aws

Guida alla portabilità

FreeRTOS

FreeRTOS: Guida alla portabilità

Table of Contents

Porting FreerTOS

Cos'è FreerTOS

Sviluppato in collaborazione con le principali società di chip del mondo per un periodo di 20 anni e ora scaricato ogni 170 secondi, FreerTOS è un sistema operativo in tempo reale (RTOS) leader di mercato per microcontrollori e piccoli microprocessori. Distribuito gratuitamente sotto la licenza open source MIT, FreerTOS include un kernel e un set crescente di librerie adatte all'uso in tutti i settori industriali. FreerTOS è costruito con particolare attenzione all'affidabilità e alla facilità d'uso. FreeRTOS include librerie per connettività, sicurezza e aggiornamenti (OTA) over-the-air e applicazioni demo che dimostrano le funzionalità di FreeRTOS su schede qualificate.

Per ulteriori informazioni, visita FreeRTOS.org.

Portare FreerTOS sulla tua scheda IoT

Dovrai portare le librerie software FreerTOS sulla tua scheda basata su microcontrollore in base alle sue caratteristiche e alla tua applicazione.

Per portare FreerTOS sul tuo dispositivo

1. Segui le istruzioni riportate Scaricare FreerTOS per il porting per scaricare l'ultima versione di FreerTOS per il porting.
2. Segui le istruzioni Configurazione dell'area di lavoro e del progetto per il porting per configurare i file e le cartelle del tuo download di FreerTOS per il porting e il test.
3. Segui le istruzioni Portare le librerie FreerTOS per portare le librerie FreerTOS sul tuo dispositivo. Ogni argomento di trasferimento include istruzioni sul test dei trasferimenti.

Porting FAQs

Cos'è un port FreerTOS?

> Un port FreerTOS è un'implementazione specifica della scheda APIs per le librerie FreerTOS richieste e il kernel FreeRTOS supportato dalla piattaforma. La porta consente loro di APIs lavorare sulla scheda e implementa l'integrazione richiesta con i driver del dispositivo forniti dal fornitore della piattaforma. BSPs Inoltre, il trasferimento deve includere le eventuali modifiche di

configurazione (ad esempio, velocità di clock, dimensioni dello stack e dimensioni dell'heap) che sono richieste dalla scheda.

Se hai domande sul porting a cui non trovi risposta in questa pagina o nel resto della FreeRTOS Porting Guide, consulta le opzioni di supporto FreeRTOS disponibili.

Scaricare FreerTOS per il porting

Scarica l'ultima versione di FreeRTOS o Long Term Support (LTS) da freertos.org o clona da (FreerTOS-LTS) o (FreeRTOS). GitHub

> **Note**
>
> Ti consigliamo di clonare il repository. La clonazione semplifica il prelievo degli aggiornamenti dal ramo principale man mano che vengono inviati al repository.

In alternativa, sottomodula le singole librerie dal repository FreerTOS o FreerTOS-LTS. Tuttavia, assicurati che le versioni della libreria corrispondano alla combinazione elencata nel `manifest.yml` file nel repository FreerTOS o FreerTOS-LTS.

Dopo aver scaricato o clonato FreerTOS, puoi iniziare a portare le librerie FreerTOS sulla tua scheda. Per istruzioni, consulta Configurazione dell'area di lavoro e del progetto per il porting, quindi Portare le librerie FreerTOS.

Configurazione dell'area di lavoro e del progetto per il porting

Segui i passaggi seguenti per configurare l'area di lavoro e il progetto:

- Usa una struttura di progetto e un sistema di compilazione a tua scelta per importare le librerie FreerTOS.
- Crea un progetto utilizzando un ambiente di sviluppo integrato (IDE) e una toolchain supportati dalla tua scheda.
- Includi i pacchetti di supporto alla scheda (BSP) e i driver specifici della scheda nel tuo progetto.

Una volta configurato lo spazio di lavoro, puoi iniziare a portare le singole librerie FreerTOS.

