clienti applicativi (ad es. motori di ricerca, siti di e-commerce articolati e ad alto carico di utenti, ...)
- ❑ **cruciale per:**
  - **Tolleranza ai guasti e disponibilità**
  - **Load Balancing**
  - **Scalabilità** (miglioramento di performance tramite semplice aggiunta di nuovi nodi al cluster e load balancing)

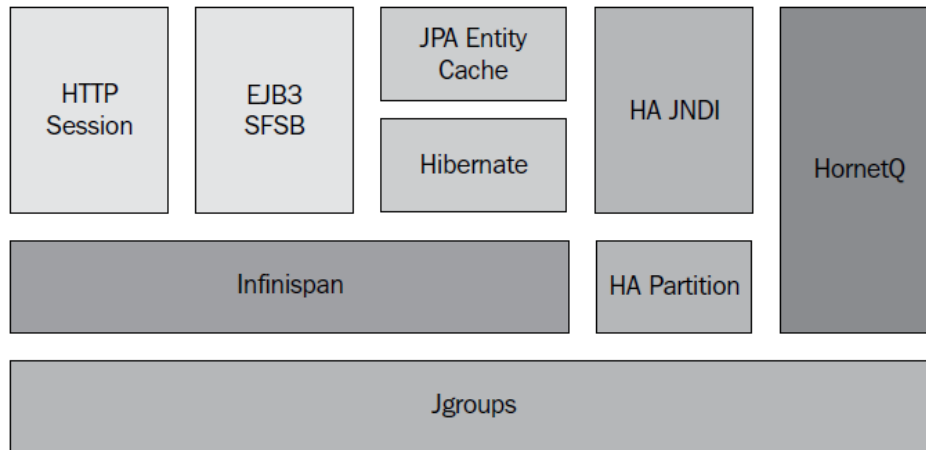
**JBoss Clustering** è una soluzione con **buona trasparenza** (**cluster mantenuto automaticamente, approccio modulare**) e open-source

## Se utilizzerete JBoss AS 7...

Novità più rilevante:

- ☐ **servizio Infinispan** per gestione della **replicazione stato applicativo** (invece di JBoss Cache, indicata nei lucidi successivi)

Cambiano i nomi dei file di configurazione: `standalone-ha.xml` o `standalone-full-ha.xml`



## Esempio di Funzionalità Specifica di JBoss: Clustering Service

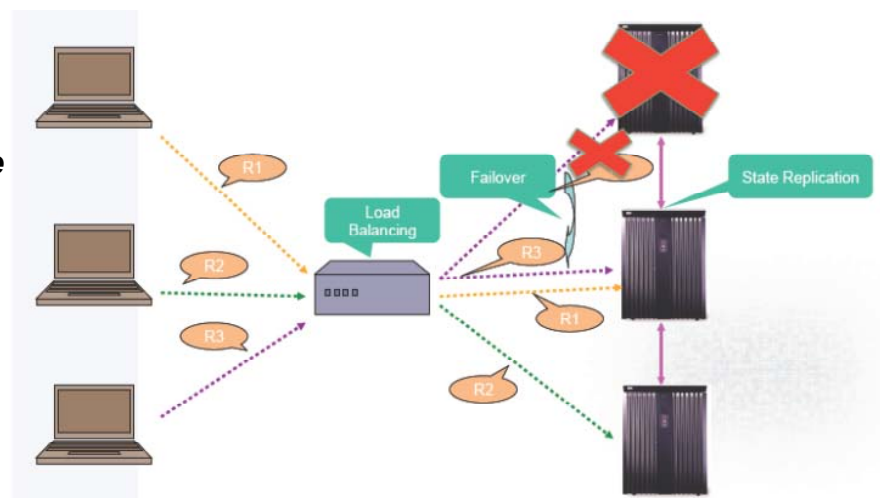
Invece nelle esercitazioni suggerite, se utilizzate versioni precedenti di JBoss, per utilizzare JBoss clustering è sufficiente:

- ☐ Usare la **configurazione "all"** di JBoss

```

> run.bat -c all
> ./run.sh -c all
  
```

Abilita tutte le librerie necessarie al clustering, come *JGroups.jar*, *jboss-cache.jar*, ...





