

IoT y AI (AIoT), la mezcla perfecta

Ing. Francisco Vargas Navarro, MSc, MEd

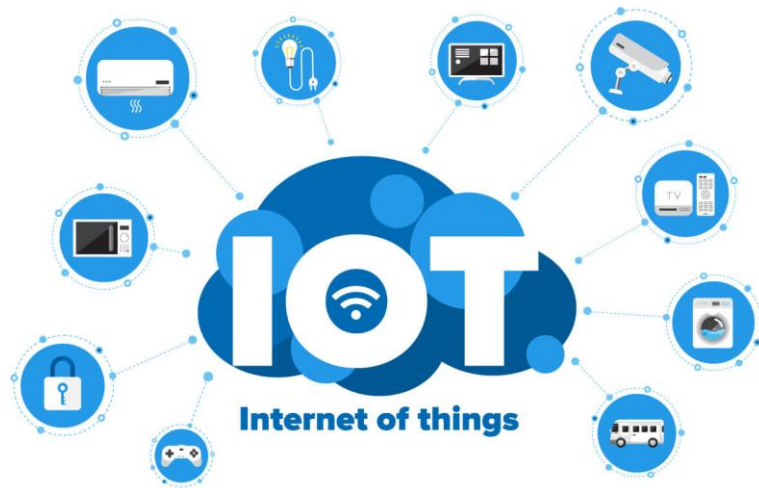
La IoT recolecta datos, la IA los convierte en decisiones.

TEMARIO

- 1. Definiciones
- 2. Arquitectura AloT
- 3. Desafíos Técnicos
- 4. Futuro y Tendencias
- 5. Caso



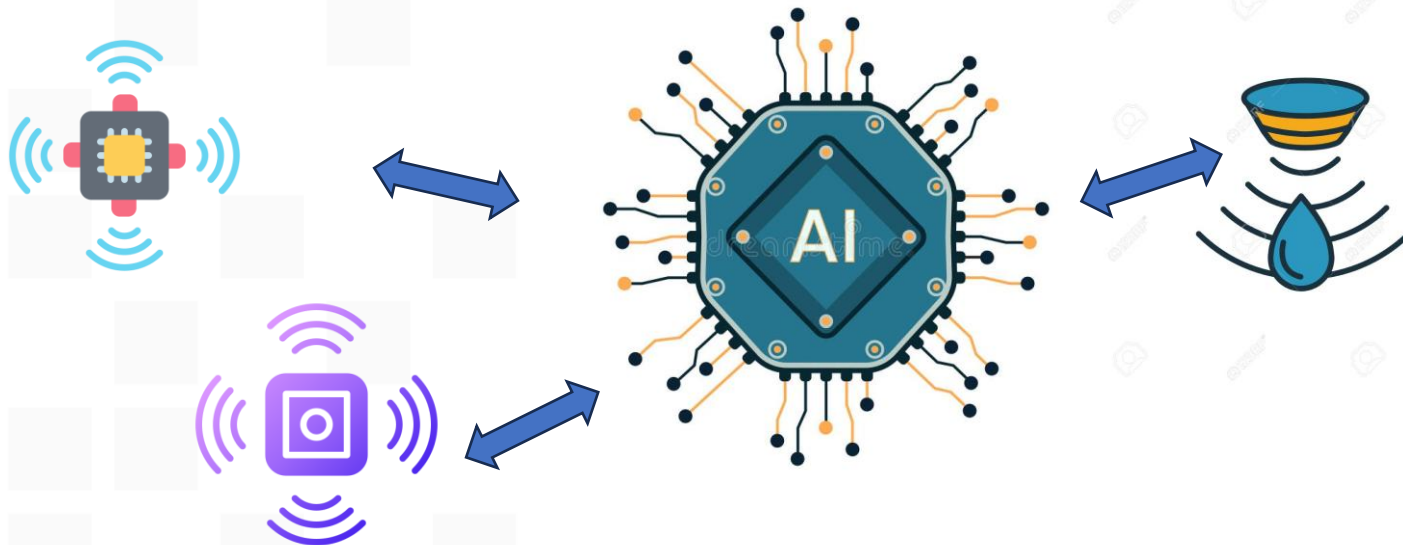
DEFINICIONES



DEFINICIONES

- AI + IoT

IoT recolecta datos desde el mundo físico: sensores, dispositivos, máquinas. La IA convierte esos datos en decisiones inteligentes. Juntos, permiten sistemas que no solo observan, sino que actúan de manera autónoma y optimizada.”