Portare le librerie FreerTOS

Prima di iniziare il porting, segui le istruzioni riportate all'indirizzo. Configurazione dell'area di lavoro e del progetto per il porting

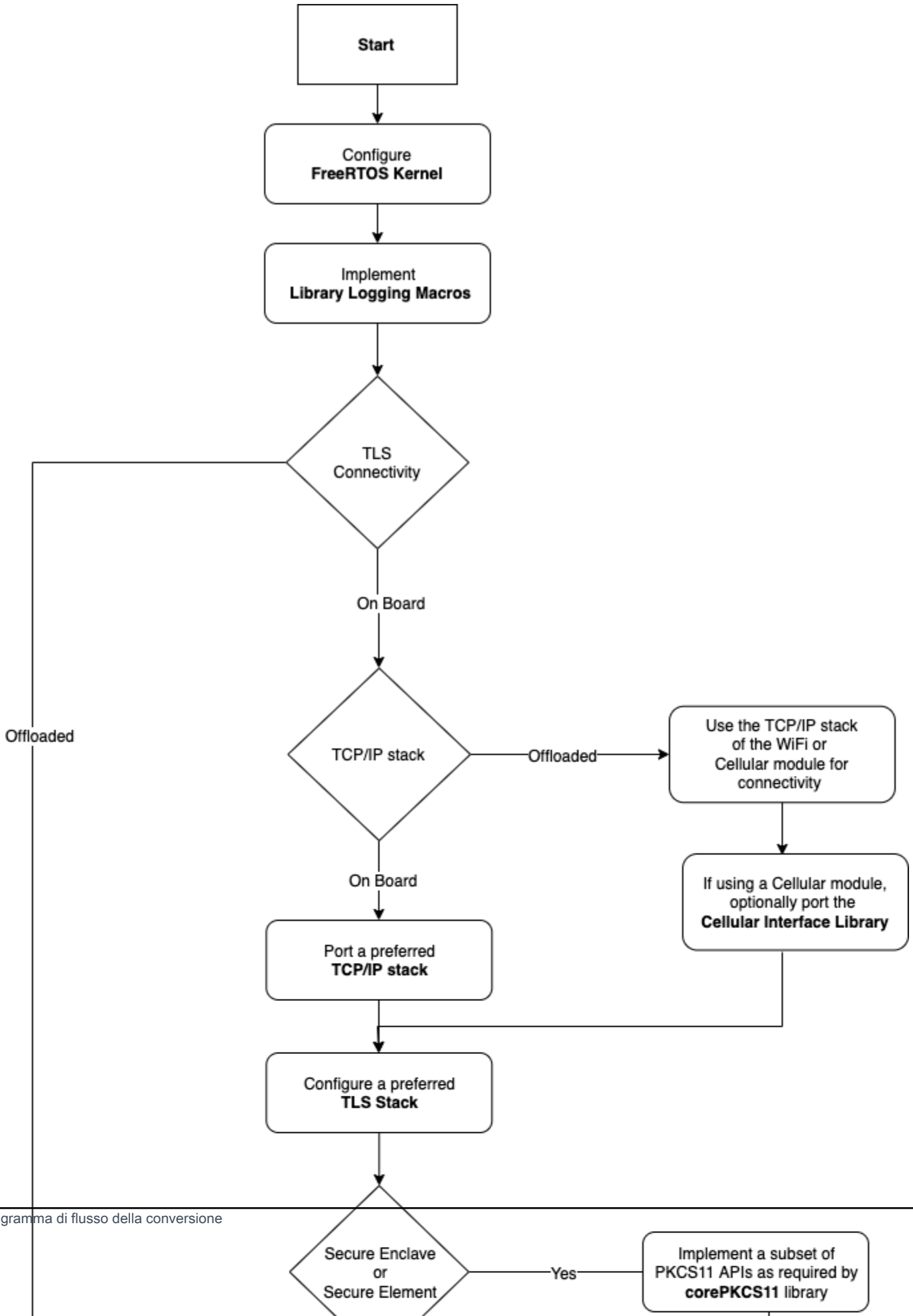
Diagramma di flusso del porting FreerTOSDescrive le librerie necessarie per il porting.

