aws

Manuel de portage

FreeRTOS

FreeRTOS: Manuel de portage

Table of Contents

Portage de FreeRTOS

Qu'est-ce que FreeRTOS

Développé en partenariat avec les principaux fabricants de puces au monde sur une période de 20 ans, et désormais téléchargé toutes les 170 secondes, FreeRTOS est un système d'exploitation en temps réel (RTOS) leader du marché pour les microcontrôleurs et les petits microprocesseurs. Distribué gratuitement sous la licence open source du MIT, FreeRTOS inclut un noyau et un ensemble croissant de bibliothèques adaptées à une utilisation dans tous les secteurs de l'industrie. FreeRTOS est conçu en mettant l'accent sur la fiabilité et la facilité d'utilisation. FreeRTOS inclut des bibliothèques pour la connectivité, la sécurité over-the-air et les mises à jour (OTA), ainsi que des applications de démonstration qui présentent les fonctionnalités de FreeRTOS sur des cartes qualifiées.

Pour plus d'informations, rendez-vous sur FreeRTOS.org.

Portage de FreeRTOS sur votre carte IoT

Vous devrez porter les bibliothèques de logiciels FreeRTOS sur votre carte à microcontrôleur en fonction de ses fonctionnalités et de votre application.

Pour transférer FreeRTOS sur votre appareil

1. Suivez les instructions Téléchargement de FreeRTOS pour le portage pour télécharger la dernière version de FreeRTOS pour le portage.
2. Suivez les instructions ci-dessous Configuration de votre espace de travail et de votre projet pour le portage pour configurer les fichiers et les dossiers de votre téléchargement de FreeRTOS à des fins de portage et de test.
3. Suivez les instructions Portage des bibliothèques FreeRTOS pour transférer les bibliothèques FreeRTOS sur votre appareil. Chaque rubrique sur le portage comprend des instructions afférentes au test des portages.

Portage FAQs

Qu'est-ce qu'un port FreeRTOS ?

> Un port FreeRTOS est une implémentation spécifique à la carte APIs pour les bibliothèques FreeRTOS requises et le noyau FreeRTOS pris en charge par votre plate-forme. Le port permet de APIs travailler sur la carte mère et met en œuvre l'intégration requise avec les pilotes de BSPs périphériques fournis par le fournisseur de la plate-forme. Votre portage doit également inclure tous les ajustements de configuration (par exemple, la fréquence d’horloge, la taille de la pile...) qui sont nécessaires à la carte.

Si vous avez des questions sur le portage auxquelles vous ne trouvez pas de réponse sur cette page ou dans le reste du Guide de portage de FreeRTOS, veuillez consulter les options de support disponibles pour FreeRTOS.

Téléchargement de FreeRTOS pour le portage

Téléchargez la dernière version de FreeRTOS ou de Long Term Support (LTS) sur freertos.org ou clonez depuis (FreeRTOS-LTS) ou GitHub (FreeRTOS).

> **Note**
>
> Nous vous recommandons de cloner le référentiel. Le clonage vous permet de récupérer plus facilement les mises à jour de la branche principale au fur et à mesure qu'elles sont transférées vers le référentiel.

Vous pouvez également sous-moduler les bibliothèques individuelles à partir du référentiel FreeRTOS ou FreeRTOS-LTS. Assurez-vous toutefois que les versions de bibliothèque correspondent à la combinaison répertoriée dans le `manifest.yml` fichier du référentiel FreeRTOS ou FreeRTOS-LTS.

Après avoir téléchargé ou cloné FreeRTOS, vous pouvez commencer à porter les bibliothèques FreeRTOS sur votre tableau d'administration. Pour obtenir des instructions, consultez Configuration de votre espace de travail et de votre projet pour le portage, puis consultez Portage des bibliothèques FreeRTOS.

Configuration de votre espace de travail et de votre projet pour le portage

Suivez les étapes ci-dessous pour configurer votre espace de travail et votre projet :

- Utilisez une structure de projet et un système de construction de votre choix pour importer les bibliothèques FreeRTOS.
- Créez un projet à l'aide d'un environnement de développement intégré (IDE) et d'une chaîne d'outils pris en charge par votre conseil d'administration.
- Incluez les packages d'assistance à la carte (BSP) et les pilotes spécifiques à la carte dans votre projet.

Une fois votre espace de travail configuré, vous pouvez commencer à porter des bibliothèques FreeRTOS individuelles.

Portage des bibliothèques FreeRTOS

Avant de commencer le portage, suivez les instructions indiquées à l'adresseConfiguration de votre espace de travail et de votre projet pour le portage.

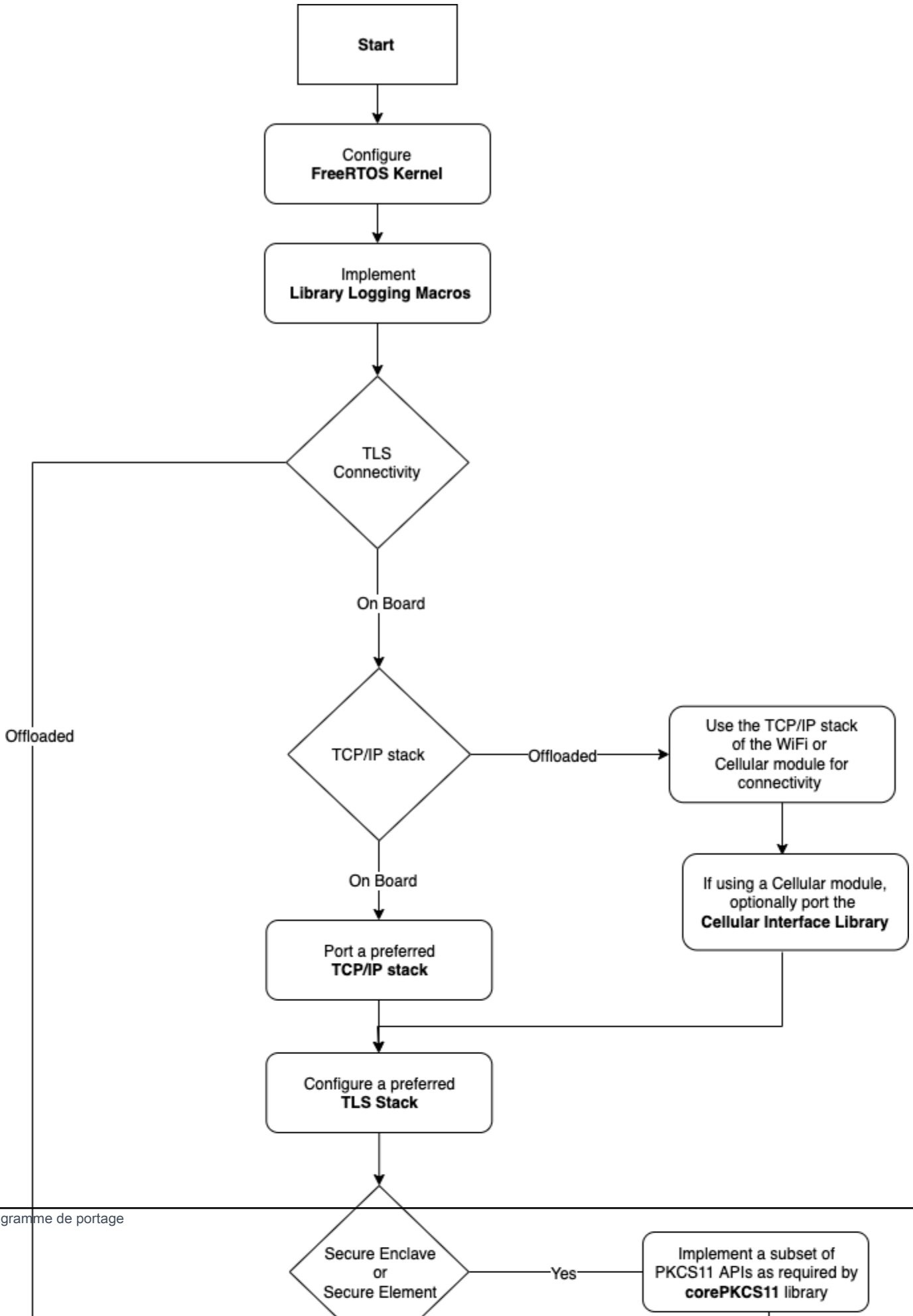
Organigramme de portage de FreeRTOSDécrit les bibliothèques requises pour le portage.

Pour transférer FreeRTOS sur votre appareil, suivez les instructions des rubriques ci-dessous.

1. Configuration d'un port du noyau FreeRTOS
2. Implémentation des macros de journalisation des bibliothèques
3. Portage d'une pile TCP/IP
4. Portage de l'interface de transport réseau
5. Portage de la PKCS11 bibliothèque principale
6. Configuration de la bibliothèque CoreMQTT
7. Configuration de la bibliothèque CoreHTTP
8. Portage de la bibliothèque de mise à jour AWS IoT over-the-air (OTA)
9. Portage de la bibliothèque d'interface cellulaire

Organigramme de portage de FreeRTOS

Utilisez l'organigramme de portage ci-dessous comme aide visuelle lorsque vous porterez FreeRTOS sur votre forum.


Start
Configure
FreeRTOS Kernel
Implement
Library Logging Macros
TLS
Connectivity
Offloaded
On Board
TCP/IP stack
Offloaded
Use the TCP/IP stack
of the WiFi or
Cellular module for
connectivity
If using a Cellular module,
optionally port the
Cellular Interface Library
On Board
Port a preferred
TCP/IP stack
Configure a preferred
TLS Stack
Secure Enclave
or
Secure Element
Yes
Implement a subset of
PKCS11 APIs as required by
corePKCS11 library

Configuration d'un port du noyau FreeRTOS

Cette section fournit des instructions pour intégrer un port du noyau FreeRTOS dans un projet de test de port FreeRTOS. Pour une liste des ports de noyau disponibles, voir Ports de noyau FreeRTOS.

FreeRTOS utilise le noyau FreeRTOS pour les communications multitâches et intertâches. Pour plus d'informations, consultez les principes fondamentaux du noyau FreeRTOS dans le Guide de l'utilisateur de FreeRTOS et sur FreeRTOS.org.

> **Note**
>
> Le portage du noyau FreeRTOS vers une nouvelle architecture n'est pas inclus dans cette documentation. Si vous êtes intéressé, contactez l'équipe d'ingénierie de FreeRTOS.
> Pour le programme de qualification FreeRTOS, seuls les ports du noyau FreeRTOS existants sont pris en charge. Les modifications apportées à ces ports ne sont pas acceptées dans le cadre du programme. Consultez la politique de port du noyau FreeRTOS pour plus d'informations.

Prérequis

Pour configurer le noyau FreeRTOS en vue d'un portage, vous avez besoin des éléments suivants :

- Un port officiel du noyau FreeRTOS ou des ports pris en charge par FreeRTOS pour la plate-forme cible.
- Un projet IDE qui inclut les bons fichiers de port du noyau FreeRTOS pour la plateforme cible et le compilateur. Pour de plus amples informations sur la configuration d'un projet de test, veuillez consulter Configuration de votre espace de travail et de votre projet pour le portage.

Configuration du noyau FreeRTOS

Le noyau FreeRTOS est personnalisé à l'aide d'un fichier de configuration appelé. `FreeRTOSConfig.h` Ce fichier spécifie les paramètres de configuration spécifiques à l'application pour le noyau. Pour une description de chaque option de configuration, voir Personnalisation sur FreeRTOS.org.

Pour configurer le noyau FreeRTOS afin qu'il fonctionne avec votre appareil, `FreeRTOSConfig.h` incluez et modifiez toute configuration FreeRTOS supplémentaire.

Pour une description de chaque option de configuration, voir Configurations de personnalisation sur FreeRTOS.org.

Test

- Exécutez une simple tâche FreeRTOS pour enregistrer un message sur la console de sortie série.
- Vérifiez que le message est envoyé à la console comme prévu.

Implémentation des macros de journalisation des bibliothèques

Les bibliothèques FreeRTOS utilisent les macros de journalisation suivantes, répertoriées par ordre croissant de verbosité.

- `LogError`
- `LogWarn`
- `LogInfo`
- `LogDebug`

Une définition de toutes les macros doit être fournie. Les recommandations sont les suivantes :

- Les macros doivent prendre en charge la journalisation des `C89` styles.
- La journalisation doit être sécurisée par thread. Les lignes de journal de plusieurs tâches ne doivent pas s'imbriquer les unes dans les autres.
- La journalisation ne APIs doit pas bloquer et doit permettre aux tâches d'application de ne pas être bloquées lors des E/S.

Reportez-vous à la fonctionnalité de journalisation sur FreeRTOS.org pour les détails de mise en œuvre. Vous pouvez voir une implémentation dans cet exemple.

Test

- Exécutez un test avec plusieurs tâches pour vérifier que les journaux ne s'entrelacent pas.
- Exécutez un test pour vérifier que la journalisation APIs ne bloque pas les E/S.
- Testez les macros de journalisation avec différentes normes, telles que la journalisation des `C89`,`C99` styles.

- Testez les macros de journalisation en définissant différents niveaux de journalisation`Debug`, tels que `Info`,`Error`, et`Warning`.

Portage d'une pile TCP/IP

Cette section fournit des instructions pour le portage et le test des fonctionnalités TCP/IP stacks. If your platform offloads TCP/IP intégrées et TLS vers un processeur ou un module réseau distinct. Vous pouvez ignorer cette section sur le portage et consulter. Portage de l'interface de transport réseau

FreeRTOS+TCP est une pile native TCP/IP stack for the FreeRTOS kernel. FreeRTOS+TCP is developed and maintained by the FreeRTOS engineering team and is the recommended TCP/IP à utiliser avec FreeRTOS. Pour de plus amples informations, veuillez consulter Portage FreeRTOS +TCP. Vous pouvez également utiliser la pile TCP/IP tierce LWip. L'instruction de test fournie dans cette section utilise les tests d'interface de transport pour le texte brut TCP et ne dépend pas de la pile TCP/IP implémentée spécifique.

Portage FreeRTOS+TCP

FreeRTOS+TCP est une pile TCP/IP native pour le noyau FreeRTOS. Pour plus d'informations, consultez FreeRTOS.org.

