



SISTEMAS DISTRIBUTIVOS

INTRODUCCIÓN A LOS PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN EN SISTEMAS DISTRIBUIDOS

INTRODUCCIÓN A LOS PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN EN SISTEMAS DISTRIBUIDOS

En un sistema distribuido, múltiples componentes o procesos cooperan entre sí a través de una red de comunicaciones. Esta interacción requiere una base sólida para intercambiar información de manera eficiente, coherente y segura. Para lograrlo, se hace uso de protocolos de comunicación, los cuales definen un conjunto de reglas y convenciones que rigen la transmisión de datos entre sistemas heterogéneos (Muñoz Escóí, 2013).

Los protocolos no solo permiten el envío de mensajes, sino que también aseguran la semántica del mensaje, la entrega confiable, el orden correcto de los paquetes y la sincronización adecuada entre procesos. Su rol es esencial para abstraer las complejidades de las redes subyacentes, permitiendo que las aplicaciones distribuidas funcionen como si fueran locales.

¿Qué es un protocolo de comunicación?

Un protocolo de comunicación puede definirse como un conjunto de reglas formales que permiten la interacción entre dos o más entidades dentro de un sistema distribuido (Coulouris et al., 2012). Este conjunto de reglas abarca aspectos como el formato del mensaje, los mecanismos de transmisión, la detección y corrección de errores, la negociación de conexiones, el control de flujo, entre otros.

En un contexto distribuido, los protocolos pueden estar organizados en niveles o capas, de acuerdo con modelos como el modelo OSI o el modelo TCP/IP. Esta organización permite una mayor modularidad y facilita el diseño y mantenimiento de sistemas complejos.

Características deseables en los protocolos distribuidos

Para que un protocolo sea eficaz en un entorno distribuido, debe poseer las siguientes características:

- **Transparencia:** debe ocultar detalles técnicos como la ubicación, la replicación o el tipo de red subyacente.
- **Confiable:** garantiza la entrega correcta y completa del mensaje, incluso en presencia de fallos de red.
- **Eficiencia:** minimiza la sobrecarga de comunicación y optimiza el uso del ancho de banda.
- **Escalabilidad:** permite soportar un número creciente de nodos, sin degradar el rendimiento.
- **Seguridad:** asegura la autenticación, integridad y confidencialidad de los datos.

Clasificación de los protocolos de comunicación

Los protocolos en sistemas distribuidos se pueden clasificar, de acuerdo con diversos criterios:

■ Según la capa del modelo de red:

- Nivel de aplicación: HTTP, FTP, RPC, gRPC.
- Nivel de transporte: TCP, UDP.
- Nivel de red: IP, ICMP.

■ Según el tipo de comunicación:

- Protocolos síncronos: requieren respuesta inmediata (ejemplo, RPC).
- Protocolos asíncronos: permiten independencia temporal entre envío y recepción (ejemplo, colas de mensajes).

■ Según el patrón de interacción:

- Cliente-servidor.
- Publicador-suscriptor.
- Peer-to-peer.

Esta clasificación permite elegir el protocolo adecuado, según los requerimientos del sistema, como latencia, tolerancia a fallos o tipo de comunicación (Coulouris et al., 2012).

Ejemplos comunes de protocolos en sistemas distribuidos

- Remote Procedure Call (RPC). Permite a un proceso invocar una función remota como si fuera local. Se usa en arquitecturas cliente-servidor.
- gRPC. Una evolución moderna de RPC basada en HTTP/2 y Protobuf. Alta eficiencia, ideal para microservicios.
- Message Queue Telemetry Transport (MQTT). Protocolo ligero para comunicación publish/subscribe, muy usado en IoT.
- Advanced Message Queuing Protocol (AMQP). Protocolos orientados a mensajes para sistemas empresariales robustos.
- HTTP/HTTPS. Protocolo ubicuo para servicios RESTful y comunicación web.
- WebSocket. Proporciona comunicación bidireccional en tiempo real.

Cada uno de estos protocolos cumple un rol particular y puede combinarse con otros, para ofrecer soluciones robustas y adaptables.

Importancia de los estándares y la interoperabilidad

Uno de los retos más significativos en sistemas distribuidos, es la interoperabilidad entre plataformas y lenguajes diferentes. Los protocolos estandarizados, como HTTP, AMQP o MQTT, permiten que sistemas heterogéneos puedan comunicarse sin necesidad de una implementación específica para cada caso. Esta interoperabilidad es vital para lograr sistemas flexibles, modulares y mantenibles (Coulouris et al., 2012).

Figura 1. Protocolos distribuidos