Per portare FreerTOS sul tuo dispositivo, segui le istruzioni negli argomenti seguenti.

1. Configurazione di una porta del kernel FreeRTOS
2. Implementazione delle macro di registrazione della libreria
3. Conversione di uno stack TCP/IP
4. Portare l'interfaccia di trasporto di rete
5. Portare la libreria principale PKCS11
6. Configurazione della libreria CoreMQTT
7. Configurazione della libreria CoreHTTP
8. Portare la libreria di aggiornamento AWS IoT over-the-air (OTA)
9. Portare la libreria Cellular Interface

Diagramma di flusso del porting FreerTOS

Usa il diagramma di flusso di porting qui sotto come aiuto visivo, mentre porti FreerTOS sulla tua scheda.


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

Configurazione di una porta del kernel FreeRTOS

Questa sezione fornisce istruzioni per integrare una porta del kernel FreerTOS in un progetto di test delle porte FreerTOS. Per un elenco delle porte del kernel disponibili, vedi FreerTOS kernel ports.

FreerTOS utilizza il kernel FreerTOS per le comunicazioni multitasking e intertask. Per ulteriori informazioni, consulta i fondamenti del kernel di FreerTOS nella FreeRTOS User Guide e FreerTOS.org.

> **Note**
>
> Il porting del kernel FreerTOS su una nuova architettura non è incluso in questa documentazione. Se sei interessato, contatta il team di ingegneri di FreerTOS.
> Per il programma FreerTOS Qualification, sono supportate solo le porte del kernel FreerTOS esistenti. Le modifiche a queste porte non sono accettate all'interno del programma. Consulta la politica delle porte del kernel di FreerTOS per ulteriori informazioni.

Prerequisiti

Per configurare il kernel FreeRTOS per il trasferimento, è richiesto quanto segue:

- Una porta ufficiale del kernel FreerTOS o porte supportate da FreerTOS per la piattaforma di destinazione.
- Un progetto IDE che include i file del trasferimento del kernel FreeRTOS corretti per la piattaforma di destinazione e il compilatore. Per ulteriori informazioni sulla configurazione di un progetto di test, consulta Configurazione dell'area di lavoro e del progetto per il porting.

Configurazione del kernel FreeRTOS

Il kernel FreerTOS è personalizzato utilizzando un file di configurazione chiamato. `FreeRTOSConfig.h` Questo file specifica le impostazioni di configurazione specifiche dell'applicazione per il kernel. Per una descrizione di ogni opzione di configurazione, vedi Personalizzazione su Freertos.org.

Per configurare il kernel FreerTOS in modo che funzioni con il tuo dispositivo, `FreeRTOSConfig.h` includi e modifica eventuali configurazioni FreerTOS aggiuntive.

Per una descrizione di ciascuna opzione di configurazione, vedi Configurazioni di personalizzazione su FreerTOS.org.

Test in corso

- Esegui una semplice attività FreerTOS per registrare un messaggio sulla console di output seriale.
- Verifica che il messaggio venga inviato alla console come previsto.

Implementazione delle macro di registrazione della libreria

Le librerie FreerTOS utilizzano le seguenti macro di registrazione, elencate in ordine crescente di dettaglio.

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

È necessario fornire una definizione per tutte le macro. Le raccomandazioni sono le seguenti:

- Le macro dovrebbero supportare la registrazione degli `C89` stili.
- La registrazione dovrebbe essere thread-safe. Le righe di registro di più attività non devono interlacciarsi tra loro.
- La registrazione non APIs deve bloccare e deve liberare le attività delle applicazioni dal blocco dell'I/O.

Fai riferimento alla funzionalità di registrazione su FreerTOS.org per le specifiche di implementazione. Puoi vedere un'implementazione in questo esempio.