## Comunicazione all'interno del Cluster

Un **cluster (o partizione)** JBoss è semplicemente un **insieme di nodi**; ogni nodo JBoss è definito come una istanza del server JBoss (anche più nodi "logici" su una stessa macchina, con differenti porte associate ovviamente)

### Uso di canali JGroup

Un canale JGroup:

- ❑ Tiene traccia **automaticamente di chi fa parte del cluster** (sulla base di configurazione e nome del canale JGroup utilizzato)
- ❑ Supporta **scambio affidabile di messaggi** all'interno del cluster
- ❑ Default: comunicazione multicast UDP (anche possibilità di TCP – quando lo scegliereste?)

A default JBoss utilizza 4 canali JGroup separati:

- ❑ **Un canale** usato dal servizio general-purpose di **HAPartition**
- ❑ **Tre canali** creati da JBoss Cache, anche per supportare **replicazione dello stato**



## Comunicazione all'interno del Cluster

### Configurazione JGroup

- ❑ File `cluster-service.xml` nella directory `/deploy` descrive la **configurazione per la partizione di default** del cluster configurazioni JGroups come attributi innestati di servizi MBean del cluster
- ❑ Attributo `PartitionConfig` di MBean `clusterPartition` descrive e configura lo **stack di protocolli JGroups** configurazione di default usa UDP con IP multicast

```
<mbean code="org.jboss.ha.framework.server.ClusterPartition"
name="jboss:service={jboss.partition.name:DefaultPartition}">
...
<attribute name="PartitionConfig">
<Config>
<UDP mcast_addr="${jboss.partition.udpGroup:228.1.2.3}"
mcast_port="${jboss.hapartition.mcast_port:45566}"
tos="8" ...
```



## Comunicazione all'interno del Cluster

```
...  
<PING timeout="2000"  
down_thread="false" up_thread="false"  
num_initial_members="3"/>  
  
<MERGE2 max_interval="100000"  
down_thread="false" up_thread="false"  
min_interval="20000"/>  
  
...  
<FD timeout="10000" max_tries="5"  
down_thread="false" up_thread="false" shun="true"/>  
<VERIFY_SUSPECT timeout="1500" down_thread="false"  
up_thread="false"/>  
  
...  
<pbcast.STATE_TRANSFER down_thread="false" up_thread="false"/>  
  
...
```

Ad esempio, PING è il protocollo per la scoperta iniziale dei membri del cluster

Ad esempio, MERGE2 è per il discovery di nuovi sottogruppi

FD è invece il protocollo per failure detection



## Comunicazione all'interno del Cluster

### HA Partition

Servizio general-purpose di **alta disponibilità** (*High Availability*) utilizzato per diversi compiti in JBoss AS clustering

- ❑ Astrazione costruita sulla **base dei canali JGroups**
- ❑ Supporto per effettuare/ricevere **invocazioni RPC** da/verso nodi cluster
- ❑ Supporto a **registry distribuito** (servizi del cluster e su quali nodi eseguono)
- ❑ **Notifiche a listener** per modifiche nell'appartenenza al cluster o per cambiamenti di servizi nel registry
- ❑ Nucleo di molti altri servizi di clustering:
  - **smart proxy** lato cliente
  - **farming**
  - **HA-JNDI**
  - ...



## Comunicazione all'interno del Cluster

### Esempio di configurazione HA Partition

```
<mbean code="org.jboss.ha.framework.server.ClusterPartition"
name="jboss:service=DefaultPartition">
<attribute name="PartitionName">
    ${jboss.partition.name:DefaultPartition}</attribute>
<!-- Indirizzo usato per determinare il nome del nodo -->
<attribute name="NodeAddress">${jboss.bind.address}</attribute>
<!-- deadlock detection abilitata o no -->
<attribute name="DeadlockDetection">False</attribute>
<!-- Max time (in ms) di attesa per il completamento del trasferimento di
    stato -->
<attribute name="StateTransferTimeout">30000</attribute>
<!-- configurazione protocolli JGroups -->
<attribute name="PartitionConfig">... ..</attribute>
</mbean>
```