Prérequis

Pour porter la bibliothèque FreeRTOS+TCP, vous avez besoin des éléments suivants :

- Un projet IDE qui inclut les pilotes Ethernet ou Wi-Fi fournis par le fournisseur.

  Pour de plus amples informations sur la configuration d'un projet de test, veuillez consulter Configuration de votre espace de travail et de votre projet pour le portage.
- Configuration validée du noyau FreeRTOS.

  Pour plus d’informations sur la configuration du noyau FreeRTOS pour votre plateforme, consultez Configuration d'un port du noyau FreeRTOS.

Portage

Avant de commencer à porter la bibliothèque FreeRTOS+TCP, vérifiez GitHubdans le répertoire s'il existe déjà un port vers votre carte.

S’il n'existe pas de portage, procédez comme suit :

1. Suivez les instructions Porting FreeRTOS+TCP to a Different Microcontroller sur FreeRTOS.org pour porter FreeRTOS+TCP vers votre appareil.
2. Si nécessaire, suivez les instructions Porting FreeRTOS+TCP to a New Embedded C Compiler sur FreeRTOS.org pour porter FreeRTOS+TCP vers un nouveau compilateur.
3. Implémentez un nouveau port qui utilise les pilotes Ethernet ou Wi-Fi fournis par le fournisseur dans un fichier appelé. `NetworkInterface.c` Consultez le GitHubréférentiel pour trouver un modèle.

Après avoir créé un port, ou si un port existe déjà`FreeRTOSIPConfig.h`, créez et modifiez les options de configuration afin qu'elles soient adaptées à votre plate-forme. Pour plus d'informations sur les options de configuration, consultez FreeRTOS+TCP Configuration sur FreeRTOS.org.

Test

Que vous utilisiez la bibliothèque FreeRTOS+TCP ou une bibliothèque tierce, suivez les étapes ci-dessous pour les tests :

- Fournir une implémentation pour `connect/disconnect/send/receive` APIs les tests d'interface de transport.
- Configurez un serveur d'écho en mode de connexion TCP en texte brut et exécutez des tests d'interface de transport.

> **Note**
>
> Pour qualifier officiellement un appareil pour FreeRTOS, si votre architecture nécessite le portage d'une pile logicielle TCP/IP, vous devez valider le code source porté de l'appareil par rapport aux tests d'interface de transport en mode de connexion TCP en texte brut avec. AWS IoT Device Tester Suivez les instructions de la section Utilisation AWS IoT Device Tester pour FreeRTOS du Guide de l'utilisateur de FreeRTOS pour configurer la validation des ports. AWS IoT Device Tester Pour tester le port d'une bibliothèque spécifique, le groupe de test correct doit être activé dans le fichier `device.json` du dossier `configs` de Device Tester.

Portage de la PKCS11 bibliothèque principale

La norme de cryptographie à clé publique #11 définit une API indépendante de la plate-forme pour gérer et utiliser des jetons cryptographiques. PKCS 11 fait référence à la norme et à ce qu'elle APIs définit. L'API cryptographique PKCS #11 fait abstraction du stockage des clés, des propriétés get/set pour les objets cryptographiques et de la sémantique des sessions. Il est largement utilisé pour manipuler des objets cryptographiques courants. Ses fonctions permettent aux logiciels d'application d'utiliser, de créer, de modifier et de supprimer des objets cryptographiques sans exposer ces objets à la mémoire de l'application.

Les bibliothèques FreeRTOS et les intégrations de référence utilisent un sous-ensemble de la norme d'interface PCKS #11, en mettant l'accent sur les opérations impliquant des clés asymétriques, la génération de nombres aléatoires et le hachage. Le tableau ci-dessous répertorie les cas d'utilisation et le PKCS #11 requis pour être pris APIs en charge.

Cas d'utilisation

Cas d’utilisation	Famille d'API PKCS #11 requise
Tous	Initialiser, finaliser, ouvrir/fermer la session, se connecter GetSlotList
Allouer	GenerateKeyPair, CreateObject, DestroyObject, InitToken, GetTokenInfo
TLS	Aléatoire, signe FindObject, GetAttributeValue
FreeRTOS+TCP	Aléatoire, Digest
OTA	Vérifier, digérer FindObject, GetAttributeValue

Quand implémenter un module PKCS #11 complet

Le stockage des clés privées dans la mémoire flash à usage général peut être pratique dans les scénarios d'évaluation et de prototype rapide. Nous vous recommandons d'utiliser du matériel cryptographique dédié afin de réduire les risques de vol de données et de duplication d'appareils dans les scénarios de production. Le matériel cryptographique inclut les composants ayant des fonctionnalités qui empêchent que les clés de chiffrement secrètes soient exportées. Pour ce

faire, vous devrez implémenter un sous-ensemble de PKCS #11 requis pour fonctionner avec les bibliothèques FreeRTOS, comme indiqué dans le tableau ci-dessus.

Quand utiliser le noyau de FreeRTOS PKCS11

La PKCS11 bibliothèque principale contient une implémentation logicielle de l'interface (API) PKCS #11 qui utilise les fonctionnalités cryptographiques fournies par Mbed TLS. Cela est prévu pour les scénarios de prototypage et d'évaluation rapides dans lesquels le matériel ne dispose pas d'un matériel cryptographique dédié. Dans ce cas, il vous suffit d'implémenter le PKCS11 protocole PAL principal pour que l'implémentation PKCS11 logicielle principale fonctionne avec votre plate-forme matérielle.

Noyau de portage PKCS11

Vous devrez disposer d'implémentations permettant de lire et d'écrire des objets cryptographiques dans de la mémoire non volatile (NVM), telle que la mémoire flash intégrée. Les objets cryptographiques doivent être stockés dans une section de la NVM qui n'est pas initialisée et qui n'est pas effacée lors de la reprogrammation du périphérique. Les utilisateurs de la PKCS11 bibliothèque principale fourniront des informations d'identification aux appareils, puis reprogrammeront le périphérique avec une nouvelle application qui accède à ces informations d'identification via l'interface principalePKCS11 . Les ports PKCS11 PAL principaux doivent fournir un emplacement pour stocker :

- Le certificat client de l'appareil
- La clé privée du client de l'appareil
- La clé publique du client de l'appareil
- Une autorité de certification racine de confiance
- Une clé publique de vérification de code (ou un certificat contenant la clé publique de vérification de code) pour les mises à jour sécurisées du chargeur de démarrage et (OTA) over-the-air
- Un certificat Just-In-Time de provisionnement

Incluez le fichier d'en-tête et implémentez le PAL APIs défini.

PAL APIs

Fonction	Description
PKCS11_PAL_Initialiser	Initialise la couche PAL. Appelé par la PKCS11 bibliothèque principale au début de sa séquence d'initialisation.
PKCS11_PAL_ SaveObject	Écrit les données sur un espace de stockage non volatile.
PKCS11_PAL_ FindObject	Utilise un `CKA_LABEL` PKCS #11 pour rechercher un objet PKCS #11 correspondant espace de stockage non volatile et renvoie le handle d'objet, le cas échéant.
PKCS11_PAL_ GetObjectValue	Récupère la valeur d'un objet, en prenant l’exemple du handle.
PKCS11_PAL_ GetObjectValueCleanup	Effectue un nettoyage pour l'appel de `PKCS11_PAL_GetObjectValue` . Peut être utilisée pour libérer de la mémoire dédiée à un appel `PKCS11_PAL_GetObjectValue` .

Test

Si vous utilisez la bibliothèque PKCS11 principale de FreeRTOS ou si vous implémentez le sous-ensemble PKCS11 APIs requis de, vous devez réussir les tests FreeRTOS. PKCS11 Ils testent si les fonctions requises pour les bibliothèques FreeRTOS fonctionnent comme prévu.

Cette section décrit également comment exécuter localement les tests FreeRTOS PKCS11 avec les tests de qualification.

Prérequis

Pour configurer les tests FreeRTOS, les PKCS11 étapes suivantes doivent être mises en œuvre.

- Un port pris en charge de PKCS11 APIs.

- Une implémentation des fonctions de la plateforme de tests de qualification FreeRTOS, notamment les suivantes :
  - `FRTest_ThreadCreate`
  - `FRTest_ThreadTimedJoin`
  - `FRTest_MemoryAlloc`
  - `FRTest_MemoryFree`

(Voir le fichier README.md pour les tests d'intégration des bibliothèques FreeRTOS pour PKCS #11 sur.) GitHub

Tests de portage

- Ajoutez-le FreeRTOS-Libraries-Integration-Testsen tant que sous-module à votre projet. Le sous-module peut être placé dans n'importe quel répertoire du projet, tant qu'il peut être construit.
- Copiez `config_template/test_execution_config_template.h` et `config_template/test_param_config_template.h` vers un emplacement de projet dans le chemin de construction, et renommez-les en `test_execution_config.h` et`test_param_config.h`.
- Incluez les fichiers pertinents dans le système de compilation. Si vous l'utilisez`CMake`, `qualification_test.cmake` et `src/pkcs11_tests.cmake` peut être utilisé pour inclure les fichiers pertinents.
- Mettez en œuvre de `UNITY_OUTPUT_CHAR` manière à ce que les journaux de sortie des tests et les journaux des périphériques ne s'entrelacent pas.
- Intégrez le mbedTLS, qui vérifie le résultat de l'opération cryptoki.
- Appelez `RunQualificationTest()` depuis l'application.

Configuration des tests

La suite de PKCS11 tests doit être configurée en fonction de l' PKCS11 implémentation.
Le tableau suivant répertorie la configuration requise par les PKCS11 tests dans le fichier `test_param_config.h` d'en-tête.

PKSC11 configurations de test

Configuration	Description
PKCS11_TEST_RSA_KEY_SUPPORT	Le portage prend en charge les fonctions clés du RSA.
PKCS11_TEST_EC_KEY_SUPPORT	Le portage prend en charge les fonctions clés d'EC.
PKCS11_TEST_IMPORT_PRIVATE_KEY_SUPPORT	Le portage prend en charge l'importation de la clé privée. L'importation des clés RSA et EC est validée lors du test si les fonctions clés de support sont activées.
PKCS11_TEST_GENERATE_KEYPAIR_SUPPORT	Le portage prend en charge la génération de paires de clés. La génération de paires de touches EC est validée lors du test si les fonctions clés de support sont activées.
PKCS11_TEST_PREPROVISIONED_SUPPORT	Le portage dispose d'informations d'identification préconfigurées. `PKCS11_TEST_LABEL_DEVICE_PRIVATE_KEY_FOR_TLS` , `PKCS11_TEST_LABEL_DEVICE_PUBLIC_KEY_FOR_TLS` et`PKCS11_TEST_LABEL_DEVICE_CERTIFICATE_FOR_TLS` , sont des exemples d'informations d'identification.
PKCS11_TEST_LABEL_DEVICE_PRIVATE_KEY_POUR_TLS	L'étiquette de la clé privée utilisée lors du test.
PKCS11_TEST_LABEL_DEVICE_PUBLIC_KEY_POUR_TLS	L'étiquette de la clé publique utilisée dans le test.
PKCS11_TEST_LABEL_DEVICE_CERTIFICATE_POUR_TLS	L'étiquette du certificat utilisé lors du test.

Configuration	Description
PKCS11_TEST_JITP_CODEVERIFY _ROOT_CERT_SUPPORTÉ	Le portage prend en charge le stockage pour JITP. Réglez ce paramètre sur 1 pour activer le `codeverify` test JITP.
PKCS11_TEST_LABEL_CODE_VERI FICATION_KEY	L'étiquette de la clé de vérification du code utilisée dans le `codeverify` test JITP.
PKCS11_TEST_LABEL_JITP_CERTIFICATE	L'étiquette du certificat JITP utilisé dans le test JITP. `codeverify`
PKCS11_TEST_LABEL_ROOT_CERTIFICATE	L'étiquette du certificat racine utilisé dans le `codeverify` test JITP.

Les bibliothèques FreeRTOS et les intégrations de référence doivent prendre en charge au moins une configuration de fonction clé, telle que les clés RSA ou Elliptic Curve, et un mécanisme de provisionnement clé pris en charge par le. PKCS11 APIs Le test doit activer les configurations suivantes :

- Au moins l'une des configurations de fonctions clés suivantes :
  - PKCS11_TEST_RSA_KEY_SUPPORT
  - PKCS11_TEST_EC_KEY_SUPPORT
- Au moins l'une des principales configurations de provisionnement suivantes :
  - PKCS11_TEST_IMPORT_PRIVATE_KEY_SUPPORT
  - PKCS11_TEST_GENERATE_KEYPAIR_SUPPORT
  - PKCS11_TEST_PREPROVISIONED_SUPPORT

Le test d'identification de l'appareil préconfiguré doit être exécuté dans les conditions suivantes :

- `PKCS11_TEST_PREPROVISIONED_SUPPORT`doit être activé et les autres mécanismes de provisionnement doivent être désactivés.
- Une seule fonction clé, l'une `PKCS11_TEST_RSA_KEY_SUPPORT` ou l'autre`PKCS11_TEST_EC_KEY_SUPPORT`, est activée.

- Configurez les libellés clés préconfigurés en fonction de votre fonction principale, y comprisPKCS11_TEST_LABEL_DEVICE_PRIVATE_KEY_FOR_TLS, etPKCS11_TEST_LABEL_DEVICE_PUBLIC_KEY_FOR_TLS. PKCS11_TEST_LABEL_DEVICE_CERTIFICATE_FOR_TLS Ces informations d'identification doivent exister avant d'exécuter le test.

Le test devra peut-être être exécuté plusieurs fois avec différentes configurations, si l'implémentation prend en charge les informations d'identification préconfigurées et d'autres mécanismes de provisionnement.

> **Note**
>
> Les objets portant des étiquettes PKCS11_TEST_LABEL_DEVICE_PUBLIC_KEY_FOR_TLS et PKCS11_TEST_LABEL_DEVICE_PRIVATE_KEY_FOR_TLS des étiquettes PKCS11_TEST_LABEL_DEVICE_CERTIFICATE_FOR_TLS sont détruits pendant le test si l'une PKCS11_TEST_GENERATE_KEYPAIR_SUPPORT ou l'autre PKCS11_TEST_GENERATE_KEYPAIR_SUPPORT est activée.

Exécution de tests

Cette section décrit comment tester localement l' PKCS11 interface avec les tests de qualification. Vous pouvez également utiliser IDT pour automatiser l'exécution. Voir FreeRTOS dans le Guide de l'utilisateur de FreeRTOS AWS IoT Device Tester pour plus de détails.