Test in corso

- Esegui un test con più attività per verificare che i log non si interlacciano.
- Esegui un test per verificare che la registrazione APIs non si blocchi durante l'I/O.
- Prova le macro di registrazione con vari standard, ad esempio la registrazione degli stili. `C89,C99`

- Prova le macro di registrazione impostando diversi livelli di registro, ad esempio,, `eDebug`. `Info` `Error` `Warning`

Conversione di uno stack TCP/IP

Questa sezione fornisce istruzioni per il porting e il test delle funzionalità integrate TCP/IP stacks. If your platform offloads TCP/IP e TLS su un processore o modulo di rete separato. Puoi saltare questa sezione sul porting e visitare. Portare l'interfaccia di trasporto di rete

FreeRTOS+TCP è uno TCP/IP stack for the FreeRTOS kernel. FreeRTOS+TCP is developed and maintained by the FreeRTOS engineering team and is the recommended TCP/IP stack nativo da usare con FreerTOS. Per ulteriori informazioni, consulta Trasferimento di FreeRTOS+TCP. In alternativa, è possibile utilizzare lo stack TCP/IP di terze parti LWip. Le istruzioni di test fornite in questa sezione utilizzano i test dell'interfaccia di trasporto per il testo semplice TCP e non dipendono dallo stack TCP/IP specifico implementato.

Trasferimento di FreeRTOS+TCP

FreeRTOS+TCP è uno stack TCP/IP nativo per il kernel FreeRTOS. Per ulteriori informazioni, consulta FreeRTOS.org.

Prerequisiti

Per trasferire la libreria FreeRTOS+TCP, è richiesto quanto segue:

- Un progetto IDE che include i driver Ethernet o Wi-Fi forniti dal fornitore.

  Per ulteriori informazioni sulla configurazione di un progetto di test, consulta Configurazione dell'area di lavoro e del progetto per il porting.
- Una configurazione convalidata del kernel FreeRTOS

  Per le informazioni relative alla configurazione del kernel FreeRTOS per la propria piattaforma, consulta Configurazione di una porta del kernel FreeRTOS.

Portabilità

Prima di iniziare il porting della libreria FreeRTOS+TCP, controlla la GitHubdirectory per vedere se esiste già una porta sulla tua scheda.

Se un trasferimento non esiste, procedi nel modo seguente:

1. Seguire le istruzioni Porting FreeRTOS+TCP to a Different Microcontroller su FreeRTOS.org per trasferire FreeRTOS+TCP nel dispositivo.
2. Se necessario, seguire le istruzioni Porting FreeRTOS+TCP a un nuovo Embedded C Compiler su FreeRTOS.org per trasferire FreeRTOS+TCP in un nuovo compilatore.
3. Implementa una nuova porta che utilizzi i driver Ethernet o Wi-Fi forniti dal fornitore in un file chiamato. `NetworkInterface.c` Visita il GitHubrepository per un modello.

Dopo aver creato una porta, o se ne esiste già una`FreeRTOSIPConfig.h`, crea e modifica le opzioni di configurazione in modo che siano corrette per la tua piattaforma. Per ulteriori informazioni sulle opzioni di configurazione, consulta FreeRTOS+TCP Configuration su FreeRTOS.org.

Test in corso

Sia che utilizzi la libreria FreeRTOS+TCP o una libreria di terze parti, segui i passaggi seguenti per il test:

- Fornisci un'implementazione per i test dell'interfaccia di trasporto `connect/disconnect/send/receive` APIs .
- Configura un server echo in modalità di connessione TCP in testo semplice ed esegui i test dell'interfaccia di trasporto.

> **Note**
>
> Per qualificare ufficialmente un dispositivo per FreerTOS, se la tua architettura richiede il porting di uno stack software TCP/IP, devi convalidare il codice sorgente portato del dispositivo rispetto ai test dell'interfaccia di trasporto in modalità di connessione TCP in testo semplice con. AWS IoT Device Tester Segui le istruzioni in Using AWS IoT Device Tester for FreerTOS nella FreeRTOS User Guide per configurare la convalida delle porte. AWS IoT Device Tester Per testare la porta di una libreria specifica, il gruppo di test corretto deve essere abilitato nel `device.json` file nella `configs` cartella Device Tester.