Per fare parte dello stesso cluster, *i nodi devono semplicem. avere lo stesso PartitionName* e gli stessi elementi PartitionConfig



## Comunicazione all'interno del Cluster

Possibilità di **deployment omogeneo** (replica su tutti i nodi del cluster – **automatico attraverso farming**) o **disomogeneo** (sconsigliato dagli sviluppatori JBoss, ad es. per mancanza di supporto a transazioni distribuite sul cluster)

### Clustering JNDI

Il cliente usa un **proxy HA-JNDI per invocare JNDI lookup**

Lato server, **il servizio HA-JNDI mantiene un albero JNDI (context tree)** sul cluster:

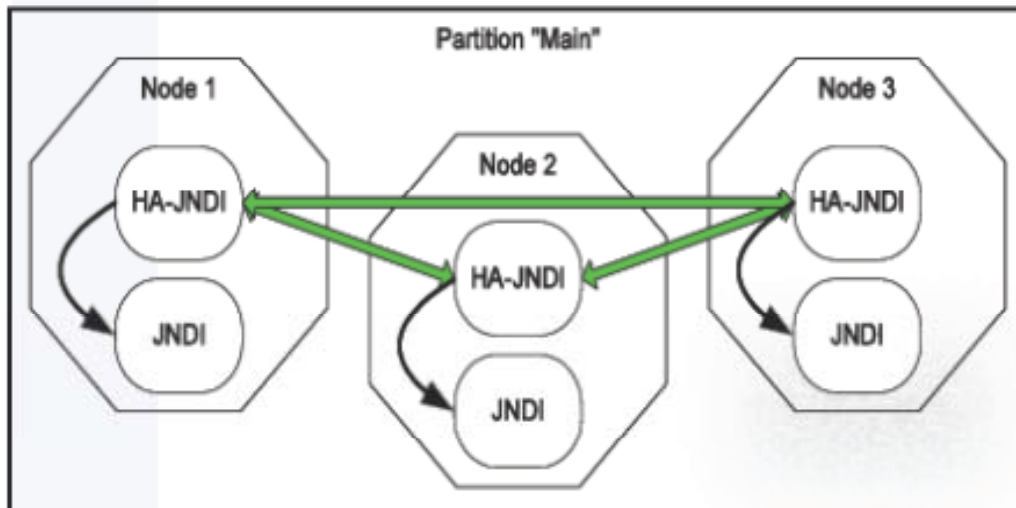
- ☐ Albero sempre disponibile fino a che almeno un nodo è presente nel cluster
- ☐ Ogni nodo ha la sua copia locale dell'albero JNDI
- ☐ Il servizio HA-JNDI su di un nodo può effettuare il binding di oggetti presenti nella sua copia locale JNDI dell'albero

All'atto del lookup:

- ☐ Se binding non è nell'albero del nodo interrogato, **delega a JNDI locale**
- ☐ Se non trovato, **coordinamento fra componenti HA-JNDI nel cluster**
- ☐ `NameNotFoundException` se non presente in nessun JNDI del cluster

## Clustering JNDI:

- ❑ Componenti HA-JNDI mantengono **conoscenza reciproca** e **copia parziale** dell'albero JNDI locale
- ❑ Componenti JNDI locali possono avere alberi più estesi rispetto ai loro HA-JNDI



Due tipi di configurazione:

## 1) JBoss fat client

- ❑ I clienti usano **HA smart proxy** che contengono **logica di load balancing** (ad es. Round Robin) e **capacità di resilienza** (failover)
- ❑ La logica di HA smart proxy può essere **modificata e plugged-in** da parte del programmatore (differenti politiche di failover e load balancing basate su pesi differenziati e carico)

## 2) JBoss thin client

- ❑ Tutta la logica di load-balancing + failover è **lasciata allo sviluppatore** che può adottare soluzioni hw o sw (ad es. Apache mod\_jk/mod\_proxy + Tomcat)

Nel caso semplice e specifico di **invocazioni RMI**:

- ❑ Logica di clustering messa in atto dagli **stub cliente** (HA-RMI)
- ❑ Stub contiene la **lista dei nodi disponibili** nel cluster + **politica di load balancing**
  - Random/Round Robin/First Available
- ❑ Se avviene una **modifica nella composizione del cluster**, alla invocazione seguente il server fa **piggybacking** della lista aggiornata
- ❑ **Lista** dei nodi **mantenuta automaticamente** lato server tramite **JGroups**
- ❑ Solita soluzione tramite **intercettori client-side** che si occupano trasparentemente di load balancing e failover all'invocazione di metodi nell'interfaccia dello stub

## Replicazione dello Stato

### **JBoss Cache**

Possibile attività  
progettuale?