Les instructions suivantes décrivent comment exécuter les tests :

- Ouvrez `test_execution_config.h` et définissez CORE_ PKCS11 _TEST_ENABLED sur 1.
- Créez et flashez l'application sur votre appareil pour l'exécuter. Les résultats du test sont transmis au port série.

Voici un exemple du résultat du test de sortie.

```
TEST(Full_PKCS11_StartFinish, PKCS11_StartFinish_FirstTest) PASS
TEST(Full_PKCS11_StartFinish, PKCS11_GetFunctionList) PASS
TEST(Full_PKCS11_StartFinish, PKCS11_InitializeFinalize) PASS
TEST(Full_PKCS11_StartFinish, PKCS11_GetSlotList) PASS
```

```
TEST(Full_PKCS11_StartFinish, PKCS11_OpenSessionCloseSession) PASS
TEST(Full_PKCS11_Capabilities, PKCS11_Capabilities) PASS
TEST(Full_PKCS11_NoObject, PKCS11_Digest) PASS
TEST(Full_PKCS11_NoObject, PKCS11_Digest_ErrorConditions) PASS
TEST(Full_PKCS11_NoObject, PKCS11_GenerateRandom) PASS
TEST(Full_PKCS11_NoObject, PKCS11_GenerateRandomMultiThread) PASS
TEST(Full_PKCS11_RSA, PKCS11_RSA_CreateObject) PASS
TEST(Full_PKCS11_RSA, PKCS11_RSA_FindObject) PASS
TEST(Full_PKCS11_RSA, PKCS11_RSA_GetAttributeValue) PASS
TEST(Full_PKCS11_RSA, PKCS11_RSA_Sign) PASS
TEST(Full_PKCS11_RSA, PKCS11_RSA_FindObjectMultiThread) PASS
TEST(Full_PKCS11_RSA, PKCS11_RSA_GetAttributeValueMultiThread) PASS
TEST(Full_PKCS11_RSA, PKCS11_RSA_DestroyObject) PASS
TEST(Full_PKCS11_EC, PKCS11_EC_GenerateKeyPair) PASS
TEST(Full_PKCS11_EC, PKCS11_EC_CreateObject) PASS
TEST(Full_PKCS11_EC, PKCS11_EC_FindObject) PASS
TEST(Full_PKCS11_EC, PKCS11_EC_GetAttributeValue) PASS
TEST(Full_PKCS11_EC, PKCS11_EC_Sign) PASS
TEST(Full_PKCS11_EC, PKCS11_EC_Verify) PASS
TEST(Full_PKCS11_EC, PKCS11_EC_FindObjectMultiThread) PASS
TEST(Full_PKCS11_EC, PKCS11_EC_GetAttributeValueMultiThread) PASS
TEST(Full_PKCS11_EC, PKCS11_EC_SignVerifyMultiThread) PASS
TEST(Full_PKCS11_EC, PKCS11_EC_DestroyObject) PASS

-----------------------
27 Tests 0 Failures 0 Ignored
OK
```

Les tests sont terminés lorsque chacun des tests est réussi.

> **Note**
>
> Pour qualifier officiellement un appareil pour FreeRTOS, vous devez valider le code source porté de l'appareil avec. AWS IoT Device Tester Suivez les instructions de la section Utilisation AWS IoT Device Tester pour FreeRTOS du Guide de l'utilisateur de FreeRTOS pour configurer la validation des ports. AWS IoT Device Tester Pour tester le port d'une bibliothèque spécifique, le groupe de test approprié doit être activé dans le `device.json` fichier du AWS IoT Device Tester `configs` dossier.

Portage de l'interface de transport réseau

Intégration de la bibliothèque TLS

Pour l'authentification TLS (Transport Layer Security), utilisez votre pile TLS préférée. Nous recommandons d'utiliser Mbed TLS car il est testé avec les bibliothèques FreeRTOS. Vous pouvez en trouver un exemple dans ce GitHubréférentiel.

Quelle que soit l'implémentation TLS utilisée par votre appareil, vous devez implémenter les crochets de transport sous-jacents pour le protocole TLS pile par TCP/IP pile. Ils doivent prendre en charge les suites de chiffrement TLS prises en charge par. AWS IoT

Portage de la bibliothèque d'interface de transport réseau

Vous devez implémenter une interface de transport réseau pour utiliser CoreMQTT et CoreHTTP. L'interface de transport réseau contient des pointeurs de fonction et des données contextuelles nécessaires pour envoyer et recevoir des données sur une seule connexion réseau. Voir Interface de transport pour plus de détails. FreeRTOS fournit un ensemble de tests d'interface de transport réseau intégrés pour valider ces implémentations. La section suivante explique comment configurer votre projet pour exécuter ces tests.

Conditions préalables

Pour transférer ce test, vous avez besoin des éléments suivants :

- Un projet avec un système de compilation capable de créer FreeRTOS avec un port de noyau FreeRTOS validé.
- Implémentation fonctionnelle des pilotes réseau.

Portage

- Ajoutez-le FreeRTOS-Libraries-Integration-Testsen tant que sous-module à votre projet. Peu importe où le sous-module est placé dans le projet, tant qu'il peut être construit.
- Copiez `config_template/test_execution_config_template.h` et `config_template/test_param_config_template.h` vers un emplacement de projet dans le chemin de construction, et renommez-les en `test_execution_config.h` et`test_param_config.h`.

- Incluez les fichiers pertinents dans le système de compilation. Si vous `CMake` les utilisez, `qualification_test.cmake` et `src/transport_interface_tests.cmake` sont utilisés pour inclure les fichiers pertinents.
- Implémentez les fonctions suivantes sur un site de projet approprié :
- • R `network connect function` : La signature est définie par `NetworkConnectFunc` in`src/common/network_connection.h`. Cette fonction prend en compte un pointeur vers le contexte du réseau, un pointeur vers les informations d'hôte et un pointeur vers les informations d'identification du réseau. Il établit une connexion avec le serveur spécifié dans les informations d'hôte avec les informations d'identification réseau fournies.
  - R `network disconnect function` : La signature est définie par `NetworkDisconnectFunc` in`src/common/network_connection.h`. Cette fonction prend en compte un pointeur vers un contexte réseau. Il déconnecte une connexion précédemment établie enregistrée dans le contexte du réseau.
  - `setupTransportInterfaceTestParam()`: Ceci est défini dans`src/transport_interface/transport_interface_tests.h`. L'implémentation doit avoir exactement le même nom et la même signature que ceux définis dans`transport_interface_tests.h`. Cette fonction prend en compte un pointeur vers une TransportInterfaceTestParamstructure. Il remplira les champs de la TransportInterfaceTestParamstructure utilisée par le test de l'interface de transport.
- Implémentez UNITY_OUTPUT_CHAR afin que les journaux de sortie des tests ne soient pas entrelacés avec les journaux des périphériques.
- Appelez `runQualificationTest()` depuis l'application. Le matériel de l'appareil doit être correctement initialisé et le réseau doit être connecté avant l'appel.

Gestion des informations d'identification (clé générée sur l'appareil)

Lorsque FORCE_GENERATE_NEW_KEY_PAIR in **`test_param_config.h`** est défini sur 1, l'application de l'appareil génère une nouvelle paire de clés intégrée à l'appareil et émet la clé publique. L'application de périphérique utilise ECHO_SERVER_ROOT_CA et TRANSPORT_CLIENT_CERTIFICATE comme autorité de certification racine et certificat client du serveur d'écho lors de l'établissement d'une connexion TLS avec le serveur d'écho. IDT définit ces paramètres lors de la phase de qualification.

Gestion des informations d'identification (clé d'importation)

L'application de l'appareil utilise ECHO_SERVER_ROOT_CA, TRANSPORT_CLIENT_CERTIFICATE et TRANSPORT_CLIENT_PRIVATE_KEY **`test_param_config.h`** comme autorité de certification racine du serveur d'écho, certificat client et clé privée du client lors de l'établissement d'une connexion TLS avec le serveur d'écho. IDT définit ces paramètres lors de la phase de qualification.

Test

Cette section décrit comment tester localement l'interface de transport à l'aide des tests de qualification. Des détails supplémentaires peuvent être trouvés dans le fichier README.md fourni dans la section transport_interface du fichier on. FreeRTOS-Libraries-Integration-Tests GitHub

Vous pouvez également utiliser IDT pour automatiser l'exécution. Voir FreeRTOS dans le Guide de l'utilisateur de FreeRTOS AWS IoT Device Tester pour plus de détails.

Activez le test

Ouvrez `test_execution_config.h` et définissez TRANSPORT_INTERFACE_TEST_ENABLED sur 1.

Configurer le serveur Echo pour les tests

Un serveur d'écho accessible depuis l'appareil exécutant les tests est requis pour les tests locaux. Le serveur d'écho doit prendre en charge le protocole TLS si l'implémentation de l'interface de transport prend en charge le protocole TLS. Si vous n'en avez pas déjà un, le FreeRTOS-Libraries-Integration-Tests GitHub dépôt dispose d'une implémentation de serveur Echo.

Configuration du projet à des fins de test

Dans`test_param_config.h`, mettez à jour ECHO_SERVER_ENDPOINT et ECHO_SERVER_PORT selon la configuration du point de terminaison et du serveur à l'étape précédente.

Informations d'identification de configuration (clé générée sur l'appareil)

- Attribuez à ECHO_SERVER_ROOT_CA le certificat du serveur Echo.
- Définissez FORCE_GENERATE_NEW_KEY_PAIR sur 1 pour générer une paire de clés et obtenir la clé publique.
- Remettez FORCE_GENERATE_NEW_KEY_PAIR à 0 après la génération de la clé.

- Utilisez la clé publique, la clé de serveur et le certificat pour générer le certificat client.
- Attribuez à TRANSPORT_CLIENT_CERTIFICATE le certificat client généré.

Informations d'identification de configuration (clé d'importation)

- Attribuez à ECHO_SERVER_ROOT_CA le certificat du serveur Echo.
- Attribuez à TRANSPORT_CLIENT_CERTIFICATE le certificat client prégénéré.
- Définissez TRANSPORT_CLIENT_PRIVATE_KEY sur la clé privée du client prégénérée.

Créez et flashez l'application

Créez et flashez l'application à l'aide de la chaîne d'outils de votre choix. Lorsqu'il `runQualificationTest()` est invoqué, les tests de l'interface de transport sont exécutés. Les résultats des tests sont transmis au port série.

> **Note**
>
> Pour qualifier officiellement un appareil pour FreeRTOS, vous devez valider le code source porté de l'appareil par rapport aux groupes de test OTA PAL et OTA E2E avec. AWS IoT Device Tester Suivez les instructions de la section Utilisation AWS IoT Device Tester pour FreeRTOS du Guide de l'utilisateur de FreeRTOS pour configurer la validation des ports. AWS IoT Device Tester Pour tester le port d'une bibliothèque spécifique, le groupe de test approprié doit être activé dans le `device.json` fichier du AWS IoT Device Tester `configs` dossier.

Configuration de la bibliothèque CoreMQTT

Les appareils situés en périphérie peuvent utiliser le protocole MQTT pour communiquer avec le AWS cloud. AWS IoT héberge un broker MQTT qui envoie et reçoit des messages depuis et vers des appareils connectés en périphérie.

La bibliothèque CoreMQTT implémente le protocole MQTT pour les appareils exécutant FreeRTOS. La bibliothèque CoreMQTT n'a pas besoin d'être portée, mais le projet de test de votre appareil doit réussir tous les tests MQTT pour être qualifié. Pour plus d'informations, consultez la bibliothèque CoreMQTT dans le guide de l'utilisateur de FreeRTOS.

Prérequis

Pour configurer les tests de la bibliothèque CoreMQTT, vous avez besoin d'un port d'interface de transport réseau. Pour en savoir plus, veuillez consulter Portage de l'interface de transport réseau.

Test

Exécutez les tests d'intégration CoreMQTT :

- Enregistrez votre certificat client auprès du courtier MQTT.
- Définissez le point de terminaison du courtier `config` et exécutez les tests d'intégration.

Créer une démo MQTT de référence

Nous recommandons d'utiliser l'agent CoreMQTT pour gérer la sécurité des threads pour toutes les opérations MQTT. L'utilisateur devra également publier des tâches et s'abonner, ainsi que des tests Device Advisor pour valider si l'application intègre efficacement TLS, MQTT et d'autres bibliothèques FreeRTOS.

Pour qualifier officiellement un appareil pour FreeRTOS, validez votre projet d'intégration à l' AWS IoT Device Tester aide de scénarios de test MQTT. Consultez le flux de travail de AWS IoT Device Advisor pour obtenir des instructions de configuration et de test. Les cas de test obligatoires pour TLS et MQTT sont répertoriés ci-dessous :

Cas de test TLS

Cas de test	Cas de test	Tests obligatoires
TLS	Connexion TLS	Oui
TLS	Support TLS : suites de AWS IoT chiffrement	Une suite de chiffrement recommandée
TLS	Certificat de serveur non sécurisé TLS	Oui
TLS	Certificat de serveur de nom de sujet TLS incorrect	Oui

Cas de test MQTT

Cas de test	Cas de test	Tests obligatoires
MQTT	MQTT Connect	Oui
MQTT	MQTT Connect Jitter essaie à nouveau	Oui, sans avertissement
MQTT	Abonnez-vous à MQTT	Oui
MQTT	Publier MQTT	Oui
MQTT	MQTT QoS1 ClientPuback	Oui
MQTT	MQTT No Ack PingResp	Oui

Configuration de la bibliothèque CoreHTTP

Les appareils situés en périphérie peuvent utiliser le protocole HTTP pour communiquer avec le AWS cloud. AWS IoT les services hébergent un serveur HTTP qui envoie et reçoit des messages vers et depuis des appareils connectés en périphérie.

Test

Suivez les étapes ci-dessous pour effectuer les tests :

- Configurez le PKI pour l'authentification mutuelle TLS avec AWS ou avec un serveur HTTP.
- Exécutez des tests d'intégration CoreHTTP.

Portage de la bibliothèque de mise à jour AWS IoT over-the-air (OTA)

Avec les mises à jour de over-the-air FreeRTOS (OTA), vous pouvez effectuer les opérations suivantes :

- Déployer les nouvelles images du microprogramme sur un seul appareil, un groupe d'appareils ou l'ensemble de votre flotte.