Portare la libreria principale PKCS11

Il Public Key Cryptography Standard #11 definisce un'API indipendente dalla piattaforma per gestire e utilizzare i token crittografici. PKCS 11 si riferisce allo standard e a quanto da esso definito. APIs L'API crittografica PKCS #11 astrae l'archiviazione delle chiavi, le proprietà get/set per gli oggetti crittografici e la semantica delle sessioni. È ampiamente utilizzata per manipolare oggetti crittografici comuni. Le sue funzioni consentono al software applicativo di utilizzare, creare, modificare ed eliminare oggetti crittografici, senza esporre tali oggetti alla memoria dell'applicazione.

Le librerie FreerTOS e le integrazioni di riferimento utilizzano un sottoinsieme dello standard di interfaccia PCKS #11, con particolare attenzione alle operazioni che coinvolgono chiavi asimmetriche, generazione di numeri casuali e hashing. La tabella seguente elenca i casi d'uso e il supporto richiesto da PKCS #11. APIs

Casi d'uso

Caso d'uso	Famiglia di API PKCS #11 richiesta
Tutti	Inizializza, finalizza, apri/chiudi sessione, accesso GetSlotList
Provisioning	GenerateKeyPair, CreateObject, DestroyObject, InitToken, GetTokenInfo
TLS	Casuale, Firma, FindObject GetAttributeValue
FreeRTOS+TCP	Casuale, Digest
OTA	Verifica, Digest, FindObject GetAttributeValue

Quando implementare un modulo PKCS #11 completo

L'archiviazione di chiavi private nella memoria flash per scopi generici può essere utile nella valutazione e creazione rapida di prototipi di scenari. Si consiglia di utilizzare hardware crittografico dedicato per ridurre le minacce di furto di dati e duplicazione dei dispositivi negli scenari di produzione. L'hardware di crittografia include componenti con caratteristiche che impediscono l'esportazione di chiavi segrete di crittografia. Per supportare ciò, dovrai implementare un sottoinsieme di PKCS #11 necessario per lavorare con le librerie FreerTOS come definito nella tabella precedente.

Quando usare il core FreerTOS PKCS11

La PKCS11 libreria principale contiene un'implementazione basata su software dell'interfaccia (API) PKCS #11 che utilizza la funzionalità crittografica fornita da Mbed TLS. Viene fornita per scenari di prototipazione e valutazione rapidi in cui l'hardware non dispone di un hardware crittografico dedicato. In questo caso, è sufficiente implementare il PKCS11 PAL di base per far sì che l'implementazione di PKCS11 base basata sul software funzioni con la piattaforma hardware in uso.

Porting core PKCS11

Dovrai disporre di implementazioni per leggere e scrivere oggetti crittografici nella memoria non volatile (NVM), come la memoria flash integrata. Gli oggetti crittografici devono essere archiviati in una sezione di NVM che non è inizializzata e non viene cancellata durante la riprogrammazione del dispositivo. Gli utenti della PKCS11 libreria principale forniranno ai dispositivi le credenziali e quindi riprogrammeranno il dispositivo con una nuova applicazione che accede a tali credenziali tramite l'interfaccia principale. PKCS11 Le porte PKCS11 PAL principali devono fornire una posizione in cui archiviare:

- Il certificato client del dispositivo
- La chiave privata del client del dispositivo
- La chiave pubblica del client del dispositivo
- Una CA root affidabile
- Una chiave pubblica per la verifica del codice (o un certificato che contiene la chiave pubblica per la verifica del codice) per un bootloader sicuro e gli aggiornamenti (OTA) over-the-air
- Un certificato di approvvigionamento Just-In-Time

Includi il file di intestazione e implementa il PAL APIs definito.

PAL APIs

Funzione	Descrizione
PKCS11_PAL_inizializza	Inizializza il livello PAL. Chiamato dalla PKCS11 libreria principale all'inizio della sequenza di inizializzazione.