ARQUITECTURA AIoT



ARQUITECTURA



Un sistema típico de AIoT sigue este flujo:

sensores capturan datos →

edge computing realiza análisis locales →

la nube se usa para procesamientos más intensivos o centralizados →

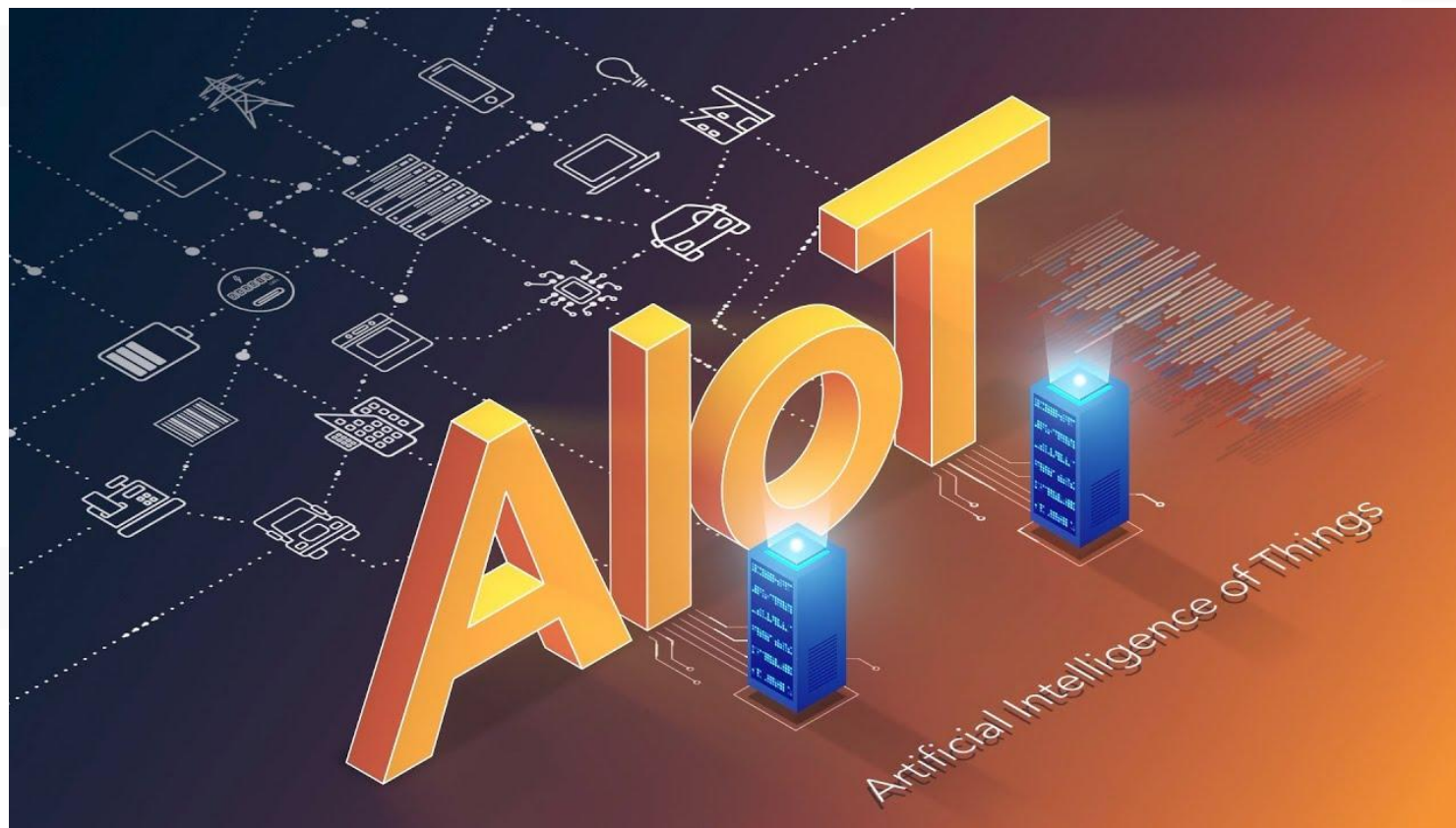
finalmente se ejecutan acciones automáticas o se visualizan decisiones.