- Déployez le microprogramme sur les appareils au fur et à mesure qu'ils sont ajoutés à des groupes, réinitialisés ou reprovisionnés.
- Vérifiez l'authenticité et l'intégrité du nouveau microprogramme après son déploiement sur les appareils.
- Surveiller la progression d'un déploiement.
- Déboguer un déploiement ayant échoué.
- Signez numériquement le microprogramme à l'aide de Code Signing for AWS IoT.

Pour plus d'informations, consultez la section Mises à jour de Over-the-Air FreeRTOS dans le guide de l'utilisateur de FreeRTOS ainsi que dans la documentation de mise à jour.AWS IoT Over-the-air

Vous pouvez utiliser la bibliothèque de mise à jour OTA pour intégrer la fonctionnalité OTA dans vos applications FreeRTOS. Pour plus d'informations, consultez la bibliothèque de mise à jour de FreeRTOS OTA dans le guide de l'utilisateur de FreeRTOS.

Les appareils FreeRTOS doivent appliquer la vérification de signature de code cryptographique sur les images du microprogramme OTA qu'ils reçoivent. Nous vous recommandons les algorithmes suivants :

- L’algorithme ECDSA (Elliptic Curve Digital Signature Algorithm)
- La courbe NIST P256
- Le hachage SHA-256

Conditions préalables

- Complétez les instructions dansConfiguration de votre espace de travail et de votre projet pour le portage.
- Créez un port d'interface de transport réseau.

  Pour plus d'informations, consultez Portage de l'interface de transport réseau.
- Intégrez la bibliothèque CoreMQTT. Voir la bibliothèque CoreMQTT dans le guide de l'utilisateur de FreeRTOS.
- Créez un bootloader capable de prendre en charge les mises à jour OTA.

Portage de plateformes

Vous devez fournir une implémentation de la couche d'abstraction portable OTA (PAL) pour porter la bibliothèque OTA vers un nouveau périphérique. Les PAL APIs sont définis dans le fichier ota_platform_interface.h pour lequel les détails spécifiques à l'implémentation doivent être fournis.

Nom de la fonction	Description
`otaPal_Abort`	Arrête une mise à jour OTA.
`otaPal_CreateFileForRx`	Crée un fichier pour stocker les blocs de données reçus.
`otaPal_CloseFile`	Ferme le fichier spécifié. Cela peut authentifier le fichier si vous utilisez un stockage qui implémente une protection cryptographique.
`otaPal_WriteBlock`	Écrit un bloc de données dans le fichier spécifié au décalage donné. En cas de succès, la fonction renvoie le nombre d'octets écrits. Dans le cas contraire, la fonction renvoie un code d'erreur négatif. La taille du bloc sera toujours une puissance de deux et sera alignée. Pour plus d'informations, consultez la section Configuration de la bibliothèque OTA.
`otaPal_ActivateNewImage`	Active ou lance la nouvelle image du microprogramme. Pour certains ports, si le périphérique est réinitialisé par programmation synchrone, cette fonction ne sera pas rétablie.
`otaPal_SetPlatformImageState`	Fait que ce qui est requis par la plateforme pour accepter ou rejeter l'image la plus récente du microprogramme OTA (ou bundle). Pour implémenter cette fonction, consultez la documentation relative aux détails et à l'architecture de votre tableau (plate-forme).

Nom de la fonction	Description
`otaPal_GetPlatformImageState`	Permet d'obtenir l'état de l'image de la mise à jour OTA.

Implémentez les fonctions de ce tableau, si votre appareil intègre une prise en charge de ces dernières.

Nom de la fonction	Description
`otaPal_CheckFileSignature`	Vérifie la signature du fichier spécifié.
`otaPal_ReadAndAssumeCertificate`	Lit le certificat de signataire spécifiée à partir du système de fichiers et le renvoie à l'appelant.
`otaPal_ResetDevice`	Réinitialise l'appareil.

> **Note**
>
> Assurez-vous que vous avez un chargeur de démarrage pouvant prendre en charge les mises à jour OTA. Pour obtenir des instructions sur la création du chargeur de démarrage de votre AWS IoT appareil, consultezChargeur de démarrage pour périphériques IoT.

Tests E2E et PAL

Exécutez les tests OTA PAL et E2E.

Tests E2E

Le test OTA de bout en bout (E2E) est utilisé pour vérifier la capacité OTA d'un appareil et pour simuler des scénarios à partir de la réalité. Ce test inclura la gestion des erreurs.

Conditions préalables

Pour transférer ce test, vous avez besoin des éléments suivants :

- Un projet avec une bibliothèque AWS OTA intégrée. Consultez le guide de portage des bibliothèques OTA pour plus d'informations.
- Portez l'application de démonstration à l'aide de la bibliothèque OTA avec laquelle interagir AWS IoT Core pour effectuer les mises à jour OTA. Consultez Portage de l'application de démonstration OTA.
- Configurez l'outil IDT. Cela exécute l'application hôte OTA E2E pour créer, flasher et surveiller l'appareil avec différentes configurations, et valide l'intégration de la bibliothèque OTA.

Portage de l'application de démonstration OTA

Le test OTA E2E doit disposer d'une application de démonstration OTA pour valider l'intégration de la bibliothèque OTA. L'application de démonstration doit être capable d'effectuer des mises à jour du microprogramme OTA. Vous pouvez trouver l'application de démonstration FreeRTOS OTA dans le référentiel FreeRTOS. GitHub Nous vous recommandons d'utiliser l'application de démonstration comme référence et de la modifier selon vos spécifications.

Étapes de portage

1. Initialisez l'agent OTA.
2. Implémentez la fonction de rappel de l'application OTA.
3. Créez la tâche de traitement des événements de l'agent OTA.
4. Démarrez l'agent OTA.
5. Surveillez les statistiques des agents OTA.
6. Arrêtez l'agent OTA.

Visitez FreeRTOS OTA over MQTT - Point d'entrée de la démo pour obtenir des instructions détaillées.

Configuration

Les configurations suivantes sont nécessaires pour interagir avec AWS IoT Core :

- AWS IoT Core informations d'identification du client
  - Configurez DemoConfigRoot_CA_PEM avec les points de terminaison Amazon Trust Services. `Ota_Over_Mqtt_Demo/demo_config.h` Voir AWS Authentification du serveur pour plus de détails.

  - Configurez DemoConfigClient_Certificate_pem et DemoConfigClient_Private_Key_PEM avec les informations d'identification de votre client. `Ota_Over_Mqtt_Demo/demo_config.h` AWS IoT Consultez les informations relatives àAWS l'authentification des clients pour en savoir plus sur les certificats clients et les clés privées.
- Version de l'application
- Protocole de contrôle OTA
- Protocole de données OTA
- Informations d'identification de code
- Autres configurations de bibliothèques OTA

Vous trouverez les informations précédentes dans `demo_config.h` et `ota_config.h` dans les applications de démonstration de FreeRTOS OTA. Consultez FreeRTOS OTA over MQTT - Configuration de l'appareil pour plus d'informations.

Vérification des builds

Exécutez l'application de démonstration pour exécuter la tâche OTA. Une fois l'opération terminée avec succès, vous pouvez continuer à exécuter les tests OTA E2E.

La démo de FreeRTOS OTA fournit des informations détaillées sur la configuration d'un client OTA et d'une tâche OTA sur le AWS IoT Core simulateur Windows FreeRTOS. AWS OTA prend en charge les protocoles MQTT et HTTP. Reportez-vous aux exemples suivants pour plus de détails :

- Démo OTA sur MQTT sur Windows Simulator
- Démo OTA sur HTTP sur Windows Simulator

Exécution de tests avec l'outil IDT

Pour exécuter les tests OTA E2E, vous devez utiliser AWS IoT Device Tester (IDT) pour automatiser l'exécution. Voir FreeRTOS dans le Guide de l'utilisateur de FreeRTOS AWS IoT Device Tester pour plus de détails.

Cas de test E2E

Cas de test	Description
`OTAE2EGreaterVersion`	Joyeux test de trajectoire pour les mises à jour régulières de l'OTA. Il crée une mise à jour avec une version plus récente, que l'appareil met à jour avec succès.
`OTAE2EBackToBackDownloads`	Ce test crée 3 mises à jour OTA consécutives. L'appareil devrait être mis à jour 3 fois de suite.
`OTAE2ERollbackIfUnableToConnectAfterUpdate`	Ce test vérifie que l'appareil revient au microprogramme précédent s'il ne peut pas se connecter au réseau avec le nouveau microprogramme.
`OTAE2ESameVersion`	Ce test confirme que l'appareil rejette le microprogramme entrant si la version reste la même.
`OTAE2EUnsignedImage`	Ce test vérifie que l'appareil rejette une mise à jour si l'image n'est pas signée.
`OTAE2EUntrustedCertificate`	Ce test vérifie que l'appareil rejette une mise à jour si le microprogramme est signé avec un certificat non fiable.
`OTAE2EPreviousVersion`	Ce test vérifie que l'appareil rejette une ancienne version de mise à jour.
`OTAE2EIncorrectSigningAlgorithm`	Différents appareils prennent en charge différents algorithmes de signature et de hachage. Ce test vérifie que l'appareil échoue à la mise à jour OTA s'il est créé avec un algorithme non pris en charge.
`OTAE2EDisconnectResume`	Il s'agit d'un test de réussite pour la fonctionn alité de suspension et de reprise. Ce test crée

Cas de test	Description
	une mise à jour OTA et démarre la mise à jour. Il se connecte ensuite AWS IoT Core avec le même identifiant client (nom de l'objet) et les mêmes informations d'identification. AWS IoT Core puis déconnecte l'appareil. L'appareil est censé détecter qu'il est déconnecté et AWS IoT Core, au bout d'un certain temps, passer à l'état suspendu, essayer de se reconnecter AWS IoT Core et de reprendre le télécharg ement.
`OTAE2EDisconnectCancelUpdate`	Ce test vérifie si l'appareil peut se rétablir lui-même si la tâche OTA est annulée alors qu'il est suspendu. Il fait la même chose que le `OTAE2EDisconnectResume` test, sauf qu'après s'être connecté à AWS IoT Core, ce qui déconnecte l'appareil, il annule la mise à jour OTA. Une nouvelle mise à jour est créée. L'appareil est censé se reconnecter au AWS IoT Core, abandonner la mise à jour en cours, revenir à l'état d'attente, accepter et terminer la mise à jour suivante.
`OTAE2EPresignedUrlExpired`	Lorsqu'une mise à jour OTA est créée, vous pouvez configurer la durée de vie de l'URL pré-signée S3. Ce test vérifie que l'appareil est capable d'effectuer une OTA, même s'il ne peut pas terminer le téléchargement lorsque l'URL expire. L'appareil est censé demander un nouveau document de travail contenant une nouvelle URL pour reprendre le télécharg ement.

Cas de test	Description
`OTAE2E2UpdatesCancel1st`	Ce test crée deux mises à jour OTA d'affilée . Lorsque l'appareil indique qu'il télécharge la première mise à jour, le test force annule la première mise à jour. L'appareil est censé abandonner la mise à jour en cours, récupérer la deuxième mise à jour et la terminer.
`OTAE2ECancelThenUpdate`	Ce test crée deux mises à jour OTA d'affilée . Lorsque l'appareil indique qu'il télécharge la première mise à jour, le test force annule la première mise à jour. L'appareil est censé abandonner la mise à jour en cours et récupérer la deuxième mise à jour, puis la terminer.
`OTAE2EImageCrashed`	Ce test vérifie que l'appareil est capable de rejeter une mise à jour lorsque l'image tombe en panne.

Tests PAL

Conditions préalables

Pour porter les tests de l'interface de transport réseau, vous avez besoin des éléments suivants :

- Un projet capable de créer FreeRTOS avec un port de noyau FreeRTOS valide.
- Une implémentation fonctionnelle d'OTA PAL.

Portage

- Ajoutez FreeRTOS-Libraries-Integration-Tests en tant que sous-module dans votre projet. L'emplacement du sous-module dans le projet doit être là où il peut être construit.
- Copiez `config_template/test_execution_config_template.h` et `config_template/test_param_config_template.h` vers un emplacement dans le chemin de construction, et renommez-les en `test_execution_config.h` et`test_param_config.h`.

- Incluez les fichiers pertinents dans le système de compilation. Si vous l'utilisezCMake, `qualification_test.cmake` et `src/ota_pal_tests.cmake` peut être utilisé pour inclure les fichiers pertinents.
- Configurez le test en implémentant les fonctions suivantes :
  - `SetupOtaPalTestParam()`: défini dans`src/ota/ota_pal_test.h`. L'implémentation doit avoir le même nom et la même signature que ceux définis dans`ota_pal_test.h`. Pour le moment, il n'est pas nécessaire de configurer cette fonction.
- Implémentez UNITY_OUTPUT_CHAR afin que les journaux de sortie des tests ne soient pas entrelacés avec les journaux des périphériques.
- Appelez `RunQualificationTest()` depuis l'application. Le matériel de l'appareil doit être correctement initialisé et le réseau doit être connecté avant l'appel.

Test

Cette section décrit les tests locaux des tests de qualification OTA PAL.

Activez le test

Ouvrez `test_execution_config.h` et définissez OTA_PAL_TEST_ENABLED sur 1.

Dans`test_param_config.h`, mettez à jour les options suivantes :

- OTA_PAL_TEST_CERT_TYPE : sélectionnez le type de certificat utilisé.
- OTA_PAL_CERTIFICATE_FILE : chemin d'accès au certificat de l'appareil, le cas échéant.
- OTA_PAL_FIRMWARE_FILE : nom du fichier du microprogramme, le cas échéant.
- OTA_PAL_USE_FILE_SYSTEM : défini sur 1 si l'OTA PAL utilise l'abstraction du système de fichiers.

Créez et flashez l'application à l'aide de la chaîne d'outils de votre choix. Lorsque le `RunQualificationTest()` est appelé, les tests OTA PAL s'exécutent. Les résultats des tests sont transmis au port série.

Intégration des tâches OTA

- Ajoutez un agent OTA à votre démo MQTT actuelle.
- Exécutez des tests OTA de bout en bout (E2E) avec AWS IoT. Cela permet de vérifier si l'intégration fonctionne comme prévu.