Funzione	Descrizione
PKCS11_PAL_ SaveObject	Scrive i dati in storage non volatile.
PKCS11_PAL_ FindObject	Utilizza `CKA_LABEL` PKCS # 11 per cercare un oggetto PKCS # 11 corrispondente in storage non volatile e restituisce l'handle dell'oggetto, se esistente.
PKCS11_PAL_ GetObjectValue	Recupera il valore di un oggetto, specificato l'handle.
PKCS11_PAL_ GetObjectValueCleanup	Pulizia per la chiamata `PKCS11_PAL_GetObjectValue` . Può essere utilizzata per liberare memoria allocata in una chiamata `PKCS11_PAL_GetObjectValue` .

Test in corso

Se si utilizza la libreria PKCS11 principale FreerTOS o si implementa il sottoinsieme richiesto PKCS11 APIs di, è necessario superare i test FreeRTOS. PKCS11 Questi verificano se le funzioni richieste per le librerie FreerTOS funzionano come previsto.

Questa sezione descrive anche come eseguire localmente i test PKCS11 FreerTOS con i test di qualificazione.

Prerequisiti

Per configurare i test PKCS11 FreerTOS, è necessario implementare quanto segue.

- Una porta supportata di. PKCS11 APIs
- Un'implementazione delle funzioni della piattaforma per i test di qualificazione FreerTOS che includono quanto segue:
  - `FRTest_ThreadCreate`
  - `FRTest_ThreadTimedJoin`
  - `FRTest_MemoryAlloc`
  - `FRTest_MemoryFree`

(Vedi il file README.md per i test di integrazione delle librerie FreerTOS per PKCS #11 in poi.) GitHub

Test di porting

- Aggiungi FreeRTOS-Libraries-Integration-Testscome sottomodulo al tuo progetto. Il sottomodulo può essere inserito in qualsiasi directory del progetto, purché possa essere creato.
- Copia `config_template/test_execution_config_template.h` e `config_template/test_param_config_template.h` in una posizione del progetto nel percorso di creazione e rinominali in e. `test_execution_config.h` `test_param_config.h`
- Includi i file pertinenti nel sistema di compilazione. Se si utilizza`CMake`, `qualification_test.cmake` e `src/pkcs11_tests.cmake` può essere utilizzato per includere i file pertinenti.
- Implementa `UNITY_OUTPUT_CHAR` in modo che i registri dell'output del test e i registri del dispositivo non si interlacciano.
- Integra MbedTLS, che verifica il risultato dell'operazione cryptoki.
- Chiama dall'applicazione. `RunQualificationTest()`

Configurazione dei test

La suite PKCS11 di test deve essere configurata in base all' PKCS11 implementazione. La tabella seguente elenca la configurazione richiesta dai PKCS11 test nel file di `test_param_config.h` intestazione.

PKSC11 configurazioni di test

Configurazione	Descrizione
PKCS11_TEST_RSA_KEY_SUPPORT	Il porting supporta le funzioni chiave RSA.
PKCS11_TEST_EC_KEY_SUPPORT	Il porting supporta le funzioni chiave EC.
PKCS11_TEST_IMPORT_PRIVATE_ KEY_SUPPORT	Il porting supporta l'importazione della chiave privata. L'importazione di chiavi RSA ed EC viene convalidata nel test se le funzioni chiave di supporto sono abilitate.

