

Fundamentos de las aplicaciones y sistemas distribuidos

Autores: Karla Almea, Erickson Estévez, Elvis Gonzales, Joge Gualpa
Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo,
Ecuador
[kalmeav, ericksson.estevez2016, elvis.gonzales2016, jorge.gualpa2015]@uteq.edu.ec

Resumen. En la actualidad, los sistemas distribuidos han ganado una gran importancia debido al creciente uso de aplicaciones y servicios en línea que requieren alta disponibilidad, confiabilidad y escalabilidad. Un sistema distribuido es un sistema cuyos componentes están ubicados en diferentes computadoras conectadas a una red para que puedan comunicarse y coordinar sus actividades entre sí utilizando mensajes de cualquier sistema. Este informe cubrirá temas relacionados con los sistemas distribuidos en general, donde se introducirán brevemente los conceptos y características de los sistemas distribuidos. Se presentará una clasificación y arquitectura de los sistemas distribuidos existentes junto a su explicación correspondiente, lo que permitirá tener una idea clara de cada tipo de sistema que existe. Además, se presentarán las ventajas de usar estos sistemas distribuidos, así como las desventajas de usar estos sistemas en comparación con los sistemas tradicionales.

Palabras claves: aplicaciones distribuidas, redes, sistemas distribuidos.

1 Introducción

En los últimos años, cada vez es más común encontrar aplicaciones y sistemas distribuidos en todo tipo de entornos, desde aplicaciones móviles hasta sistemas de gestión empresarial. Los sistemas distribuidos permiten a los desarrolladores crear aplicaciones que se ejecutan en múltiples dispositivos y servidores, lo que proporciona una mayor escalabilidad, flexibilidad y disponibilidad. Además, estos sistemas también ofrecen la posibilidad de compartir recursos y datos entre diferentes dispositivos y usuarios de forma segura y eficiente.

El desarrollo de las tecnologías informáticas y de telecomunicaciones ha permitido una expansión exponencial de los sistemas de información y hacerlos muy accesibles, independientemente de su campo de aplicación. Las telecomunicaciones permiten conectar una gran cantidad de usuarios en todo el mundo mediante la transmisión de voz, datos o video a través de diferentes dispositivos. A través de Internet se puede acceder a varias redes de comunicación, como la red de área local (LAN), la red de área metropolitana (MAN) y la red de área amplia (WAN). Lo que brinda capacidades informáticas paralelas en las que se pueden implementar aplicaciones para realizar el procesamiento de tareas distribuidas [1].

Todo esto ha llevado al potencial de rápido crecimiento viral de un servicio, lo que implica que cada aplicación debe estar diseñada para escalar de manera eficiente en respuesta a la demanda del usuario. Debido a estos requisitos y restricciones, prácticamente todas las aplicaciones que se construyen, tanto si son para el consumidor como para el backend de pagos, deben ser sistemas distribuidos[2].

Un sistema distribuido consta de diferentes componentes de software que residen en varias computadoras, pero operan y funcionan como un solo sistema. Un sistema distribuido puede constar de diferentes tipos de computadoras; como mainframes, computadoras personales, estaciones de trabajo, minicomputadoras, etc[3].

En este artículo, exploraremos la generalidad de los sistemas distribuidos, por ejemplo, presentaremos los conceptos y propiedades de los sistemas distribuidos para tener una idea clara del enfoque global de esta tecnología. Al mismo tiempo, también se proponen dos taxonomías

de sistemas distribuidos para distinguir sus funciones de cada tipo de sistema existente actualmente. Además, se hace una breve comparación con un sistema convencional llamado monolito. Finalmente, se describen varias ventajas y desventajas de los sistemas distribuidos en comparación con los sistemas tradicionales y las computadoras aisladas.

2 Introducción a los sistemas distribuidos

Un sistema distribuido es un sistema en el que múltiples componentes de hardware o software trabajan juntos a través de una red de comunicación para lograr un objetivo común. Estos sistemas se pueden usar para mejorar la eficiencia, la escalabilidad y la confiabilidad de las aplicaciones, y para servir a los usuarios en todas las geografías. Sin embargo, la complejidad de su diseño y la necesidad de coordinar múltiples recursos pueden presentar desafíos únicos para los desarrolladores y administradores de sistemas.

A continuación, se presentan algunos conceptos básicos de sistemas operativos e ingeniería de software.

