

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE JSON Y CBOR PARA SISTEMAS INDUSTRIALES DE IIOT EN TIEMPO REAL SOBRE DISPOSITIVOS EDGE ESP32

AUTORES

Néstor Adrián Balich¹ nector.balich@uai.edu.ar
 Franco Adrián Balich¹ francoadrian.balich@uai.edu.ar
 Madiyar Zhunussov² zhunussov@uni.minerva.edu
 Fabian Steinmetz² fabian@uni.minerva.edu

FILIACIÓN

¹ Universidad Abierta Interamericana (UAI)
 Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática (CAETI)
² Minerva University
 College of Computational Sciences

LINEA DE INVESTIGACION

Procesamiento de Señales y Sistemas de Tiempo Real

Contexto

En entornos de Internet Industrial de las Cosas (IIoT), la eficiencia en la comunicación impacta directamente en el consumo energético, el determinismo, la escalabilidad y el desempeño en tiempo real. JSON (RFC 8259) es el formato dominante por su legibilidad y adopción en arquitecturas web; sin embargo, en nodos edge con recursos limitados, su procesamiento basado en texto introduce sobrecarga significativa. CBOR (RFC 8949) fue diseñado para entornos restringidos, proporcionando codificación binaria sin procesamiento de cadenas.

Resumen

Este trabajo presenta una evaluación experimental comparativa entre JSON y CBOR sobre un nodo edge basado en ESP32 operando a 240 MHz. Se realizaron 50 pruebas por formato utilizando MQTT como protocolo de transporte. Los resultados muestran que CBOR reduce el payload en un 28,2%, disminuye los ciclos de CPU un 99,8% y mejora la latencia de parseo en un factor de 650×. Estas mejoras posicionan a CBOR como formato preferido para aplicaciones IIoT con restricciones de tiempo real, energía y escalabilidad en dispositivos edge.

Líneas de Investigación / Desarrollo

Evaluar si CBOR ofrece ventajas medibles sobre JSON en condiciones reales de edge industrial utilizando ESP32. Contribuciones: evaluación empírica en hardware real (ESP32 240 MHz), medición directa de ciclos de CPU, análisis de impacto en lazo de control de 100 Hz y discusión sistémica sobre determinismo, energía y escalabilidad. Arquitectura: nodo emisor Python, protocolo MQTT, nodo receptor ESP32, red Wi-Fi.

Resultados Obtenidos

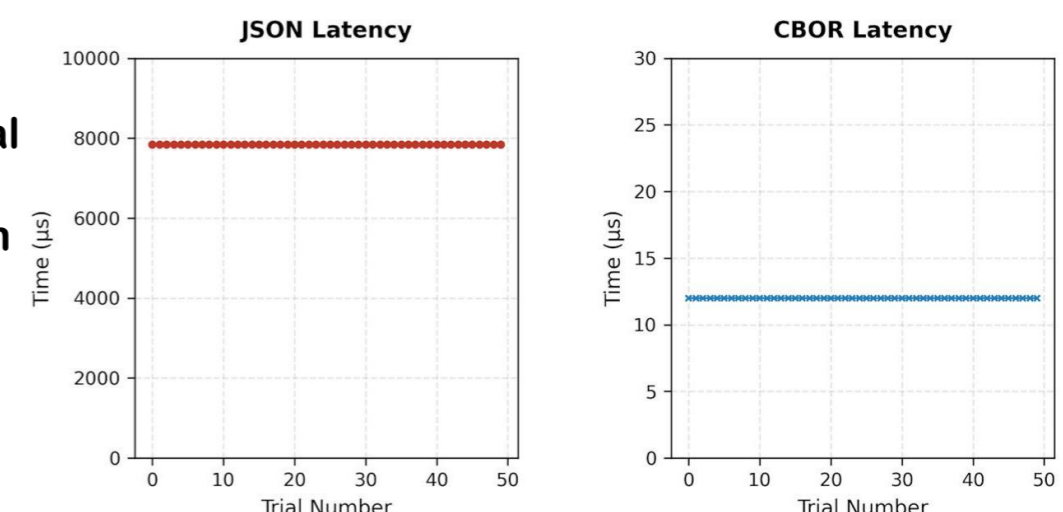
CBOR logró una reducción del 28,2% en la carga útil, reduciendo el tiempo de transmisión y el consumo energético. En ciclos de CPU, demostró una reducción del 99,8%, liberando capacidad para análisis local. En latencia, mostró una mejora de 650×: en un lazo de control de 100 Hz, JSON consume el 78% del ciclo mientras CBOR consume solo el 0,12%. El cuello de botella dominante es la sobrecarga de deserialización, no el ancho de banda. CBOR mejora significativamente la eficiencia energética, la escalabilidad (rendimiento 30–50× superior) y el comportamiento determinista.

Resultados Esperados

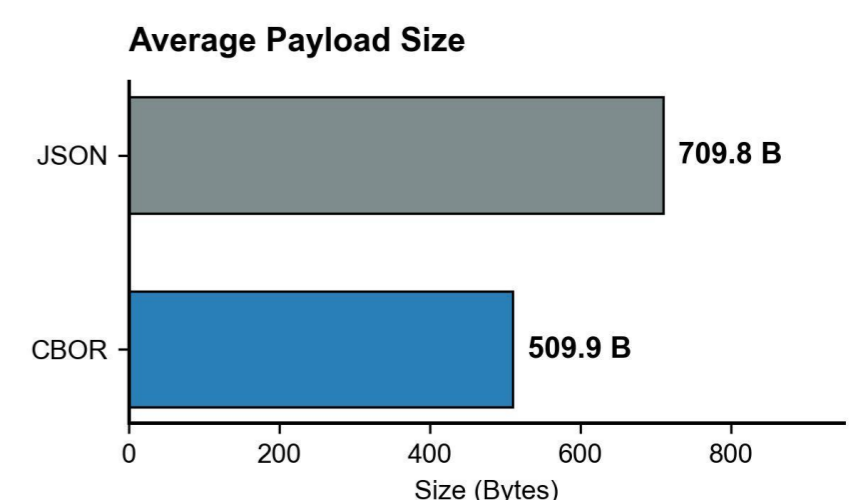
CBOR ofrece ventajas sustanciales respecto a JSON en sistemas IoT industriales basados en ESP32: 28,2% menos de carga útil, 99,8% menos uso de CPU y 650× más rápido en análisis sintáctico. Para la automatización industrial IoT, robótica y telemetría de alta frecuencia, CBOR representa una opción de serialización técnicamente superior. La selección del formato debe tratarse como una decisión arquitectónica a nivel de sistemas.

Formación de Recursos Humanos

El equipo estuvo conformado por dos docentes-investigadores del LRFIA (UAI) y dos estudiantes de Minerva University. Los estudiantes participaron en programación de ESP32, implementación de MQTT, evaluación de formatos de serialización y diseño experimental en tiempo real. El proyecto fomentó el intercambio internacional y la producción científica colaborativa entre ambas universidades.



Comparación del ciclo de CPU para la deserialización de JSON y CBOR en ESP32.



Comparación del tamaño medio de la carga útil entre JSON y CBOR..

Laboratorio de Robótica Física
 e Inteligencia Artificial

CAETI Centro de Altos Estudios
 en Tecnología Informática