Configurazione	Descrizione
PKCS11_TEST_GENERATE_KEYPAIR_SUPPORT	Il porting supporta la generazione di coppie di chiavi. La generazione di coppie di chiavi EC viene convalidata nel test se le funzioni chiave di supporto sono abilitate.
PKCS11_TEST_PREPROVISIONED_SUPPORT	Il porting ha credenziali preimpostate. `PKCS11_TEST_LABEL_DEVICE_PRIVATE_KEY_FOR_TLS` , `PKCS11_TEST_LABEL_DEVICE_PUBLIC_KEY_FOR_TLS` e `PKCS11_TEST_LABEL_DEVICE_CERTIFICATE_FOR_TLS` , sono esempi delle credenziali.
PKCS11_TEST_LABEL_DEVICE_PRIVATE_KEY_FOR_TLS	L'etichetta della chiave privata utilizzata nel test.
PKCS11_TEST_LABEL_DEVICE_PUBLIC_KEY_FOR_TLS	L'etichetta della chiave pubblica utilizzata nel test.
PKCS11_TEST_LABEL_DEVICE_CERTIFICATE_FOR_TLS	L'etichetta del certificato utilizzato nel test.
PKCS11_TEST_JITP_CODEVERIFY_ROOT_CERT_SUPPORTED	Il porting supporta l'archiviazione per JITP. Impostalo su 1 per abilitare il test JITP. `codeverify`
PKCS11_TEST_LABEL_CODE_VERIFICATION_KEY	L'etichetta della chiave di verifica del codice utilizzata nel test JITP. `codeverify`
PKCS11_TEST_LABEL_JITP_CERTIFICATE	L'etichetta del certificato JITP utilizzato nel test JITP. `codeverify`
PKCS11_TEST_LABEL_ROOT_CERTIFICATE	L'etichetta del certificato principale utilizzato nel test JITP. `codeverify`

Le librerie FreerTOS e le integrazioni di riferimento devono supportare almeno una configurazione di funzioni chiave come le chiavi RSA o Elliptic curve e un meccanismo di provisioning chiave supportato da. PKCS11 APIs Il test deve abilitare le seguenti configurazioni:

- Almeno una delle seguenti configurazioni di funzioni chiave:
  - PKCS11_TEST_RSA_KEY_SUPPORT
  - PKCS11_TEST_EC_KEY_SUPPORT
- Almeno una delle seguenti configurazioni di provisioning chiave:
  - PKCS11_TEST_IMPORT_PRIVATE_KEY_SUPPORT
  - PKCS11_TEST_GENERATE_KEYPAIR_SUPPORT
  - PKCS11_TEST_PREPROVISIONED_SUPPORTO_

Il test delle credenziali del dispositivo preimpostato deve essere eseguito nelle seguenti condizioni:

- `PKCS11_TEST_PREPROVISIONED_SUPPORT`deve essere abilitato e gli altri meccanismi di provisioning devono essere disabilitati.
- È abilitata solo una funzione chiave`PKCS11_TEST_EC_KEY_SUPPORT`, una delle due`PKCS11_TEST_RSA_KEY_SUPPORT`.
- Imposta le etichette dei tasti preimpostate in base alla tua funzione chiave`PKCS11_TEST_LABEL_DEVICE_PRIVATE_KEY_FOR_TLS`, `PKCS11_TEST_LABEL_DEVICE_PUBLIC_KEY_FOR_TLS` tra cui e. `PKCS11_TEST_LABEL_DEVICE_CERTIFICATE_FOR_TLS` Queste credenziali devono esistere prima di eseguire il test.

Potrebbe essere necessario eseguire il test più volte con configurazioni diverse, se l'implementazione supporta credenziali preimpostate e altri meccanismi di provisioning.

> **Note**
>
> Gli oggetti con etichette `PKCS11_TEST_LABEL_DEVICE_PRIVATE_KEY_FOR_TLS` `PKCS11_TEST_LABEL_DEVICE_CERTIFICATE_FOR_TLS` vengono distrutti durante `PKCS11_TEST_LABEL_DEVICE_PUBLIC_KEY_FOR_TLS` il test se uno dei due è abilitato. `PKCS11_TEST_GENERATE_KEYPAIR_SUPPORT` `PKCS11_TEST_GENERATE_KEYPAIR_SUPPORT`

Esecuzione di test.

Questa sezione descrive come testare localmente l' PKCS11 interfaccia con i test di qualificazione. In alternativa, puoi anche usare IDT per automatizzare l'esecuzione. Vedi AWS IoT Device Tester FreerTOS nella FreerTOS User Guide per i dettagli.