Esto puede funcionar en tiempo real o semi-real.



AIoT

CAPAS



CAPA 1



Capa de Dispositivos (Percepción)

Qué hace: Captura datos físicos.

Ejemplos de dispositivos:

- Sensores: temperatura, humedad, presión, luz, ritmo cardíaco, vibración
- Actuadores: motores, válvulas, bombas.
- Cámaras, micrófonos, IMUs.

CAPA 2



Capa de Edge Computing (Procesamiento local)

- Qué hace: Procesa datos en el borde (edge), lo más cerca posible del dispositivo.
- Hardware común:
 - Microcontroladores (ESP32, STM32)
 - Microprocesadores (Raspberry Pi, Jetson Nano, Coral Dev Board)
- Tipos de IA:
 - Clasificación simple (reglas, árboles de decisión)
 - Modelos pre-entrenados comprimidos (TensorFlow Lite, ONNX, etc.)

CAPA 3



Capa de Conectividad

- Qué hace: Transmite los datos a otras capas del sistema.
- Protocolos comunes:
 - MQTT, CoAP, HTTP/REST, WebSockets
- Redes utilizadas:
 - Wi-Fi, LTE/5G, LoRaWAN, Zigbee, NB-IoT



CAPA 4



Capa de Plataforma/Cloud

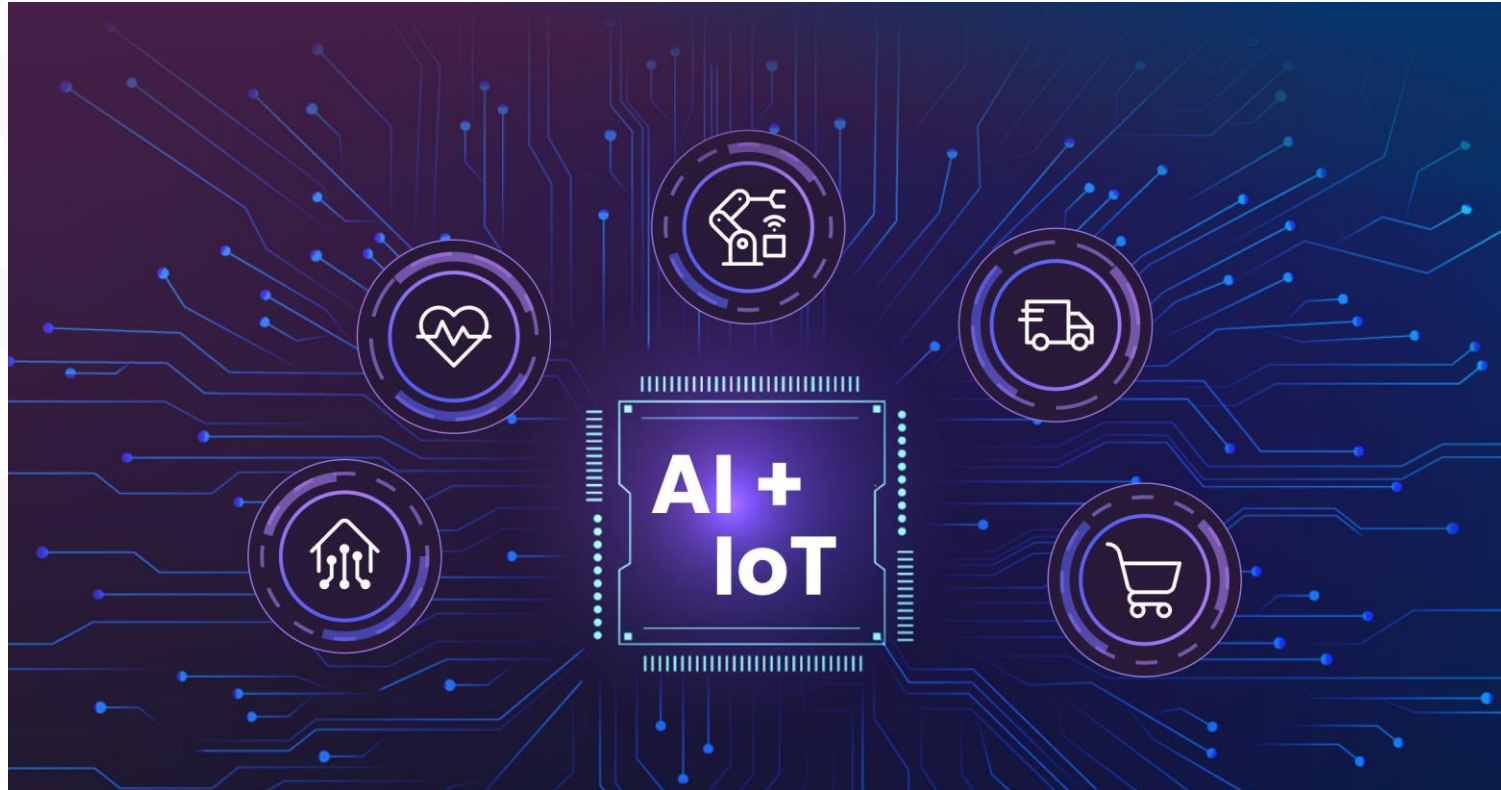
- Qué hace: Provee almacenamiento, análisis, entrenamiento de modelos, dashboards.
- Ejemplos:
 - AWS IoT, Azure IoT, Google Cloud IoT
 - Bases de datos: InfluxDB, DynamoDB, PostgreSQL
 - Analítica: BigQuery, Grafana, Kibana