> **Note**
>
> Pour qualifier officiellement un appareil pour FreeRTOS, vous devez valider le code source porté de l'appareil par rapport aux groupes de test OTA PAL et OTA E2E avec. AWS IoT Device Tester Suivez les instructions de la section Utilisation AWS IoT Device Tester pour FreeRTOS du Guide de l'utilisateur de FreeRTOS pour configurer la validation des ports. AWS IoT Device Tester Pour tester le port d'une bibliothèque spécifique, le groupe de test approprié doit être activé dans le `device.json` fichier du AWS IoT Device Tester `configs` dossier.

Chargeur de démarrage pour périphériques IoT

Vous devez fournir votre propre application de bootloader sécurisée. Assurez-vous que la conception et la mise en œuvre permettent d'atténuer correctement les menaces de sécurité. Vous trouverez ci-dessous la modélisation des menaces à titre de référence.

Modélisation des menaces pour le chargeur de démarrage de périphérique IoT

Contexte

À titre de définition pratique, les AWS IoT appareils embarqués auxquels fait référence ce modèle de menace sont des produits basés sur des microcontrôleurs qui interagissent avec les services cloud. Ils peuvent être déployés dans des environnements grand public, commerciaux ou industriels. Les périphériques IoT peuvent collecter des données sur un utilisateur, un patient, une machine ou un environnement, que ce soit des ampoules, des verrous de porte ou des machines d'usine.

La modélisation des menaces est une approche de la sécurité du point de vue d'un adversaire hypothétique. En tenant compte des objectifs et des méthodes de l'adversaire, une liste de menaces est créée. Les menaces sont des attaques contre une ressource ou un asset réalisées par un adversaire. La liste est priorisée et utilisée pour identifier et créer des solutions d'atténuation. Lors du choix d'une solution d'atténuation, le coût de sa mise en œuvre et de sa maintenance doit être mis en balance avec la valeur de sécurité réelle qu'elle apporte. Il existe plusieurs méthodologies de modèle de menace. Chacun est capable de soutenir le développement d'un AWS IoT produit sûr et performant.

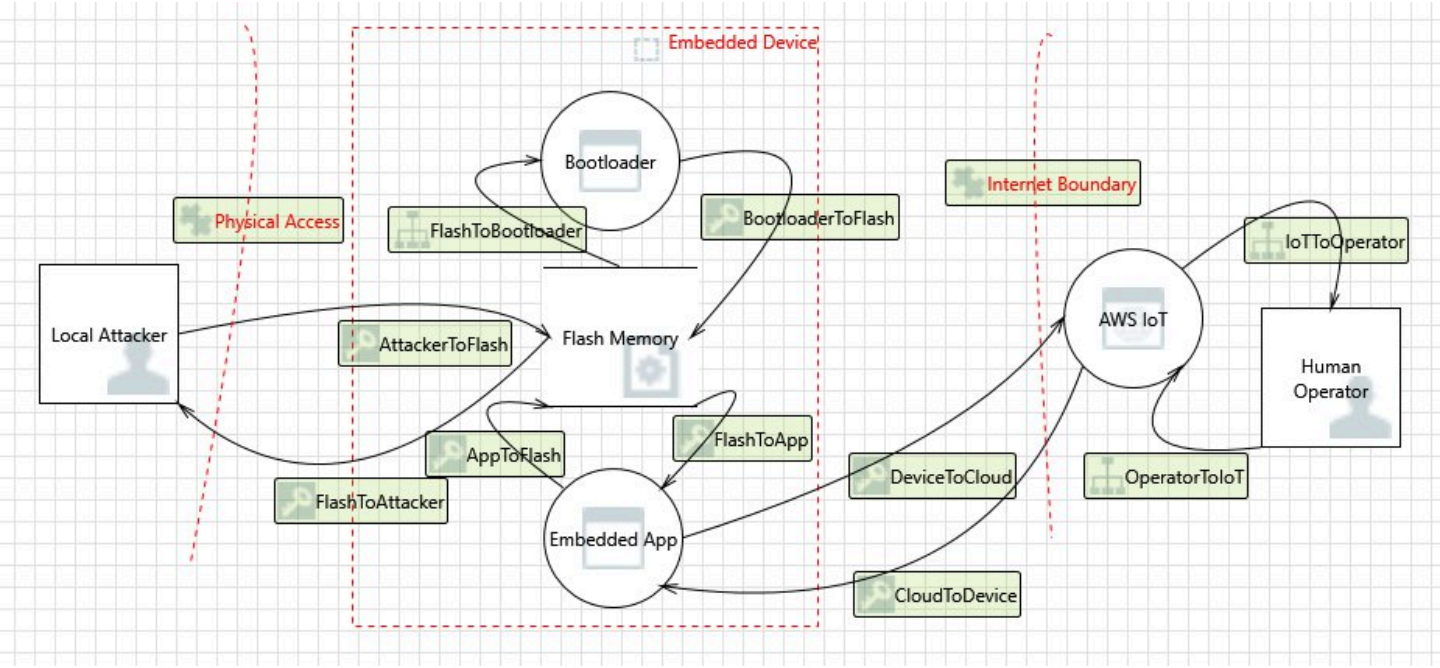
FreeRTOS propose des mises à jour logicielles OTA over-the-air () pour les appareils. AWS IoT Le processus de mise à jour associe des services cloud à des bibliothèques logicielles sur

périphérique et un chargeur de démarrage fourni par un partenaire. Ce modèle de menace se concentre spécifiquement sur les menaces contre le chargeur de démarrage.

Cas d'utilisation du chargeur de démarrage

- Signer numériquement et chiffrer les microprogrammes avant le déploiement.
- Déployer les nouvelles images du microprogramme sur un seul appareil, un groupe d'appareils ou l'ensemble d’une flotte.
- Vérifier l'authenticité et l'intégrité du nouveau microprogramme après qu'il a été déployé sur les appareils.
- Les périphériques exécutent uniquement des logiciels non modifiés à partir d'une source approuvée.
- Les périphériques sont résistants aux logiciels défaillants reçus via OTA.

Diagramme de flux de données



Menaces

Certaines attaques utilisent plusieurs modèles d'atténuation ; par exemple, un réseau man-in-the-middle destiné à fournir une image de microprogramme malveillant est atténué en vérifiant la fiabilité à la fois du certificat proposé par le serveur TLS et du certificat du signataire de code de la nouvelle image du microprogramme. Pour optimiser la sécurité du chargeur de démarrage, toute solution d'atténuation autre que le chargeur de démarrage est considérée comme peu fiable. Le bootloader

doit disposer de solutions d'atténuation intrinsèques pour chaque attaque. Les solutions d'atténuation en couches sont connues sous le nom de defense-in-depth.

Menaces :

- Un pirate détourne la connexion du périphérique au serveur pour diffuser une image de microprogramme malveillante.

  Exemple d'atténuation

  - Au démarrage, le chargeur de démarrage vérifie la signature cryptographique de l'image à l'aide d'un certificat connu. Si la vérification échoue, le chargeur de démarrage revient à l'image précédente.
- Un pirate exploite un dépassement de mémoire tampon pour introduire un comportement malveillant dans l'image du microprogramme existante stockée en flash.

  Exemples d'atténuation

  - Au démarrage, le chargeur de démarrage procède à une vérification, comme décrit précédemment. Lorsque la vérification échoue et qu'aucune image précédente n'est disponible, le chargeur de démarrage s'arrête.
  - Au démarrage, le chargeur de démarrage procède à une vérification, comme décrit précédemment. Lorsque la vérification échoue et qu'aucune image précédente n'est disponible, le chargeur de démarrage passe en mode OTA à sécurité intégrée uniquement.
- Un pirate démarre le périphérique sur une image précédemment stockée, qui est exploitable.

  Exemples d'atténuation

  - Les secteurs Flash stockant la dernière image sont effacés lors de l'installation réussie et du test d'une nouvelle image.
  - Un fusible est grillé à chaque mise à niveau réussie, et chaque image refuse de s'exécuter, sauf si le nombre correct de fusibles a été grillé.
- Une mise à jour OTA fournit une image défectueuse ou malveillante qui détaille le périphérique.

  Exemple d'atténuation

  - Le chargeur de démarrage démarre un minuteur de surveillance matériel qui déclenche la restauration de l'image précédente.
- Un pirate applique des correctifs au chargeur de démarrage pour contourner la vérification d'image afin que le périphérique accepte les images non signées.

Exemples d'atténuation

- Le chargeur de démarrage est en ROM (mémoire en lecture seule) et ne peut pas être modifié.
- Le bootloader est en OTP (one-time-programmable mémoire) et ne peut pas être modifié.
- Le bootloader se trouve dans la zone sécurisée d'ARM TrustZone et ne peut pas être modifié.

- Un pirate remplace le certificat de vérification afin que le périphérique accepte les images malveillantes.

  Exemples d'atténuation

  - Le certificat se trouve dans un co-processeur cryptographique et ne peut pas être modifié.
  - Le certificat se trouve dans la ROM (ou OTP, ou zone sécurisée) et ne peut pas être modifié.

Modélisation plus poussée des menaces

Ce modèle de menace prend uniquement en compte le chargeur de démarrage. Une modélisation plus poussée des menaces pourrait améliorer la sécurité globale. Une méthode recommandée consiste à répertorier les objectifs de l'adversaire, les assets ciblés par ces objectifs et les points d'entrée des assets. Une liste des menaces peut être établie en prenant en compte les attaques sur les points d'entrée destinées à prendre le contrôle des assets. Vous trouverez ci-après des listes d’exemples d'objectif, d'asset et de point d'entrée pour un périphérique IoT. Ces listes ne sont pas exhaustives et ont pour but de stimuler la réflexion.

Objectifs de l'adversaire

- Extorquer de l'argent
- Nuire à une réputation
- Falsifier des données
- Détourner des ressources
- Espionner une cible à distance
- Obtenir un accès physique à un site
- Provoquer de gros dégâts
- Instaurer la terreur

Ressources clés

- Clés privées
- Certificat de client
- Certificats racines d’autorité de certification
- Informations d'identification et jetons de sécurité
- Informations personnelles identifiables d’un client
- Implémentations de secrets commerciaux
- Données de capteur
- Magasin de données d'analyse dans le cloud
- Infrastructure cloud

Points d'entrée

- Réponse DHCP
- Réponse DNS
- MQTT via TLS
- Réponse HTTPS
- Image logicielle OTA
- Autre, tel que dicté par l'application, par exemple, USB
- Accès physique au bus
- Carte d'interface réseau délimitée

Portage de la bibliothèque d'interface cellulaire

FreeRTOS prend en charge les commandes AT d'une couche d'abstraction cellulaire déchargée par TCP. Pour plus d'informations, consultez la bibliothèque d'interfaces cellulaires et le portage de la bibliothèque d'interfaces cellulaires sur freertos.org.

Prérequis

Il n'existe aucune dépendance directe pour la bibliothèque de l'interface cellulaire. Cependant, dans la pile réseau FreeRTOS, Ethernet, Wi-Fi et cellulaire ne peuvent pas coexister. Les développeurs doivent donc choisir l'un d'entre eux à intégrer au. Portage de l'interface de transport réseau

> **Note**
>
> Si le module cellulaire est capable de prendre en charge le déchargement TLS ou ne prend pas en charge les commandes AT, les développeurs peuvent implémenter leur propre abstraction cellulaire pour l'intégrer au. Portage de l'interface de transport réseau

Migration de MQTT version 3 vers CoreMQTT

Ce guide de migration explique comment migrer des applications de MQTT vers CoreMQTT.

Migration de la version 1 vers la version 3 pour les applications OTA

Ce guide vous aidera à migrer votre application de la version 1 vers la version 3 de la bibliothèque OTA.

> **Note**
>
> La version 2 APIs de l'OTA est identique à la version 3 de l'OTA. Par conséquent APIs, si votre application utilise la version 2, APIs aucune modification n'est requise pour les appels d'API, mais nous vous recommandons d'intégrer la version 3 de la bibliothèque.

Les démos de la version 3 d'OTA sont disponibles ici :

- ota_demo_core_mqtt.
- ota_demo_core_http.
- ota_ble.

Résumé des modifications apportées à l'API

Résumé des modifications de l'API entre la version 1 et la version 3 de la bibliothèque OTA

API OTA version 1	API OTA version 3	Description des modifications
OTA_ AgentInit	OTA_Init	Les paramètres d'entrée sont modifiés ainsi que la valeur renvoyée par la fonction en raison des modifications apportées à l'implémentation dans OTA v3. Reportez-vous à la section relative à OTA_Init ci-dessous pour plus de détails.

API OTA version 1	API OTA version 3	Description des modifications
OTA_ AgentShutdown	OTA_Shutdown	Modification des paramètre s d'entrée, y compris un paramètre supplémentaire pour une désinscription facultative des sujets MQTT. Reportez-vous à la section relative à OTA_Shutdown ci-dessous pour plus de détails.
OTA_ GetAgentState	OTA_ GetState	Le nom de l'API est modifié sans modification du paramètre d'entrée. La valeur de retour est la même mais l'énumération et les membres sont renommés. Reportez-vous à la section OTA_ GetState ci-dessous pour plus de détails.
N/A	OTA_ GetStatistics	Ajout d'une nouvelle API qui remplace les APIs OTA_GetPacketsReceived, OTA_, OTA_GetPacketsQueu ed, OTA_. GetPacket sProcessed GetPacket sDropped Reportez-vous à la section OTA_ GetStatistics ci-dessous pour plus de détails.
OTA_ GetPacketsReceived	N/A	Cette API est supprimée de la version 3 et remplacée par OTA_GetStatistics.

API OTA version 1	API OTA version 3	Description des modifications
OTA_ GetPacketsQueued	N/A	Cette API est supprimée de la version 3 et remplacée par OTA_GetStatistics.
OTA_ GetPacketsProcessed	N/A	Cette API est supprimée de la version 3 et remplacée par OTA_GetStatistics.
OTA_ GetPacketsDropped	N/A	Cette API est supprimée de la version 3 et remplacée par OTA_GetStatistics.
OTA_ ActivateNewImage	OTA_ ActivateNewImage	Les paramètres d'entrée sont les mêmes mais le code d'erreur OTA renvoyé est renommé et de nouveaux codes d'erreur sont ajoutés dans la version 3 de la bibliothèque OTA. Veuillez consulter la section OTA_ ActivateNewImage pour plus de détails.
OTA_ SetImageState	OTA_ SetImageState	Les paramètres d'entrée sont identiques et renommés, le code d'erreur OTA de retour est renommé et de nouveaux codes d'erreur sont ajoutés dans la version 3 de la bibliothèque OTA. Veuillez consulter la section OTA_ SetImageState pour plus de détails.