2.1 Sistema distribuido

Un sistema distribuido es un grupo de componentes de hardware o software que se comunican y coordinan entre sí para lograr un objetivo común. Estos componentes se pueden ubicar en diferentes ubicaciones físicas y trabajar juntos a través de una red de comunicación. Los sistemas distribuidos tienen varias aplicaciones, como el procesamiento de grandes cantidades de datos, la computación en la nube y la creación de aplicaciones en línea escalables [4].

2.2 Aplicación distribuida

Una aplicación distribuida es una aplicación de software que se ejecuta en un entorno distribuido donde múltiples componentes de hardware o software trabajan juntos para lograr un objetivo común. En este tipo de aplicación, los componentes individuales pueden residir en diferentes dispositivos y comunicarse entre sí a través de una red de comunicación [5].

2.3 Computación distribuida

La computación distribuida es un modelo de computación en el que un grupo de dispositivos independientes, como computadoras o dispositivos móviles, trabajan juntos para realizar tareas complejas. Estos dispositivos están conectados a una red de comunicación, coordinan recursos compartidos y funcionan juntos como si fueran un solo sistema. La computación distribuida se usa a menudo en aplicaciones como el procesamiento de datos grandes y las simulaciones científicas [5].

2.4 Computación paralela

La computación paralela es un modelo informático en el que varios procesadores o núcleos de procesamiento trabajan en paralelo para realizar tareas complejas. Este enfoque le permite dividir una tarea en varias subtareas que son procesadas simultáneamente por diferentes núcleos de procesamiento. La computación paralela se usa a menudo en aplicaciones de procesamiento intensivo, como simulaciones científicas y renderizado de gráficos en tiempo real [6].

2.5 Computación ubicua

La computación ubicua es un paradigma informático en el que los dispositivos electrónicos y los recursos informáticos están integrados en el entorno físico y se utilizan sin problemas en la vida cotidiana. En la computación ubicua, los usuarios pueden interactuar con los recursos informáticos de forma natural y sin conocimientos técnicos especiales. La tecnología se enfoca en crear una experiencia de usuario rica y fluida mediante la integración de dispositivos y servicios en el entorno físico [7].

2.6 Sistema de información monolíticos

Un sistema de información monolítico es una arquitectura de software en la que todas las funciones y componentes del sistema se combinan en un solo programa o aplicación. En un sistema monolítico, todas las partes del sistema están diseñadas para trabajar juntas y no pueden cambiarse ni mejorarse individualmente [8].

3 Características de los sistemas distribuidos

Un sistema distribuido es un sistema en el que los componentes del sistema se ejecutan en diferentes computadoras y se comunican a través de una red para lograr un objetivo común. Algunas de las características clave de los sistemas distribuidos incluyen comunicación, coordinación, uso compartido de recursos, tolerancia a fallas y escalabilidad. Para que un sistema distribuido sea confiable, se deben considerar estas cinco características clave, como se describe en la **tabla 1** [4]

Tabla 1. Características de los sistemas Distribuidos.

Características	Descripción
Comunicación	Los componentes del sistema se comunican entre sí a través de una red.
Coordinación	Es necesaria una coordinación efectiva entre los componentes del sistema para garantizar la consistencia y la coherencia de los datos.
Compartición de recursos	Los recursos del sistema, como memoria, CPU y almacenamiento, se comparten entre los componentes del sistema.
Tolerancia a fallos	Los sistemas distribuidos deben ser capaces de manejar fallos en componentes individuales del sistema y continuar funcionando.
Escalabilidad	Los sistemas distribuidos deben ser capaces de manejar un gran número de usuarios y aumentar el rendimiento a medida que se agregan más recursos.

4 Clasificación de los sistemas distribuidos

4.1 Sistemas de computación distribuida

Los sistemas distribuidos son una categoría relevante de sistemas, utilizados para llevar a cabo tareas informáticas que requieren un alto rendimiento. Dentro de esta categoría, se pueden distinguir dos subgrupos. En la computación en clúster, el hardware subyacente está compuesto por una serie de estaciones de trabajo o computadoras personales similares, que están conectadas entre sí a través de una red de área local de alta velocidad. Cada nodo en la red ejecuta el mismo sistema operativo.

Por otro lado, en la computación grid, se encuentran sistemas distribuidos que a menudo se construyen como una federación de sistemas informáticos. Cada uno de ellos puede estar bajo un dominio administrativo distinto y variar significativamente en cuanto a hardware, software y tecnología de red implementada [4].

