

IOT1 - L'Internet des objets (IOT) sur les microcontrôleurs

Construction de dispositifs IOT à faible consommation à l'aide de microcontrôleurs standard

Objectifs

- Présenter l'écosystème IoT
- Apprendre à déployer une plateforme IoT locale à source ouverte
- Décrire les protocoles IoT de la périphérie au cloud les plus utilisés (MQTT, MQTT-SN et CoAP)
- Explorer les attaques particulièrement odieuses liées à l'IdO et les dispositions de sécurité à chaque niveau de la pile (dispositifs physiques, systèmes de communication et réseaux)
- Apprendre à configurer le LwIP (avec MQTT), FreeRTOS et MbedTLS pour une application IoT STM32
- Comprendre l'architecture des bibliothèques IoT d'Amazon FreeRTOS

Les travaux pratiques seront effectués sur des cartes à base de STM32 connectées par WiFi ou Ethernet à un serveur en réseau privé.

Pré-requis

- Familiarité avec les concepts C et la programmation visant le monde embarqué
- Connaissance de base des processeurs embarqués
- Connaissance de base de l'ordonnancement multi-tâches
- FreeRTOS (un des cours suivants) :
 - RT3 - Programmation temps réel de FreeRTOS
 - OS3 - Programmation FreeRTOS
 - STG - STM32+FreeRTOS+LwIP/TouchGFX
- Si possible architecture STM32
- Les cours suivants pourraient vous intéresser :
 - AAM - Cours sur l'architecture ARM Cortex-M
 - L2 - Cours sur le langage C pour les MCU embarqués
 - STR9 - Cours sur les périphériques STM32

Environnement du cours

- Cours théorique
 - Support de cours imprimé et au format PDF (en anglais)
 - Le formateur répond aux questions des stagiaires en direct pendant la formation et fournit une assistance technique et pédagogique
- Activités pratiques
 - Les activités pratiques représentent de 40% à 50% de la durée du cours
 - Elles permettent de valider ou compléter les connaissances acquises pendant le cours théorique.
 - Un PC pour deux stagiaires pour les activités pratiques
 - Une plateforme cible (base STM32) pour deux stagiaires (sauf en cas d'utilisation de qemu)
 - Accès à un serveur cloud privé
 - Exemples de code, exercices et solutions
 - Le formateur assiste les stagiaires pendant les exercices
- Au début de chaque demi-journée une période est réservée à une interaction avec les stagiaires pour s'assurer que le cours répond à leurs attentes et l'adapter si nécessaire

Audience visée

- Tout ingénieur ou technicien en systèmes embarqués possédant les prérequis ci-dessus.

Plan du cours

Premier jour

Introduction to IoT

- IoT potential
- IoT Architecture and Core IoT Modules
- Functional blocks of an IoT solution
- The Essentials for Building IoT platform
- Cloud Providers

Exercise : Install and configure an open-source IoT platform

LwIP introduction

- Overview
- Buffer and memory management
- LwIP configuration options
- Network interfaces
- MAC and IP address settings
- IP processing
- UDP processing
- TCP processing
- Interfacing the stack
- Application Program Interface (API)
- Standalone
- Netconn and BSD socket library

MQTT Protocol

- Publish-subscribe
- Architecture details
- Packet structure
- Communication formats

Exercise : Connect and publish CPU temperature

Exercise : GPIO control over MQTT

Deuxième jour

MQTT-SN

- Architecture and topology
- Transparent and aggregating gateways
- Gateway advertisement and discovery
- Differences between MQTT and MQTT-SN

Constrained Application Protocol

- CoAP architecture details
- CoAP Messaging Formats

IoT Security

- IoT cyber attacks

- Physical and hardware security
 - Key management and trusted platform modules
 - Processor and memory space
 - Storage security
 - Physical security
- Cryptography
 - Symmetric cryptography
 - Asymmetric cryptography
 - Cryptographic hash (authentication and signing)
 - Public Key Infrastructure
 - Network Stack “ Transport Layer Security
- Best practices

MbedTLS Introduction

- Encryption/Decryption module
- Hashing Module
- RNG module
- SSL / TLS communication module
- TCP / IP communication module
- X.509 module

Exercise : Two-way SSL connection using TLS with MbedTLS

Troisième jour

Amazon FreeRTOS

- Amazon FreeRTOS Architecture
- FreeRTOS Kernel Fundamentals Overview
- Amazon FreeRTOS Libraries
- Amazon FreeRTOS Console

Amazon FreeRTOS Libraries

- Porting Libraries
- Application Libraries
- Common Libraries
 - Atomic Operations
 - Linear Containers
 - Logging
 - Static Memory
 - Task Pool
- Configuring the Amazon FreeRTOS Libraries
- Bluetooth Low Energy
- AWS IoT Device Defender
- AWS IoT Device Shadow
- AWS IoT Greengrass
- MQTT (v2.0.0 and v1.0.0)
- HTTPS
- Over-The-Air (OTA) Agent
- Public Key Cryptography Standard (PKCS) #11
- Secure Sockets
- Transport Layer Security (TLS)
- Wi-Fi

Amazon FreeRTOS Porting

- Porting FreeRTOS Kernel
- Wi-Fi
- TCP/IP
- Secure Sockets
- PKCS #11
- TLS
- MQTT
- HTTPS
- OTA
- BLE