CAPA 5

Capa de Aplicación / Acción

- Qué hace: Visualiza, alerta o ejecuta acciones automatizadas.
- Interfaces:
 - Dashboards en web o móvil
 - Integración con sistemas externos (ERP, SCADA, CRM)
 - Automatización (por ejemplo, cerrar una válvula si hay fuga)

Desafíos Técnicos



Desafíos Técnicos



Procesamiento y Consumo Energético

- Dispositivos edge tienen recursos limitados (CPU, RAM, batería).
- Ejecutar modelos de IA consume energía y puede afectar la autonomía del dispositivo.
- Elección del hardware se vuelve crítica: ¿ESP32 o Jetson?
¿Batería solar o red eléctrica?



Desafíos Técnicos



Conectividad y Latencia

- No todos los entornos tienen buena cobertura 4G/5G o Wi-Fi.
- Redes como LoRaWAN o NB-IoT tienen limitaciones de ancho de banda.
- Las decisiones críticas deben tomarse localmente si la red es intermitente.



Desafíos Técnicos



Seguridad y Privacidad

- Dispositivos vulnerables pueden ser hackeados o manipulados.
- Los datos pueden contener información médica, personal o crítica para la operación.
- Es necesario cifrado extremo a extremo, autenticación fuerte, y diseño seguro desde el hardware.



Desafíos Técnicos



Escalabilidad del Sistema

- A medida que se agregan más dispositivos, la complejidad crece exponencialmente.
- ¿Cómo actualizas 500 dispositivos IoT desplegados en el campo?
- ¿Cómo balanceas cargas entre edge y cloud?

Desafíos Técnicos



Actualización de Modelos y Aprendizaje Continuo

- ¿Cómo reentrenas modelos con nuevos datos?
- ¿Cómo haces deployment sin cortar el servicio?
- ¿Se puede hacer aprendizaje federado en edge?



Desafíos Técnicos



Resistencia al cambio

- Personal de campo o de planta no siempre confía en sistemas automáticos.
- El cambio cultural y la capacitación son clave.



Desafíos Técnicos



Costos de Implementación

- Hardware edge + sensores + conectividad + cloud = inversión alta.
- Muchos proyectos fallan al no justificar el ROI.



Desafíos Técnicos



Testing y Validación en Ambientes Reales

- Lo que funciona en laboratorio puede fallar en campo por ruido, condiciones climáticas, interferencias, etc.
- La variabilidad física es difícil de simular.