4.2 Sistemas de información distribuidas

Existe otro tipo importante de sistemas distribuidos que se encuentran en organizaciones que han tenido dificultades para lograr la interoperabilidad entre una gran cantidad de aplicaciones en red. El desarrollo de soluciones de middleware se debe en gran parte a la necesidad de integrar aplicaciones en un sistema de información empresarial.

Sin embargo, a medida que las aplicaciones se han vuelto más complejas y se han dividido en componentes independientes, se ha hecho evidente que la integración también debería ocurrir permitiendo que las aplicaciones se comuniquen directamente entre sí. Como resultado, la integración de aplicaciones empresariales (EAI) se ha convertido en una industria importante [4].

4.3 Sistemas omnipresentes distribuidos

Los sistemas distribuidos discutidos hasta ahora se caracterizan por su estabilidad, en la que los nodos son fijos y tienen una conexión permanente y de alta calidad a una red. La transparencia de la distribución se ha logrado a través de diversas técnicas para enmascarar fallas y recuperación, lo que da la impresión de que las cosas solo pueden salir mal en ocasiones.

Además, se ha ocultado la ubicación real de la red de un nodo, lo que permite que los usuarios y las aplicaciones crean que los nodos permanecen en su lugar. Estas técnicas tienen como objetivo lograr la estabilidad en los sistemas distribuidos y permitir que las aplicaciones se comuniquen sin problemas en una red distribuida. [4].

5 Arquitectura de los sistemas distribuidos

Los sistemas distribuidos se pueden clasificar en diferentes categorías según su arquitectura, su grado de descentralización y su modelo de comunicación. Según Tanenbaum [4], algunas de las categorías más comunes son:

- **Arquitectura cliente-servidor:** en la que los clientes solicitan servicios a un servidor centralizado.
- **Arquitectura peer-to-peer:** en la que los nodos de la red actúan tanto como clientes como servidores y se comunican entre sí directamente.
- **Sistemas centralizados:** en los que el control y la gestión se llevan a cabo en un solo lugar, lo que los hace menos escalables y menos tolerantes a fallos.
- **Sistemas descentralizados:** en los que el control y la gestión se distribuyen en múltiples nodos, lo que los hace más escalables y tolerantes a fallos.
- **Sistemas híbridos:** que combinan características de sistemas centralizados y descentralizados.

A continuación, en la **tabla 2**, se presenta un breve resumen de las características de cada una de las categorías mencionadas anteriormente.

Tabla 2. Clasificación de los sistemas distribuidos.

Categoría	Descripción
Cliente-servidor	Centralizado, gestión y control a cargo del servidor, alta seguridad y control de acceso, escalabilidad limitada, alta disponibilidad con redundancia del servidor.
Peer-to-peer	Descentralizado, los nodos actúan como cliente y servidor, escalabilidad mejorada, alta tolerancia a fallos y resistencia, menor seguridad debido a la falta de control centralizado.
Centralizado	Control y gestión centralizados, menos escalabilidad, menos tolerancia a fallos.
Descentralizado	Control y gestión distribuidos, más escalabilidad, más tolerancia a fallos.
Híbrido	Combinación de características de sistemas centralizados y descentralizados, mayor flexibilidad en el diseño del sistema.

6 Diferencias entre los sistemas monolíticos y distribuidos

En la **tabla 3** se muestran las principales diferencias entre los sistemas de información monolíticos y los sistemas de información distribuidos se pueden resumir en los siguientes aspectos [4].

Tabla 3. Diferencias entre los Sistemas monolíticos vs Sistemas distribuidos

Aspecto	Sistemas de información monolíticos	Sistemas de información distribuidos
Arquitectura	Arquitectura centralizada y monolítica, con un único punto de control y procesamiento	Arquitectura descentralizada, con múltiples puntos de control y procesamiento distribuido
Escalabilidad	Limitada, no permite agregar fácilmente nuevos recursos para manejar un mayor volumen de datos o usuarios	Escalabilidad mejorada, permite agregar nuevos nodos para aumentar la capacidad y procesamiento del sistema
Tolerancia a fallos	Menos tolerantes a fallos, ya que una falla en el servidor central puede paralizar todo el sistema	Más tolerantes a fallos, ya que los nodos pueden asumir la carga de trabajo y los datos pueden ser replicados en varios nodos para garantizar su disponibilidad
Mantenimiento	Más costoso, ya que los cambios deben ser realizados en el servidor central y propagados a todos los clientes	Menos costoso, ya que los cambios pueden ser implementados localmente en cada nodo y propagados a través del sistema
Seguridad	Mayor seguridad debido al control centralizado y la implementación de medidas de seguridad en el servidor	Menor seguridad debido a la falta de control centralizado, pero se pueden implementar medidas de seguridad en cada nodo