JBoss Cache è un **framework per il supporto a cache distribuita**  
(che può essere utilizzato anche in altri ambienti AS)

Realizza il **caching di oggetti Java acceduti frequentemente** per motivi di performance

In JBoss, fornisce servizi di caching per

- Sessioni HTTP
- Stato di session bean EJB 3.0
- Entity EJB 3.0
- Ogni servizio di cache è definito in un Mbean separato (con il suo canale JGroups)

**JBoss Cache è cluster-aware**: lo stato è mantenuto **consistente fra i vari nodi** nel cluster

- Tolleranza ai guasti in caso di server crash
- Necessità di invalidazione e/o aggiornamento dello stato nella cache



## Failover e Load Balancing di sessioni HTTP

**Replicazione dello stato della sessione** gestita da JBoss

- Configurazione “all” di JBoss include **session state replication**
- Occorre **configurare session state replication** da gestire **tramite JBoss Cache**

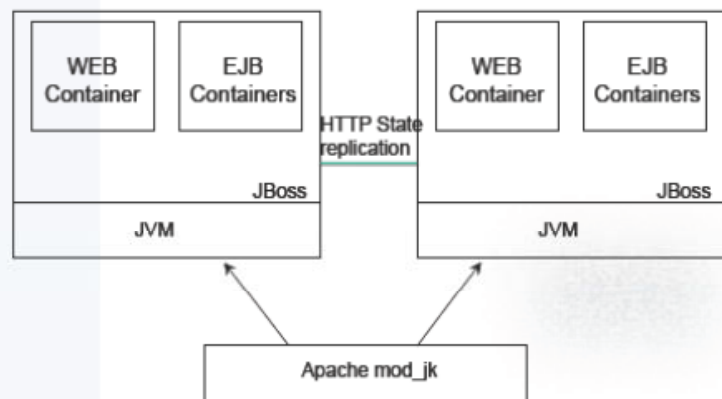
**Load balancing** è invece gestito usualmente da software esterno o a livello hardware:

- Ad es., suggeriti da JBoss

Apache **mod\_jk**

o più recentemente

Apache **mod\_cluster**



Sistemi Distrib

Sostituisce JBoss Cache (testimonia «hot topic» replicazione stato)

Possibile attività  
progettuale?

**Infinispan: framework open-source basato su JGroups**,  
anche utilizzabile al di fuori di JBoss

- ❑ Svolge il ruolo di infrastruttura di caching e replicazione per sessione HTTP, stato di SFSB, nomi JNDI e secondo livello di Hibernate

Quattro strategie di caching:

- ❑ **Locale** (utilizzato tipicamente per secondo livello di Hibernate)
- ❑ **Replicazione**
- ❑ **Distribuzione**
- ❑ **Invalidazione**