API OTA version 1	API OTA version 3	Description des modifications
OTA_ GetImageState	OTA_ GetImageState	Les paramètres d'entrée sont les mêmes, l'énumération de retour est renommée dans la version 3 de la bibliothèque OTA. Veuillez consulter la section OTA_ GetImageState pour plus de détails.
OTA_Suspendre	OTA_Suspendre	Les paramètres d'entrée sont les mêmes, le code d'erreur OTA renvoyé est renommé et de nouveaux codes d'erreur sont ajoutés dans la version 3 de la bibliothèque OTA. Consultez la section relative à OTA_Suspend pour plus de détails.
OTA_CV	OTA_CV	Le paramètre d'entrée pour la connexion est supprimé lorsque la connexion est gérée dans la démo/application OTA, le code d'erreur OTA renvoyé est renommé et de nouveaux codes d'erreur sont ajoutés dans la version 3 de la bibliothèque OTA. Consultez la section relative à OTA_Resume pour plus de détails.

API OTA version 1	API OTA version 3	Description des modifications
OTA_ CheckForUpdate	OTA_ CheckForUpdate	Les paramètres d'entrée sont les mêmes, le code d'erreur OTA renvoyé est renommé et de nouveaux codes d'erreur sont ajoutés dans la version 3 de la bibliothèque OTA. Veuillez consulter la section OTA_ CheckForUpdate pour plus de détails.
N/A	OTA_ EventProcessingTask	Nouvelle API ajoutée et c'est la boucle d'événeme nts principale pour gérer les événements pour la mise à jour OTA et doit être appelée par la tâche de l'application. Veuillez consulter la section OTA_ EventProcessingTask pour plus de détails.
N/A	OTA_ SignalEvent	Une nouvelle API a été ajoutée et elle ajoute l'événement à la fin de la file d'attente des événements OTA et est utilisée par les modules OTA internes pour signaler la tâche de l'agent. Veuillez consulter la section OTA_ SignalEvent pour plus de détails.
N/A	Erreur OTA_ERR_STR	Nouvelle API pour la conversio n du code d'erreur en chaîne pour les erreurs OTA.

API OTA version 1	API OTA version 3	Description des modifications
N/A	Erreur OTA_ _str JobParse	Nouvelle API pour la conversion du code d'erreur en chaîne pour les erreurs de Job Parsing.
N/A	Erreur OTA_ _str OsStatus	Nouvelle API pour la conversion du code d'état en chaîne pour l'état du port du système d'exploitation OTA.
N/A	Erreur OTA_ _str PalStatus	Nouvelle API pour la conversion du code d'état en chaîne pour l'état du port PAL OTA.

Description des modifications requises

OTA_Init

Lors de l'initialisation de l'agent OTA dans la version 1, l'`OTA_AgentInit`API utilisée prend en entrée les paramètres du contexte de connexion, du nom de l'objet, du rappel complet et du délai d'expiration.

```
OTA_State_t OTA_AgentInit( void * pvConnectionContext,
                           const uint8_t * pucThingName,
                           pxOTACompleteCallback_t xFunc,
                           TickType_t xTicksToWait );
```

Cette API est désormais remplacée `OTA_Init` par des paramètres pour les tampons requis pour les interfaces ota, ota, le nom de l'objet et le rappel de l'application.

```
OtaErr_t OTA_Init( OtaAppBuffer_t * pOtaBuffer,
                   OtaInterfaces_t * pOtaInterfaces,
                   const uint8_t * pThingName,
                   OtaAppCallback OtaAppCallback );
```

Paramètres d'entrée supprimés -

pvConnectionContext -

Le contexte de connexion est supprimé car la version 3 de la bibliothèque OTA ne nécessite pas que le contexte de connexion lui soit transmis et les MQTT/HTTP opérations sont gérées par leurs interfaces respectives dans la démo/application OTA.

xTicksToAttendez -

Le paramètre ticks to wait est également supprimé lorsque la tâche est créée dans l'OTA demo/application avant d'appeler OTA_Init.

Paramètres d'entrée renommés -

XFunc -

Le paramètre est renommé en _t OtaAppCallback et son type est modifié en OtaAppCallback _t.

Nouveaux paramètres d'entrée -

pOtaBuffer

L'application doit allouer les tampons et les transmettre à la bibliothèque OTA à l'aide de la structure OtaAppBuffer _t lors de l'initialisation. Les tampons requis varient légèrement en fonction du protocole utilisé pour télécharger le fichier. Pour le protocole MQTT, les tampons pour le nom du flux sont requis et pour le protocole HTTP, les tampons pour l'URL pré-signée et le schéma d'autorisation sont requis.

Buffers requis lors de l'utilisation de MQTT pour le téléchargement de fichiers -

```
static OtaAppBuffer_t otaBuffer =
{
    .pUpdateFilePath    = updateFilePath,
    .updateFilePathsize = otaexampleMAX_FILE_PATH_SIZE,
    .pCertFilePath      = certFilePath,
    .certFilePathSize   = otaexampleMAX_FILE_PATH_SIZE,
    .pStreamName        = streamName,
    .streamNameSize     = otaexampleMAX_STREAM_NAME_SIZE,
    .pDecodeMemory      = decodeMem,
    .decodeMemorySize   = ( 1U << otaconfigLOG2_FILE_BLOCK_SIZE ),
    .pFileBitmap        = bitmap,
    .fileBitmapSize     = OTA_MAX_BLOCK_BITMAP_SIZE
};
```

Buffers requis lors de l'utilisation du protocole HTTP pour le téléchargement de fichiers -

```
static OtaAppBuffer_t otaBuffer =
{
    .pUpdateFilePath    = updateFilePath,
    .updateFilePathsize = otaexampleMAX_FILE_PATH_SIZE,
    .pCertFilePath      = certFilePath,
    .certFilePathSize   = otaexampleMAX_FILE_PATH_SIZE,
    .pDecodeMemory      = decodeMem,
    .decodeMemorySize   = ( 1U << otaconfigLOG2_FILE_BLOCK_SIZE ),
    .pFileBitmap        = bitmap,
    .fileBitmapSize     = OTA_MAX_BLOCK_BITMAP_SIZE,
    .pUrl               = updateUrl,
    .urlSize            = OTA_MAX_URL_SIZE,
    .pAuthScheme        = authScheme,
    .authSchemeSize     = OTA_MAX_AUTH_SCHEME_SIZE
};
```

Où -

```
    pUpdateFilePath    Path to store the files.
    updateFilePathsize Maximum size of the file path.
    pCertFilePath      Path to certificate file.
    certFilePathSize   Maximum size of the certificate file path.
    pStreamName        Name of stream to download the files.
    streamNameSize     Maximum size of the stream name.
    pDecodeMemory      Place to store the decoded files.
    decodeMemorySize   Maximum size of the decoded files buffer.
    pFileBitmap        Bitmap of the parameters received.
    fileBitmapSize     Maximum size of the bitmap.
    pUrl               Presigned url to download files from S3.
    urlSize            Maximum size of the URL.
    pAuthScheme        Authentication scheme used to validate download.
    authSchemeSize     Maximum size of the auth scheme.
```

pOtaInterfaces

Le deuxième paramètre d'entrée d'OTA_Init est une référence aux interfaces OTA pour le type _t. OtaInterfaces Cet ensemble d'interfaces doit être transmis à la bibliothèque OTA et inclut dans l'interface du système d'exploitation l'interface MQTT, l'interface HTTP et l'interface de la couche d'abstraction de la plate-forme.

Interface du système d'exploitation OTA

L'interface fonctionnelle du système d'exploitation OTA est un ensemble APIs qui doit être implémenté pour que l'appareil puisse utiliser la bibliothèque OTA. Les implémentations de fonctions pour cette interface sont fournies à la bibliothèque OTA dans l'application utilisateur. La bibliothèque OTA appelle les implémentations de fonctions pour exécuter des fonctionnalités généralement fournies par un système d'exploitation. Cela inclut la gestion des événements, des minuteries et de l'allocation de mémoire. Les implémentations pour FreeRTOS et POSIX sont fournies avec la bibliothèque OTA.

Exemple pour FreeRTOS utilisant le port FreeRTOS fourni -

```
OtaInterfaces_t otaInterfaces;
otaInterfaces.os.event.init   = OtaInitEvent_FreeRTOS;
otaInterfaces.os.event.send   = OtaSendEvent_FreeRTOS;
otaInterfaces.os.event.recv   = OtaReceiveEvent_FreeRTOS;
otaInterfaces.os.event.deinit = OtaDeinitEvent_FreeRTOS;
otaInterfaces.os.timer.start  = OtaStartTimer_FreeRTOS;
otaInterfaces.os.timer.stop   = OtaStopTimer_FreeRTOS;
otaInterfaces.os.timer.delete = OtaDeleteTimer_FreeRTOS;
otaInterfaces.os.mem.malloc   = Malloc_FreeRTOS;
otaInterfaces.os.mem.free     = Free_FreeRTOS;
```

Exemple pour Linux utilisant le port POSIX fourni -

```
OtaInterfaces_t otaInterfaces;
otaInterfaces.os.event.init    = Posix_OtaInitEvent;
otaInterfaces.os.event.send    = Posix_OtaSendEvent;
otaInterfaces.os.event.recv    = Posix_OtaReceiveEvent;
otaInterfaces.os.event.deinit  = Posix_OtaDeinitEvent;
otaInterfaces.os.timer.start   = Posix_OtaStartTimer;
otaInterfaces.os.timer.stop    = Posix_OtaStopTimer;
otaInterfaces.os.timer.delete  = Posix_OtaDeleteTimer;
otaInterfaces.os.mem.malloc    = STDC_Malloc;
otaInterfaces.os.mem.free      = STDC_Free;
```

Interface MQTT

L'interface OTA MQTT est un ensemble APIs qui doit être implémenté dans une bibliothèque pour permettre à la bibliothèque OTA de télécharger un bloc de fichiers depuis un service de streaming.

Exemple d'utilisation de l'agent CoreMQTT issu APIs de la démo OTA over MQTT -

```
OtaInterfaces_t otaInterfaces;
otaInterfaces.mqtt.subscribe = prvMqttSubscribe;
otaInterfaces.mqtt.publish = prvMqttPublish;
otaInterfaces.mqtt.unsubscribe = prvMqttUnSubscribe;
```

Interface HTTP

L'interface HTTP OTA est un ensemble APIs qui doit être implémenté dans une bibliothèque pour permettre à la bibliothèque OTA de télécharger un bloc de fichiers en se connectant à une URL pré-signée et en récupérant des blocs de données. Elle est facultative, sauf si vous configurez la bibliothèque OTA pour qu'elle soit téléchargée à partir d'une URL pré-signée au lieu d'un service de streaming.

Exemple d'utilisation du CoreHTTP APIs de la démo OTA sur HTTP -

```
OtaInterfaces_t otaInterfaces;
otaInterfaces.http.init = httpInit;
otaInterfaces.http.request = httpRequest;
otaInterfaces.http.deinit = httpDeinit;
```

Interface PAL OTA

L'interface OTA PAL est un ensemble APIs qui doit être implémenté pour que l'appareil puisse utiliser la bibliothèque OTA. L'implémentation spécifique à l'appareil pour l'OTA PAL est fournie à la bibliothèque dans l'application utilisateur. Ces fonctions sont utilisées par la bibliothèque pour stocker, gérer et authentifier les téléchargements.

```
  OtaInterfaces_t otaInterfaces;
  otaInterfaces.pal.getPlatformImageState = otaPal_GetPlatformImageState;
  otaInterfaces.pal.setPlatformImageState = otaPal_SetPlatformImageState;
  otaInterfaces.pal.writeBlock = otaPal_WriteBlock;
  otaInterfaces.pal.activate = otaPal_ActivateNewImage;
  otaInterfaces.pal.closeFile = otaPal_CloseFile;
  otaInterfaces.pal.reset = otaPal_ResetDevice;
  otaInterfaces.pal.abort = otaPal_Abort;
  otaInterfaces.pal.createFile = otaPal_CreateFileForRx;
```

Changements en retour -

Le retour passe de l'état de l'agent OTA au code d'erreur OTA. Reportez-vous à la AWS IoT Over-the-air mise à jour v3.0.0 : OtaErr _t.

OTA_Shutdown

Dans la version 1 de la bibliothèque OTA, l'API utilisée pour arrêter l'agent OTA était OTA_, AgentShutdown qui est désormais remplacée par OTA_Shutdown avec les modifications des paramètres d'entrée.

Arrêt de l'agent OTA (version 1)

```
OTA_State_t OTA_AgentShutdown( TickType_t xTicksToWait );
```

Arrêt de l'agent OTA (version 3)

```
OtaState_t OTA_Shutdown( uint32_t ticksToWait,
                         uint8_t unsubscribeFlag );
```

ticksToWait -

Le nombre de clics nécessaires pour attendre que l'agent OTA termine le processus d'arrêt. Si ce paramètre est réglé sur zéro, la fonction revient immédiatement sans attendre. L'état réel est renvoyé à l'appelant. L'agent ne dort pas pendant cette période, mais il est utilisé pour les opérations en boucle.

Nouveau paramètre d'entrée -

Drapeau de désabonnement -

Indicateur pour indiquer si les opérations de désabonnement doivent être effectuées à partir des sujets de travail lorsque l'arrêt est appelé. Si l'indicateur est 0, les opérations de désabonnement ne sont pas requises pour les sujets de travail. Si l'application doit être désabonnée des sujets de travail, cet indicateur doit être défini sur 1 lorsque vous appelez OTA_Shutdown.

Changements en retour -

OtaState_t -

L'énumération de l'état de l'agent OTA et de ses membres est renommée. Reportez-vous à la AWS IoT Over-the-air mise à jour v3.0.0.