Desafíos Técnicos

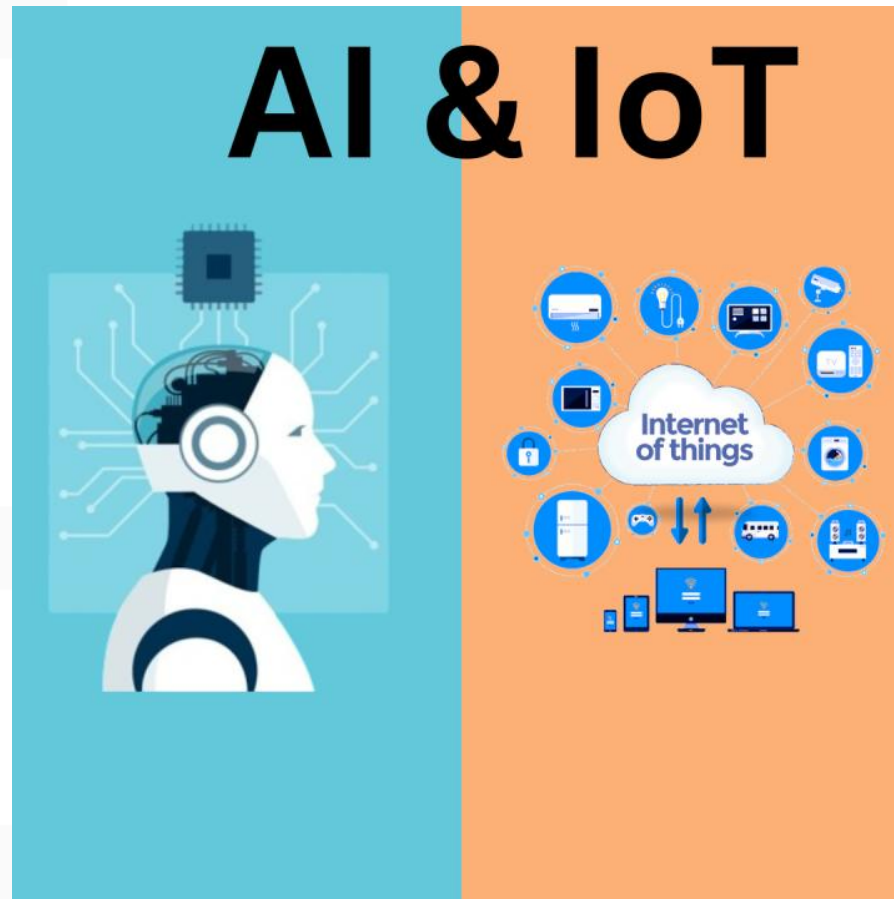


Interoperabilidad

- Muchos dispositivos usan protocolos distintos.
- La integración con sistemas heredados (legacy) puede ser compleja.



Futuro & Tendencias



Futuro & Tendencias



- **Edge AI más inteligente y ligero**
 - **Tendencia:** Modelos de IA más pequeños, rápidos y eficientes para dispositivos edge.
- **Federated Learning en dispositivos IoT**
 - **Tendencia:** Entrenar modelos colaborativamente en múltiples dispositivos sin centralizar datos.



Futuro & Tendencias



- **IA autónoma + multi-agente**

- **Tendencia:** Sistemas distribuidos que colaboran entre sí para tomar decisiones complejas sin intervención humana.

- **AloT en entornos extremos**

- **Tendencia:** Implementación de AloT en condiciones difíciles (espacio, océano, desastres).



Futuro & Tendencias



AIoT sustentable y energético

- **Tendencia:** Optimización de energía mediante IA, y dispositivos energéticamente conscientes.

IA explicable (XAI) para decisiones en el edge

- **Tendencia:** Modelos IA que explican por qué toman decisiones, incluso en el edge.



CASO- Vehículo Autónomo



Vehículo Autónomo

Un vehículo autónomo es, en esencia, una plataforma **AIoT** móvil. Está lleno de sensores **IoT** —cámaras, radares, LiDAR, IMUs, GPS— que generan enormes volúmenes de datos en tiempo real. Estos datos se procesan en el edge, es decir, dentro del propio vehículo, usando potentes GPU o ASICs (como los de NVIDIA o Tesla FSD). Los modelos de IA detectan objetos, predicen trayectorias y toman decisiones inmediatas.