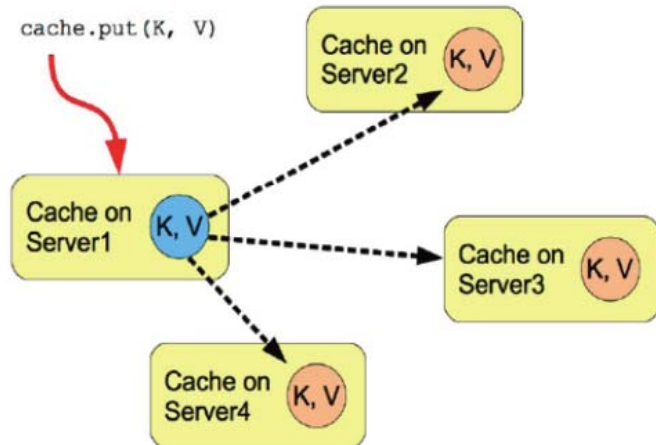


## ❑ **Replicazione**

Tutti oggetti in cache replicati su tutti i nodi del cluster

Tipicamente adatta per piccoli cluster

Scarsamente scalabile

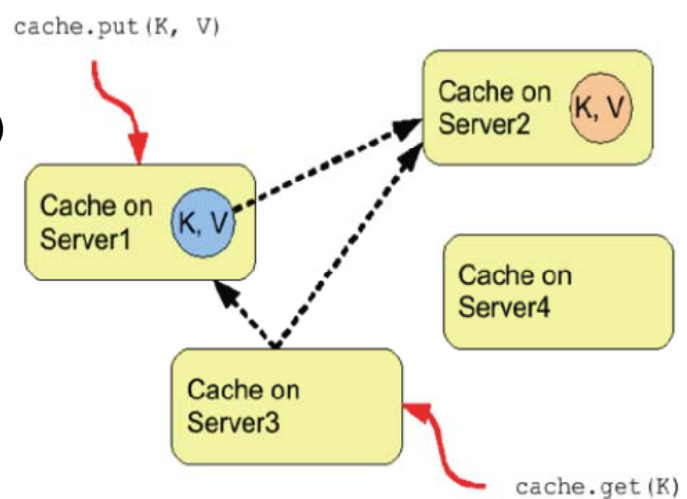


## ❑ **Distribuzione**

Tutti oggetti in cache replicati solo su sottoinsieme fisso (configurabile) di nodi del cluster

Minori performance quando oggetti non disponibili localmente

Migliore scalabilità



## ❑ **Invalidazione**

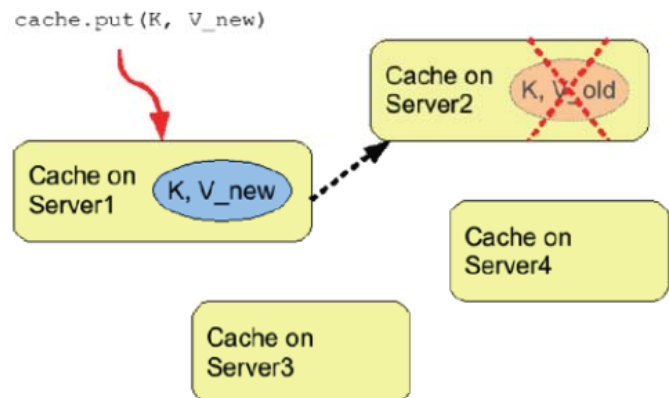
Nessuna replicazione ma rimozione di entry non valide

Tipicamente utilizzata per dati comunque disponibili su datastore persistente

Replicazione e invalidazione possono avvenire in modo **bloccante/non-bloccante**

In modo non-bloccante:

- ❑ anche coda con **modifiche/invalidazioni multiple**
- ❑ Migliori performance ma errori solo riportati in log ed eventualmente utilizzati in rollback se transazioni



- ❑ **Eviction** (rimozione di oggetti in cache, **solo locale**)

Strategie unordered, FIFO, LRU

## ❑ **Cache Loader**

Connessione fra Infinispan e versione su memoria persistente (file system, DB, cloud store come AmazonS3) della cache estesa

Se **passivazione abilitata**, scrittura in datastore solo in caso di eviction

## ❑ **Livelli di isolation e locking**

- REPEATABLE\_READ (sono possibili phantom read)
- READ\_COMMITTED (possibili non repeatable read ma maggiori performance)
- Optimistic locking e verifiche a posteriori in fase di commit



# Apache mod\_cluster

Rispetto al più semplice e «tradizionale» Apache mod\_jk:

- ❑ **Configurazione dinamica cluster**
  - integrato con meccanismi di advertising su JGroups basati su multicast UDP
  - nodi cluster fanno discovery automatico di **uno o più nodi load balancer disponibili**
- ❑ **Diverse metriche** per misurazione carico
  - cpu, memoria, n° connessioni, ...)
- ❑ **Notifiche stato applicativo**
  - possibilità di intercettare eventi di re-deploy/un-deploy/... delle applicazioni presenti su AS e prendere azioni di management conseguenti