7 Ventajas y Desventajas de los Sistemas Distribuidos

7.1 Ventajas

Entre las principales ventajas de los sistemas distribuidos se encuentran [9],[4]:

- Mayor escalabilidad y rendimiento debido a la posibilidad de distribuir la carga de trabajo y procesamiento en varios nodos.
- Mayor disponibilidad y tolerancia a fallos debido a la posibilidad de replicar datos y servicios en varios nodos.
- Mayor flexibilidad y adaptabilidad a cambios y evolución del sistema.
- Menor costo de mantenimiento y actualización del sistema.

7.2 Desventajas

Entre las principales desventajas de los sistemas distribuidos se encuentran [9],[4]:

- Mayor complejidad en el diseño y programación del sistema debido a la necesidad de coordinar y comunicar varios nodos.
- Mayor costo inicial en la infraestructura necesaria para implementar un sistema distribuido.
- Mayor vulnerabilidad a ataques y fallas de seguridad debido a la falta de control centralizado.
- Mayor complejidad en el monitoreo y gestión del sistema debido a la necesidad de coordinar varios nodos.

8 Conclusiones

En conclusión, este artículo ha proporcionado una visión general de los fundamentos de las aplicaciones y sistemas distribuidos. Se realizó una búsqueda exhaustiva para recopilar información actualizada y relevante sobre los temas discutidos. Se discutió la clasificación de los sistemas distribuidos y se destacaron las características clave que los diferencian de los sistemas monolíticos. Además, se resaltaron las ventajas y desventajas de los sistemas distribuidos, incluyendo su capacidad de escalar y su flexibilidad, pero también los desafíos asociados con la seguridad, complejidad de su diseño y la necesidad de una gestión adecuada de recursos y datos para asegurar su eficacia. En general, es importante comprender los fundamentos de los sistemas distribuidos, ya que estos sistemas se utilizan ampliamente en la industria y en la vida cotidiana. Este conocimiento puede ayudar a cualquier profesional en el campo de la informática y la tecnología de la información a tomar decisiones informadas sobre el diseño y la implementación de sistemas distribuidos en una variedad de entornos.

9 Referencias

- [1] B. D. E. Extendido, “Universidad Central del Ecuador Universidad Central del Ecuador”, núm. Figura 1, pp. 2–3, 2012.
- [2] B. Burns, *Designing Distributed Systems - Patterns and Paradigms for Scalable, Reliable Services*, vol. 80, núm. 8. 2018. [En línea]. Disponible en: <http://oreilly.com/safari>
- [3] A. Concurrentes, “Sistemas Distribuidos Distribuidos - Generalidades”, pp. 1–7.
- [4] A. S. Tanenbaum, *Distributed Systems: Principles and Paradigms*. 2006. [En línea]. Disponible en: http://www.amazon.de/Distributed-Systems-Principles-Paradigms-Tanenbaum/dp/B006V36H4S/ref=sr_1_5?ie=UTF8&qid=1352386184&sr=8-5
- [5] U. M. D. E. C. D. E. Los, *DISTRIBUTED SYSTEMS Concepts and Design*. 2012.
- [6] B. Barney y L. Computing, “Overview Concepts and Terminology Parallel Computer Memory Architectures Parallel Programming Models Designing Parallel Programs Introduction to Parallel Computing”, 2007, [En línea]. Disponible en: https://computing.llnl.gov/tutorials/parallel_comp/
- [7] S. Poslad, *Smart Devices and Services*. 2009. doi: 10.1002/9780470779446.ch3.
- [8] S. Newman, *Monolith to Microservices: Evolutionary Patterns to Transform your Monolith*. 2020. [En línea]. Disponible en: <http://oreilly.com/catalog/errata.csp?isbn=9781492047841>
- [9] D. Database, *Principles of Distributed Database Systems, Third Edition*.