Vehículo Autónomo

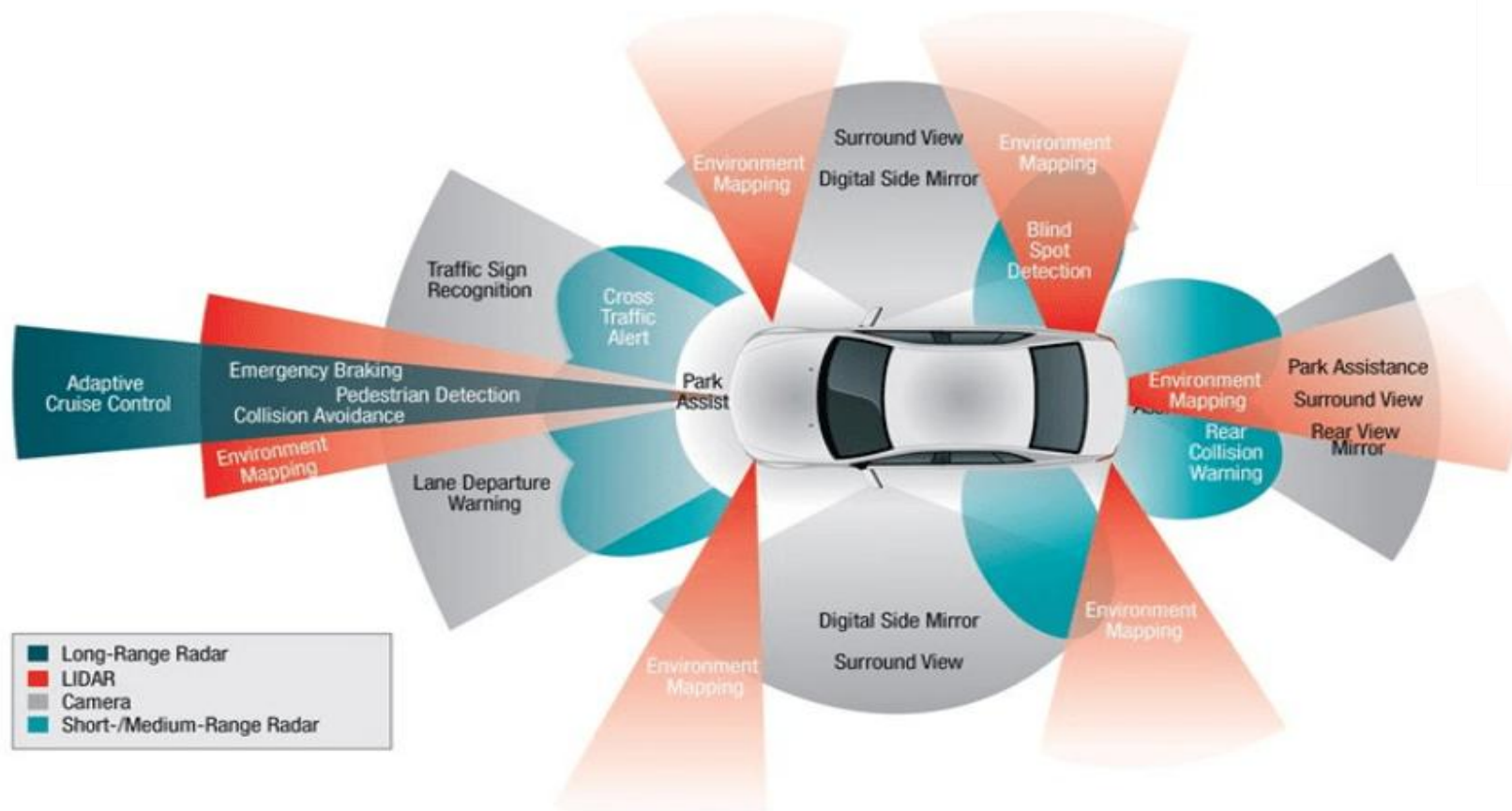


Además, el vehículo se comunica con la nube y otros vehículos (V2X) para obtener mapas actualizados, condiciones climáticas o alertas de tráfico. Cada decisión debe tomarse en milisegundos, y cualquier latencia o error tiene consecuencias críticas. Por eso el edge computing es fundamental aquí: no se puede depender solo de la nube.



Vehículo Autónomo

■ Sensores internos del vehículo autónomo



Vehículo Autónomo

“Este es quizás el caso más completo y desafiante de AIoT: un sistema distribuido, inteligente, autónomo, en movimiento, con procesamiento en el edge, conectividad, IA en múltiples niveles y exigencias críticas de tiempo real.”



