

DOCUMENTACIÓN: SERVICIO MQTT PARA CONEXIÓN CON BROKER

DESCRIPCIÓN GENERAL

Este módulo es el núcleo del sistema de comunicación en tiempo real, responsable de gestionar la conexión con el broker MQTT (Mosquitto) y procesar todos los mensajes provenientes de los dispositivos IoT. Su función principal es actuar como puente entre el hardware IoT y la aplicación web, proporcionando datos en tiempo real para visualización y almacenamiento.

FUNCIONALIDAD PRINCIPAL

El servicio implementa un cliente MQTT robusto que maneja conexiones, suscripciones a tópicos, procesamiento de mensajes y distribución de datos en tiempo real a través de WebSockets. Soporta reconexión automática, gestión de errores y múltiples formatos de datos.

GESTIÓN DE CONEXIONES MQTT

CONFIGURACIÓN FLEXIBLE DEL BROKER

Construye dinámicamente la URL de conexión al broker MQTT basándose en las variables de entorno, soportando tanto conexiones seguras (MQTTS) como no seguras. Adapta automáticamente los parámetros de conexión según el puerto y protocolo configurado.

SISTEMA DE RECONEXIÓN AUTOMÁTICA

Implementa un mecanismo robusto de reconexión que maneja automáticamente desconexiones temporales del broker, con límites configurables de intentos y períodos de espera entre reconexiones.

AUTENTICACIÓN Y SEGURIDAD

Soporta autenticación con usuario y contraseña, y configuración TLS/SSL para conexiones seguras. Maneja apropiadamente los certificados según el entorno (desarrollo/producción).

GESTIÓN DINÁMICA DE TÓPICOS

CARGA JERÁQUICA DE CONFIGURACIÓN

Implementa un sistema inteligente para cargar tópicos MQTT que prioriza la base de datos sobre las variables de entorno, proporcionando flexibilidad para cambiar configuraciones sin reiniciar el servicio.

SUSCRIPCIÓN AUTOMÁTICA

Se suscribe automáticamente a todos los tópicos configurados al establecer conexión con el broker, manejando errores individuales por tópico sin afectar las demás suscripciones.

PROCESAMIENTO DE MENSAJES MQTT

MANEJO DE MÚLTIPLES FORMATOS

Procesa mensajes en formatos JSON y texto plano, con capacidad de detectar automáticamente el tipo de datos (temperatura, CO2, datos de gateway) y transformarlos a estructuras estandarizadas.

PROCESAMIENTO JERÁRQUICO DE DISPOSITIVOS

Maneja específicamente los tres tipos principales de tópicos del sistema IoT: gateways (estado de conectividad), endpoints (dispositivos intermedios) y sensores (unidades de medición), actualizando las estructuras de datos correspondientes.

ALMACENAMIENTO Y GESTIÓN DE DATOS

BUFFER EN MEMORIA

Mantiene un buffer circular de datos recientes para temperatura y CO2, optimizado para visualizaciones en tiempo real mientras controla el uso de memoria.

ESTRUCTURAS JERÁRQUICAS

Utiliza Maps para almacenar datos de gateways, endpoints y sensores, permitiendo acceso rápido y eficiente a la información de dispositivos específicos.

DISTRIBUCIÓN EN TIEMPO REAL

BROADCASTING VÍA WEBSOCKETS

Implementa un sistema de publicación-suscripción para distribuir datos en tiempo real a clientes WebSocket, manteniendo un registro de suscriptores activos y limpiando conexiones cerradas.

MENSAJES ESPECIALIZADOS

Diferencia entre tipos de actualizaciones (temperatura, CO2, gateway, endpoint, sensor) para permitir a los clientes suscribirse selectivamente a los datos que necesitan.

SINCRONIZACIÓN CON BASE DE DATOS

PERSISTENCIA AUTOMÁTICA

Sincroniza automáticamente los datos recibidos por MQTT con la base de datos relacional, manteniendo consistencia entre los datos en tiempo real y el almacenamiento persistente.

GESTIÓN DE ESTADOS

Calcula estados operacionales para endpoints y sensores basados en umbrales configurables, proporcionando información semántica además de los datos crudos.

SISTEMA DE UMBRALES Y ALERTAS

CONFIGURACIÓN DINÁMICA

Permite actualizar umbrales operacionales en tiempo caliente, recalculando inmediatamente los estados de todos los sensores afectados.

DETECCIÓN DE ANOMALÍAS

Evalúa automáticamente las lecturas de sensores contra los umbrales configurados, generando alertas específicas para diferentes tipos de desviaciones.

INTERFAZ DE CONSULTA

ACCESO A DATOS HISTÓRICOS

Provee métodos para consultar datos recientes de temperatura y CO₂ con soporte para límites y paginación.

ESTADÍSTICAS EN TIEMPO REAL

Calcula estadísticas agregadas (promedios, mínimos, máximos) sobre los datos almacenados en memoria para dashboards y resúmenes.

INFORMACIÓN DE CONEXIÓN

Expone el estado actual de la conexión MQTT, tópicos suscritos y métricas operacionales para monitoreo del sistema.

MECANISMOS DE RECUPERACIÓN

MANEJO GRACIOSO DE ERRORES

Gestiona errores de parsing, conexión y procesamiento sin interrumpir el servicio, logueando apropiadamente cada incidente.

FALLBACKS INTELIGENTES

Implementa estrategias de fallback para tópicos cuando la base de datos no está disponible, asegurando operación continua.

OPERACIONES ADMINISTRATIVAS

RECARGA DINÁMICA

Permite recargar tópicos y configuración sin reiniciar el servicio, facilitando operaciones de mantenimiento.

PUBLICACIÓN DE MENSAJES

Incluye capacidad opcional para publicar mensajes MQTT, útil para testing y comandos hacia dispositivos.

SINGLETON Y ESTADO GLOBAL

La implementación como singleton asegura que solo exista una instancia del servicio MQTT en toda la aplicación, manteniendo coherencia en el estado de conexión y datos entre diferentes partes del sistema.