OTA_ GetState

Le nom de l'API passe de OTA_ AgentGetState à OTA_. GetState

Arrêt de l'agent OTA (version 1)

```
OTA_State_t OTA_GetAgentState( void );
```

Arrêt de l'agent OTA (version 3)

```
OtaState_t OTA_GetState( void );
```

Changements en retour -

OtaState_t -

L'énumération de l'état de l'agent OTA et de ses membres est renommée. Reportez-vous à la AWS IoT Over-the-air mise à jour v3.0.0.

OTA_ GetStatistics

Nouvelle API unique ajoutée pour les statistiques. Il remplace les APIs OTA_GetPacketsReceived, OTA_, OTA_GetPacketsQueued, OTA_. GetPacketsProcessed GetPacketsDropped De plus, dans la version 3 de la bibliothèque OTA, les numéros de statistiques sont uniquement liés à la tâche en cours.

Bibliothèque OTA version 1

```
uint32_t OTA_GetPacketsReceived( void );
uint32_t OTA_GetPacketsQueued( void );
uint32_t OTA_GetPacketsProcessed( void );
uint32_t OTA_GetPacketsDropped( void );
```

Bibliothèque OTA version 3

```
OtaErr_t OTA_GetStatistics( OtaAgentStatistics_t * pStatistics );
```

Statistiques -

Paramètre d'entrée/sortie pour les données statistiques telles que les paquets reçus, déposés, mis en file d'attente et traités pour le travail en cours.

Paramètre de sortie -

Code d'erreur OTA.

Exemple d'utilisation -

```
OtaAgentStatistics_t otaStatistics = { 0 };
OTA_GetStatistics( &otaStatistics );
LogInfo( ( " Received: %u   Queued: %u   Processed: %u   Dropped: %u",
                           otaStatistics.otaPacketsReceived,
                           otaStatistics.otaPacketsQueued,
                           otaStatistics.otaPacketsProcessed,
                           otaStatistics.otaPacketsDropped ) );
```

OTA_ ActivateNewImage

Les paramètres d'entrée sont les mêmes mais le code d'erreur OTA renvoyé est renommé et de nouveaux codes d'erreur sont ajoutés dans la version 3 de la bibliothèque OTA.

Bibliothèque OTA version 1

```
OTA_Err_t OTA_ActivateNewImage( void );
```

Bibliothèque OTA version 3

```
OtaErr_t OTA_ActivateNewImage( void );
```

L'énumération du code d'erreur OTA de retour est modifiée et de nouveaux codes d'erreur sont ajoutés. Reportez-vous à la AWS IoT Over-the-air mise à jour v3.0.0 : OtaErr _t.

Exemple d'utilisation -

```
OtaErr_t otaErr = OtaErrNone;
otaErr = OTA_ActivateNewImage();
/* Handle error */
```

OTA_ SetImageState

Les paramètres d'entrée sont identiques et renommés, le code d'erreur OTA de retour est renommé et de nouveaux codes d'erreur sont ajoutés dans la version 3 de la bibliothèque OTA.

Bibliothèque OTA version 1

```
OTA_Err_t OTA_SetImageState( OTA_ImageState_t eState );
```

Bibliothèque OTA version 3

```
OtaErr_t OTA_SetImageState( OtaImageState_t state );
```

Le paramètre d'entrée est renommé en OtaImageState _t. Reportez-vous à la AWS IoT Over-the-air mise à jour v3.0.0.

L'énumération du code d'erreur OTA de retour est modifiée et de nouveaux codes d'erreur sont ajoutés. Reportez-vous à la AWS IoT Over-the-air mise à jour v3.0.0/ OtaErr_t.

Exemple d'utilisation -

```
OtaErr_t otaErr = OtaErrNone;
otaErr = OTA_SetImageState( OtaImageStateAccepted );
/* Handle error */
```

OTA_ GetImageState

Les paramètres d'entrée sont les mêmes, l'énumération de retour est renommée dans la version 3 de la bibliothèque OTA.

Bibliothèque OTA version 1

```
OTA_ImageState_t OTA_GetImageState( void );
```

Bibliothèque OTA version 3

```
OtaImageState_t OTA_GetImageState( void );
```

L'énumération de retour est renommée en OtaImageState _t. Reportez-vous à la AWS IoT Over-the-air mise à jour v3.0.0 : OtaImageState _t.

Exemple d'utilisation -

```
OtaImageState_t imageState;
imageState = OTA_GetImageState();
```

OTA_Suspendre

Les paramètres d'entrée sont les mêmes, le code d'erreur OTA renvoyé est renommé et de nouveaux codes d'erreur sont ajoutés dans la version 3 de la bibliothèque OTA.

Bibliothèque OTA version 1

```
OTA_Err_t OTA_Suspend( void );
```

Bibliothèque OTA version 3

```
OtaErr_t OTA_Suspend( void );
```

L'énumération du code d'erreur OTA de retour est modifiée et de nouveaux codes d'erreur sont ajoutés. Reportez-vous à la AWS IoT Over-the-air mise à jour v3.0.0 : OtaErr _t.

Exemple d'utilisation -

```
OtaErr_t xOtaError = OtaErrUninitialized;
xOtaError = OTA_Suspend();
/* Handle error */
```

OTA_CV

Le paramètre d'entrée pour la connexion est supprimé lorsque la connexion est gérée dans la démo/application OTA, le code d'erreur OTA renvoyé est renommé et de nouveaux codes d'erreur sont ajoutés dans la version 3 de la bibliothèque OTA.

Bibliothèque OTA version 1

```
OTA_Err_t OTA_Resume( void * pxConnection );
```

Bibliothèque OTA version 3

```
OtaErr_t OTA_Resume( void );
```

L'énumération du code d'erreur OTA de retour est modifiée et de nouveaux codes d'erreur sont ajoutés. Reportez-vous à la AWS IoT Over-the-air mise à jour v3.0.0 : OtaErr _t.

Exemple d'utilisation -

```
OtaErr_t xOtaError = OtaErrUninitialized;
xOtaError = OTA_Resume();
/* Handle error */
```

OTA_ CheckForUpdate

Les paramètres d'entrée sont les mêmes, le code d'erreur OTA renvoyé est renommé et de nouveaux codes d'erreur sont ajoutés dans la version 3 de la bibliothèque OTA.

Bibliothèque OTA version 1

```
OTA_Err_t OTA_CheckForUpdate( void );
```

Bibliothèque OTA version 3

```
OtaErr_t OTA_CheckForUpdate( void )
```

L'énumération du code d'erreur OTA de retour est modifiée et de nouveaux codes d'erreur sont ajoutés. Reportez-vous à la AWS IoT Over-the-air mise à jour v3.0.0 : OtaErr _t.

OTA_ EventProcessingTask

Il s'agit d'une nouvelle API et de la principale boucle d'événements permettant de gérer les événements liés aux mises à jour OTA. Il doit être appelé par la tâche d'application. Cette boucle continuera à gérer et à exécuter les événements reçus pour OTA Update jusqu'à ce que cette tâche soit interrompue par l'application.

Bibliothèque OTA version 3

```
void OTA_EventProcessingTask( void * pUnused );
```

Exemple pour FreeRTOS -

```
/* Create FreeRTOS task*/
xTaskCreate( prvOTAAgentTask,
             "OTA Agent Task",
             otaexampleAGENT_TASK_STACK_SIZE,
             NULL,
             otaexampleAGENT_TASK_PRIORITY,
             NULL );

/* Call OTA_EventProcessingTask from the task */
static void prvOTAAgentTask( void * pParam )
{
    /* Calling OTA agent task. */
    OTA_EventProcessingTask( pParam );
    LogInfo( ( "OTA Agent stopped." ) );

    /* Delete the task as it is no longer required. */
    vTaskDelete( NULL );
}
```

Exemple pour POSIX -

```
/* Create posix thread.*/
if( pthread_create( &threadHandle, NULL, otaThread, NULL ) != 0 )
{
    LogError( ( "Failed to create OTA thread: "
                ",errno=%s",
                strerror( errno ) ) );

   /* Handle error. */
}

/* Call OTA_EventProcessingTask from the thread.*/
static void * otaThread( void * pParam )
{
    /* Calling OTA agent task. */
    OTA_EventProcessingTask( pParam );
    LogInfo( ( "OTA Agent stopped." ) );
```

```
    return NULL;
}
```

OTA_ SignalEvent

Il s'agit d'une nouvelle API qui ajoute l'événement à la fin de la file d'attente d'événements et qui est également utilisée par les modules OTA internes pour signaler la tâche de l'agent.

Bibliothèque OTA version 3

```
bool OTA_SignalEvent( const OtaEventMsg_t * const pEventMsg );
```

Exemple d'utilisation -

```
OtaEventMsg_t xEventMsg = { 0 };
xEventMsg.eventId = OtaAgentEventStart;
( void ) OTA_SignalEvent( &xEventMsg );
```

Intégration de la bibliothèque OTA en tant que sous-module dans votre application

Si vous souhaitez intégrer la bibliothèque OTA dans votre propre application, vous pouvez utiliser la commande git submodule. Les sous-modules Git vous permettent de conserver un dépôt Git en tant que sous-répertoire d'un autre dépôt Git. La version 3 de la bibliothèque OTA est maintenue dans le référentiel ota-for-aws-iot-embedded-sdk.

```
git submodule add https://github.com/aws/ota-for-aws-iot-embedded-
sdk.git destination_folder
```

```
git commit -m "Added the OTA Library as submodule to the project."
```

```
git push
```

Pour plus d'informations, consultez la section Intégration de l'agent OTA dans votre application dans le Guide de l'utilisateur de FreeRTOS.

Références

- OTAv1.
- OTAv3.

Migration de la version 1 vers la version 3 pour le port PAL OTA

La bibliothèque Over-the-air des mises à jour a apporté quelques modifications à la structure des dossiers et au placement des configurations requises par la bibliothèque et les applications de démonstration. Pour que les applications OTA conçues pour fonctionner avec la version v1.2.0 puissent migrer vers la version 3.0.0 de la bibliothèque, vous devez mettre à jour les signatures des fonctions du port PAL et inclure des fichiers de configuration supplémentaires, comme décrit dans ce guide de migration.

Modifications apportées à OTA PAL

- Le nom du répertoire du port PAL OTA a été mis à jour de `ota` à`ota_pal_for_aws`. Ce dossier doit contenir 2 fichiers : `ota_pal.c` et`ota_pal.h`. Le fichier d'en-tête PAL `libraries/freertos_plus/aws/ota/src/aws_iot_ota_pal.h` a été supprimé de la bibliothèque OTA et doit être défini dans le port.
- Les codes de retour (`OTA_Err_t`) sont traduits en une énumération`OTAMainStatus_t`. Reportez-vous à ota_platform_interface.h pour les codes de retour traduits. Des macros auxiliaires sont également fournies pour combiner, `OtaPalMainStatus` `OtaPalSubStatus` coder `OtaPalStatus` et `OtaMainStatus` extraire des données similaires.
- Connexion au PAL
  - Suppression de la `DEFINE_OTA_METHOD_NAME` macro.
  - Plus tôt :`OTA_LOG_L1( "[%s] Receive file created.\r\n", OTA_METHOD_NAME );`.
  - Mise à jour : `LogInfo(( "Receive file created."));` utilisez `LogDebug` `LogWarn` et `LogError` pour le journal approprié.
- Variable `cOTA_JSON_FileSignatureKey` modifiée en`OTA_JsonFileSignatureKey`.

Fonctions

Les signatures de fonction sont définies dans `ota_pal.h` et commencent par le préfixe `otaPal` au lieu de`prvPAL`.

> **Note**
>
> Le nom exact du PAL est techniquement ouvert, mais pour être compatible avec les tests de qualification, le nom doit être conforme à ceux spécifiés ci-dessous.

- Version 1 : `OTA_Err_t prvPAL_CreateFileForRx( OTA_FileContext_t * const *C* );`

  Version 3 : `OtaPalStatus_t otaPal_CreateFileForRx( OtaFileContext_t * const *pFileContext* );`

  Remarques : Créez un nouveau fichier de réception pour les blocs de données au fur et à mesure de leur arrivée.

- Version 1 : `int16_t prvPAL_WriteBlock( OTA_FileContext_t * const C, uint32_t ulOffset, uint8_t * const pcData, uint32_t ulBlockSize );`

  Version 3 : `int16_t otaPal_WriteBlock( OtaFileContext_t * const pFileContext, uint32_t ulOffset, uint8_t * const pData, uint32_t ulBlockSize );`

  Remarques : Ecrivez un bloc de données dans le fichier spécifié au décalage indiqué.

- Version 1 : `OTA_Err_t prvPAL_ActivateNewImage( void );`

  Version 3 : `OtaPalStatus_t otaPal_ActivateNewImage( OtaFileContext_t * const *pFileContext* );`

  Remarques : Activez la dernière image du microcontrôleur reçue via OTA.

- Version 1 : `OTA_Err_t prvPAL_ResetDevice( void );`

  Version 3 : `OtaPalStatus_t otaPal_ResetDevice( OtaFileContext_t * const *pFileContext* );`

  Remarques : Réinitialisez l'appareil.

- Version 1 : `OTA_Err_t prvPAL_CloseFile( OTA_FileContext_t * const *C* );`

  Version 3 : `OtaPalStatus_t otaPal_CloseFile( OtaFileContext_t * const *pFileContext* );`

Remarques : Authentifiez et fermez le fichier de réception sous-jacent dans le contexte OTA spécifié.

- Version 1 : `OTA_Err_t prvPAL_Abort( OTA_FileContext_t * const *C* );`

  Version 3 : `OtaPalStatus_t otaPal_Abort( OtaFileContext_t * const *pFileContext* );`

  Remarques : Arrêtez un transfert OTA.

- Version 1 : `OTA_Err_t prvPAL_SetPlatformImageState( OTA_ImageState_t *eState* );`

  Version 3 : `OtaPalStatus_t otaPal_SetPlatformImageState( OtaFileContext_t * const pFileContext, OtaImageState_t eState );`

  Remarques : Essayez de définir l'état de l'image de mise à jour OTA.

- Version 1 : `OTA_PAL_ImageState_t prvPAL_GetPlatformImageState( void );`

  Version 3 : `OtaPalImageState_t otaPal_GetPlatformImageState( OtaFileContext_t * const *pFileContext* );`

  Remarques : Obtenez l'état de l'image de mise à jour OTA.

Les types de données

- Version 1 : `OTA_PAL_ImageState_t`

  Dossier : `aws_iot_ota_agent.h`

  Version 3 : `OtaPalImageState_t`

  Dossier : `ota_private.h`

  Remarques : État de l'image défini par l'implémentation de la plate-forme.

