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 au format PDF (en anglais) et une version imprimée lors des sessions en présentiel
  - Cours dispensé via le système de visioconférence Teams (si à distance)
  - 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.
  - Exemples de code, exercices et solutions
  - Pour les formations à distance:
    - Un PC Linux en ligne par stagiaire pour les activités pratiques, avec tous les logiciels nécessaires préinstallés.
    - Le formateur a accès aux PC en ligne des stagiaires pour l'assistance technique et pédagogique
    - Certains travaux pratiques peuvent être réalisés entre les sessions et sont vérifiés par le formateur lors de la session suivante.
  - Pour les formations en présentiel::

    - Un PC (Linux ou Windows) pour les activités pratiques avec, si approprié, une carte cible embarquée.
    - Un PC par binôme de stagiaires s'il y a plus de 6 stagiaires.
  - Pour les formations sur site:
    - Un manuel d'installation est fourni pour permettre de préinstaller les logiciels nécessaires.
    - Le formateur vient avec les cartes cible nécessaires (et les remporte à la fin de la formation).
- Une machine virtuelle préconfigurée téléchargeable pour refaire les activités pratiques après le cours
- Au début de chaque session (demi-journée en présentiel) 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.

Modalités d'évaluation

- Les prérequis indiqués ci-dessus sont évalués avant la formation par l'encadrement technique du stagiaire dans son entreprise, ou par le stagiaire lui-même dans le cas exceptionnel d'un stagiaire individuel.
- Les progrès des stagiaires sont évalués de deux façons différentes, suivant le cours:
  - Pour les cours se prêtant à des exercices pratiques, les résultats des exercices sont vérifiés par le formateur, qui aide si nécessaire les stagiaires à les réaliser en apportant des précisions supplémentaires.
  - Des quizz sont proposés en fin des sections ne comportant pas d'exercices pratiques pour vérifier que les stagiaires ont assimilé les points présentés
- En fin de formation, chaque stagiaire reçoit une attestation et un certificat attestant qu'il a suivi le cours avec succès.
  - En cas de problème dû à un manque de prérequis de la part du stagiaire, constaté lors de la formation, une formation différente ou complémentaire lui est proposée, en général pour conforter ses prérequis, en accord avec son responsable en entreprise le cas échéant.

Plan

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

Renseignements pratiques

Durée : 3 jours
Prix : 2400 € HT