## Replicazione dello Stato

In alternativa, **sticky session**

Si può chiedere un **clustering con sticky session (nessuna replicazione di sessioni HTTP)**

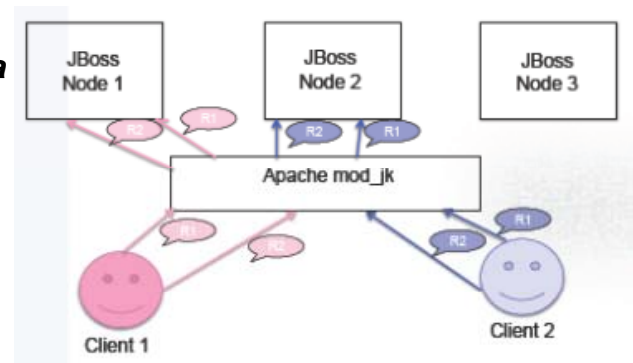
- Tutte le richieste dello **stesso cliente** vengono inviate allo **stesso nodo del cluster**

### Pro

- Disabilitazione di HTTP session replication => notevoli **vantaggi in termini di performance**

### Contro

- Caduta del server produce **perdita dello stato di sessione**



### **Soluzioni ibride:** Sticky session + HTTP state replication

Spesso, in casi reali, si utilizzano **soluzioni ibride più articolate**. JBoss supporta:

- ❑ HTTP replication **sincrona e asincrona** (come già visto per Infinispan)
    - HTTP replication asincrona ha migliore scalabilità
  - ❑ Si può inoltre specificare la **granularità desiderata per la replicazione** (per motivi di performance)
    - `session` - **intera sessione**
    - `attribute` – solo gli **attributi modificati** (*dirty attributes*) + alcuni dati specifici di sessione come `lastAccessTime`. Particolarmente adatto per **sessioni con stato di ampia dimensione**
- con decrescenti livelli di overhead

In modo molto pratico, **configurazione di HTTP session replication** sui vari framework di supporto:

- ❑ Session replication viene abilitata a livello di singola applicazione Web in `WEB-INF/web.xml`, tag **<distributable>**
- ❑ Configurazione di JBoss (replicazione sincrona o asincrona) viene fatta in `WEB-INF/jboss-web.xml`
- ❑ Replicazione della sessione viene configurata nel container per la sessione Web, ad es. **Tomcat**, in `deploy/tc5-cluster-service.xml`

...

```
<!-- Modalità consentite: LOCAL, REPL_ASYNC e REPL_SYNC ! -->
```

```
<attribute name="CacheMode">REPL_SYNC</attribute>
```

...



## Clustering di Componenti EJB

- ❑ Stateless Session Bean
  - Facile ☺, data la mancanza di stato, le chiamate possono essere bilanciate su ogni nodo
- ❑ Stateful Session Bean
  - **Stato replicato e sincronizzato** sul cluster
  - Ad ogni modifica sullo stato di uno di questi bean, entra **in azione session state replication di JBoss Cache o di Infinispan**
- ❑ Entity Bean
  - Non interrogabili da remoto e quindi non prevista abilitazione clustering
  - solo per secondo livello Hibernate possibilità di utilizzare Infinispan
- ❑ MessageDriven Bean
  - Utilizzo di HornetQ in JBoss AS 7



## Replicazione dello Stato

Nel migliore dei casi ☺, è sufficiente uso di una **annotazione** (specifica e proprietaria di JBoss) per **informare il container EJB** di JBoss che il componente considerato deve essere **clustered**

Annotazione **@Clustered**. Applicabile a:

- ❑ **SLSB** con smart proxy. Politiche di load balancing
  - RoundRobin (default), FirstAvailable, FirstAvailableIdenticalAllProxies (tutti smart proxy per un bean verso stesso nodo), RandomRobin
- ❑ **SFSB** con smart proxy. Politiche di load balancing
  - FirstAvailable (con abilitazione replicazione stato)
- ❑ **MDB**. Politiche di load balancing
  - RoundRobin, Random, Custom (tramite implementazione interfaccia ConnectionLoadBalancingPolicy)