- Version 1 : `OTA_Err_t`

  Dossier : `aws_iot_ota_agent.h`

  Version 3 : `OtaErr_t OtaPalStatus_t (combination of OtaPalMainStatus_t and OtaPalSubStatus_t)`

Fichier :`ota.h`, `ota_platform_interface.h`

Remarques : v1 : il s'agissait de macros définissant un entier non signé de 32. v3 : énumération spécialisée représentant le type d'erreur et associée à un code d'erreur.

- Version 1 : `OTA_FileContext_t`

  Dossier : `aws_iot_ota_agent.h`

  Version 3 : `OtaFileContext_t`

  Dossier : `ota_private.h`

  Remarques : v1 : contient une énumération et des tampons pour les données. v3 : contient des variables de longueur de données supplémentaires.
- Version 1 : `OTA_ImageState_t`

  Dossier : `aws_iot_ota_agent.h`

  Version 3 : `OtaImageState_t`

  Dossier : `ota_private.h`

  Remarques : états des images OTA

Configuration changes

Le fichier `aws_ota_agent_config.h` a été renommé en `ota_config.h`ce sens que les gardes d'inclusion passent de `_AWS_OTA_AGENT_CONFIG_H_` à`OTA_CONFIG_H_`.

- Le fichier `aws_ota_codesigner_certificate.h` a été supprimé.
- Inclut la nouvelle pile de journalisation pour imprimer les messages de débogage :

```
/************************************************/
/******* DO NOT CHANGE the following order ********/
/************************************************/

/* Logging related header files are required to be included in the following order:
 * 1. Include the header file "logging_levels.h".
 * 2. Define LIBRARY_LOG_NAME and  LIBRARY_LOG_LEVEL.
 * 3. Include the header file "logging_stack.h".
```

```
 */

/* Include header that defines log levels. */
#include "logging_levels.h"

/* Configure name and log level for the OTA library. */
#ifndef LIBRARY_LOG_NAME
    #define LIBRARY_LOG_NAME     "OTA"
#endif
#ifndef LIBRARY_LOG_LEVEL
    #define LIBRARY_LOG_LEVEL    LOG_INFO
#endif

#include "logging_stack.h"

/************ End of logging configuration ***************/
```

- Ajout de la configuration constante :

```
/** * @brief Size of the file data block message (excluding the header). */
#define otaconfigFILE_BLOCK_SIZE ( 1UL << otaconfigLOG2_FILE_BLOCK_SIZE )
```

Nouveau fichier : **ota_demo_config.h**contient les configurations requises par la démo OTA, telles que le certificat de signature de code et la version de l'application.

- `signingcredentialSIGNING_CERTIFICATE_PEM`qui a été défini dans `demos/include/aws_ota_codesigner_certificate.h` a été déplacé vers `ota_demo_config.h` as `otapalconfigCODE_SIGNING_CERTIFICATE` et est accessible à partir des fichiers PAL sous la forme suivante :

  ```
  static const char codeSigningCertificatePEM[] = otapalconfigCODE_SIGNING_CERTIFICATE;
  ```

  Le fichier `aws_ota_codesigner_certificate.h` a été supprimé.

- Les macros `APP_VERSION_BUILDAPP_VERSION_MINOR`, `APP_VERSION_MAJOR` ont été ajoutées à`ota_demo_config.h`. Les anciens fichiers contenant les informations de version ont été supprimés, par exemple `tests/include/aws_application_version.hlibraries/c_sdk/standard/common/include/iot_appversion32.h`,`demos/demo_runner/aws_demo_version.c`.

Modifications apportées aux tests OTA PAL

- Suppression du groupe de test « Full_OTA_Agent » ainsi que de tous les fichiers associés. Ce groupe de test était auparavant requis pour la qualification. Ces tests concernaient la bibliothèque OTA et ne concernaient pas spécifiquement le port PAL OTA. La bibliothèque OTA dispose désormais d'une couverture complète des tests hébergée dans le référentiel OTA, de sorte que ce groupe de test n'est plus nécessaire.
- Suppression des groupes de test « Full_OTA_CBOR » et « Quarantine_OTA_CBOR » ainsi que de tous les fichiers associés. Ces tests ne faisaient pas partie des tests de qualification. Les fonctionnalités couvertes par ces tests sont actuellement testées dans le référentiel OTA.
- Déplacement des fichiers de test du répertoire de la bibliothèque vers le `tests/integration_tests/ota_pal` répertoire.
- Mise à jour des tests de qualification OTA PAL pour utiliser la version 3.0.0 de l'API de bibliothèque OTA.
- Mise à jour de la façon dont les tests OTA PAL accèdent au certificat de signature de code pour les tests. Auparavant, il existait un fichier d'en-tête dédié pour les informations d'identification de code. Ce n'est plus le cas pour la nouvelle version de la bibliothèque. Le code de test s'attend à ce que cette variable soit définie dans`ota_pal.c`. La valeur est attribuée à une macro définie dans le fichier de configuration OTA spécifique à la plate-forme.

Liste de contrôle

Utilisez cette liste de contrôle pour vous assurer de suivre les étapes requises pour la migration :

- Mettez à jour le nom du dossier du port ota pal de `ota` à`ota_pal_for_aws`.
- Ajoutez le fichier `ota_pal.h` avec les fonctions mentionnées ci-dessus. Pour un exemple de `ota_pal.h` fichier, voir GitHub.
- Ajoutez les fichiers de configuration :
  - Changez le nom du fichier `aws_ota_agent_config.h` en (ou créez)`ota_config.h`.
    - Ajoutez :

      ```
      otaconfigFILE_BLOCK_SIZE ( 1UL << otaconfigLOG2_FILE_BLOCK_SIZE )
      ```

    - Inclure :

```
#include "ota_demo_config.h"
```

  - Copiez les fichiers ci-dessus `aws_test config` dans le dossier et remplacez les inclusions de `ota_demo_config.h` par`aws_test_ota_config.h`.
  - Ajoutez un `ota_demo_config.h` fichier.
  - Ajoutez un `aws_test_ota_config.h` fichier.
- Apportez les modifications suivantes à `ota_pal.c` :
  - Mettez à jour les inclusions avec les derniers noms de fichiers de bibliothèque OTA.
  - Supprimez la macro `DEFINE_OTA_METHOD_NAME`.
  - Mettez à jour les signatures des fonctions OTA PAL.
  - Mettez à jour le nom de la variable de contexte du fichier de `C` à`pFileContext`.
  - Mettez à jour la `OTA_FileContext_t` structure et toutes les variables associées.
  - Mettre à jour `cOTA_JSON_FileSignatureKey` vers`OTA_JsonFileSignatureKey`.
  - Mettez à jour les `Ota_ImageState_t` types `OTA_PAL_ImageState_t` et.
  - Mettez à jour le type et les valeurs d'erreur.
  - Mettez à jour les macros d'impression pour utiliser la pile de journalisation.
  - Mettez à jour le `signingcredential`SIGNING_CERTIFICATE_PEM à être`otapalconfig`CODE_SIGNING_CERTIFICATE.
  - Commentaires sur `otaPal_CheckFileSignature` les mises à jour et les `otaPal_ReadAndAssumeCertificate` fonctions.
- Mettez à jour le `CMakeLists.txt`fichier.
- Mettez à jour les projets IDE.

Historique du document

Le tableau suivant décrit l'historique de la documentation du guide de portage pour FreeRTOS et du guide de qualification pour FreeRTOS.

Date	Version de la documentation	Historique des modifications	Version FreeRTOS
mai 2022	Guide de portage de FreeRTOS Guide de qualification pour FreeRTOS	• Mise à jour des tests existants, ajout de nouveaux tests et suppression des tests redondants basés sur les bibliothèques FreeRTOS Long Term Support (LTS). Pour plus d'informations, consultez les tests d'intégration des bibliothèques FreeRTOS 202205.00 sur. GitHub • Mis à jour Organigramme de portage de FreeRTOS. • Ajout d'un nouveauPortage de l'interface de transport réseau. • Portage de la bibliothèque de	202012.04-LTS 202112,00

Date	Version de la documentation	Historique des modifications	Version FreeRTOS
		mise à jour AWS IoT over-the-air (OTA)est désormais obligatoire pour la qualification. • Suppression du Wi-Fi et du guide de portage de l'abstraction TLS, car il n'est plus nécessaire. • Consultez les dernières modifications pour plus d'informations sur la qualification FreeRTOS.	
juillet 2021	202107.00 (Guide de portage) 202107.00 (Guide de qualification)	• Version 202107.00 • Modifié Portage de la bibliothèque de mise à jour AWS IoT over-the-air (OTA) • Ajout de Migration de la version 1 vers la version 3 pour les applications OTA. • Ajout de Migration de la version 1 vers la version 3 pour le port PAL OTA.	202107,00

Date	Version de la documentation	Historique des modifications	Version FreeRTOS
décembre 2020	202012.00 (Guide de portage) 202012.00 (Guide de qualification)	• Version 202012.00 • Ajout de Configuration de la bibliothèque CoreHTTP. • Ajout de Portage de la bibliothèque d'interface cellulaire.	202012,00
novembre 2020	202011.00 (Guide de portage) 202011.00 (Guide de qualification)	• Version 202011.00 • Ajout de Configuration de la bibliothèque CoreMQTT.	202011,00
juillet 2020	202007.00 (Guide de portage) 202007.00 (Guide de qualification)	• Version 202007.00	202007,00
18 février 2020	202002.00 (Manuel de portage) 202002.00 (Manuel de qualification)	• Version 202002.00 • Amazon FreeRTOS est désormais FreeRTOS	202002.00
17 décembre 2019	201912.00 (Manuel de portage) 201912.00 (Manuel de qualification)	• Version 201912.00 • Ajout du portage des bibliothèques d'E/S communes.	201912.00

Date	Version de la documentation	Historique des modifications	Version FreeRTOS
29 octobre 2019	201910.00 (Manuel de portage) 201910.00 (Manuel de qualification)	• Version 201910.00 • Mise à jour des informations sur le portage du générateur de nombres aléatoires.	201910.00
26 août 2019	201908.00 (Manuel de portage) 201908.00 (Manuel de qualification)	• Version 201908.00 • Ajouté : Configuration de la bibliothè que cliente HTTPS pour les tests Mise à jour d'Portage de la PKCS11 bibliothè que principale	201908.00
17 juin 2019	201906.00 (Guide de portage) 201906.00 (Guide de qualification)	• Version 201906.00 • Mise à jour de la structure de répertoire	201906.00 Majeure
21 mai 2019	1.4.8 (Porting Guide) 1.4.8 (Qualification Guide)	• La documentation de portage a été déplacée vers le Guide de portage de FreeRTOS • La documentation de qualification a été déplacée vers le guide de qualification FreeRTOS	1.4.8

Date	Version de la documentation	Historique des modifications	Version FreeRTOS
25 février 2019	1.1.6	• Suppression des instructions de téléchargement et de configuration dans l'annexe Modèle de guide de démarrage (page 84)	1.4.5 1.4.6 1.4.7
27 décembre 2018	1.1.5	• Liste de contrôle mise à jour pour l'annexe de qualification avec CMake exigence (page 70)	1.4.5 1.4.6
12 décembre 2018	1.1.4	• Ajout des instructions de portage lwIP à l'annexe sur le portage TCP/IP (page 31)	1.4.5

Date	Version de la documentation	Historique des modifications	Version FreeRTOS
26 novembre 2018	1.1.3	• Ajout de l'annexe sur le portage de Bluetooth Low Energy (page 52) • Ajout AWS IoT d'un testeur de périphériques pour les informations de test FreeRTOS dans tout le document • Ajout d' CMake un lien vers les informations à répertorier dans l'annexe de la console FreeRTOS (page 85)	1.4.4

Date	Version de la documentation	Historique des modifications	Version FreeRTOS
7 novembre 2018	1.1.2	• Mise à jour des instructions de portage de l'interface PKCS #11 PAL dans l'annexe sur le portage de PKCS #11 (page 38) • Mise à jour du chemin d'accès à `CertificateConfigurator.html` (page 76) • Mise à jour de l'annexe Modèle de guide de démarrage (page 80)	1.4.3

Date	Version de la documentation	Historique des modifications	Version FreeRTOS
8 octobre 2018	1.1.1	• Ajout d'une nouvelle colonne « Obligatoire pour AFQP » dans la table de configuration de test `aws_test_runner_config.h` (page 16) • Mise à jour du chemin de répertoire du module Unity dans la section Créer le projet de test (page 14) • Mise à jour du graphique « Ordre de portage recommandé » (page 22) • Mise à jour du certificat de client et des noms de variables clés dans l'annexe sur TLS, configuration de test (page 40) • Modification des chemins de fichier dans l'annexe sur le portage de Secure Sockets, configuration de	1.4.2

Date	Version de la documentation	Historique des modifications	Version FreeRTOS
		test (page 34), l'annexe sur le portage TLS, configuration de test (page 40) et l'annexe sur la configuration de serveur TLS (page 57)	
27 août 2018	1.1.0	• Ajout de l'annexe sur le portage des mises à jour OTA (page 47) • Ajout de l'annexe sur le portage de chargeurs de démarrage (page 51)	1.4.0 1.4.1

Date	Version de la documentation	Historique des modifications	Version FreeRTOS
9 août 2018	1.0.1	• Mise à jour du graphique « Ordre de portage recommandé » (page 22) • Mise à jour de l'annexe sur le portage PKCS #11 (page 36) • Modification des chemins de fichier dans l'annexe sur le portage TLS, configuration de test (page 40) et l'annexe sur la configuration de serveur TLS, étape 9 (page 51) • Résolution des problèmes de liens hypertextes dans l'annexe sur le portage MQTT, Prérequis (page 45) • Ajout d'instructions de AWS CLI configuration aux exemples de l'annexe Instructions pour créer un BYOC (page 57)	1.3.1 1.3.2

Date	Version de la documentation	Historique des modifications	Version FreeRTOS
31 juillet 2018	1.0.0	Version initiale du guide du programme de qualification FreeRTOS	1.3.0

Les traductions sont fournies par des outils de traduction automatique. En cas de conflit entre le contenu d'une traduction et celui de la version originale en anglais, la version anglaise prévaudra.