Le seguenti istruzioni descrivono come eseguire i test:

- Aprire `test_execution_config.h` e definire CORE_ PKCS11 _TEST_ENABLED su 1.
- Crea e installa l'applicazione sul tuo dispositivo per eseguirla. I risultati del test vengono inviati alla porta seriale.

Di seguito è riportato un esempio del risultato del test di output.

```
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
```

Il test è completato quando tutti i test vengono superati.

> **Note**
>
> Per qualificare ufficialmente un dispositivo per FreerTOS, devi convalidare il codice sorgente portato del dispositivo con. AWS IoT Device Tester Segui le istruzioni in Using AWS IoT Device Tester for FreerTOS nella FreeRTOS User Guide per configurare la convalida delle porte. AWS IoT Device Tester Per testare la porta di una libreria specifica, è necessario abilitare il gruppo di test corretto nel file nella `device.json` cartella. AWS IoT Device Tester `configs`

Portare l'interfaccia di trasporto di rete

Integrazione della libreria TLS

Per l'autenticazione Transport Layer Security (TLS), usa il tuo stack TLS preferito. Ti consigliamo di utilizzare Mbed TLS perché è testato con le librerie FreerTOS. Puoi trovarne un esempio in questo repository. GitHub

Indipendentemente dall'implementazione TLS utilizzata dal dispositivo, è necessario implementare gli hook di trasporto sottostanti per lo stack TLS con stack. TCP/IP Devono supportare le suite di crittografia TLS supportate da. AWS IoT

Portare la libreria Network Transport Interface

È necessario implementare un'interfaccia di trasporto di rete per utilizzare CoreMQTT e CoreHTTP. L'interfaccia di trasporto di rete contiene puntatori di funzioni e dati contestuali necessari per inviare e ricevere dati su una singola connessione di rete. Vedi Transport Interface per maggiori dettagli. FreerTOS fornisce una serie di test di interfaccia di trasporto di rete integrati per convalidare queste implementazioni. La sezione seguente illustra come configurare il progetto per eseguire questi test.

Prerequisiti

Per eseguire il porting di questo test, è necessario quanto segue:

- Un progetto con un sistema di build in grado di creare FreerTOS con una porta del kernel FreerTOS convalidata.
- Implementazione funzionante dei driver di rete.

Portabilità

- Aggiungi FreeRTOS-Libraries-Integration-Testscome sottomodulo al tuo progetto. Non importa dove sia collocato il sottomodulo nel progetto, purché possa essere costruito.
- Copia `config_template/test_execution_config_template.h` e `config_template/test_param_config_template.h` in una posizione del progetto nel percorso di creazione e rinominali in e. `test_execution_config.h` `test_param_config.h`
- Includi i file pertinenti nel sistema di compilazione. Se si utilizza`CMake`, `qualification_test.cmake` e `src/transport_interface_tests.cmake` vengono utilizzati per includere i file pertinenti.
- Implementa le seguenti funzioni in una posizione di progetto appropriata:
- • Rnetwork connect function: La firma è definita da `NetworkConnectFunc` in`src/common/network_connection.h`. Questa funzione utilizza un puntatore al contesto di rete, un puntatore alle informazioni sull'host e un puntatore alle credenziali di rete. Stabilisce una connessione con il server specificato nelle informazioni sull'host con le credenziali di rete fornite.
  - Rnetwork disconnect function: La firma è definita da `NetworkDisconnectFunc` in. `src/common/network_connection.h` Questa funzione inserisce un puntatore a un contesto di rete. Disconnette una connessione precedentemente stabilita memorizzata nel contesto di rete.
  - `setupTransportInterfaceTestParam()`: Questo è definito in`src/transport_interface/transport_interface_tests.h`. L'implementazione deve avere esattamente lo stesso nome e la stessa firma definiti in`transport_interface_tests.h`. Questa funzione inserisce un puntatore a una TransportInterfaceTestParamstruttura. Compilerà i campi della TransportInterfaceTestParamstruttura utilizzata dal test dell'interfaccia di trasporto.
- Implementa UNITY_OUTPUT_CHAR in modo che i log di output del test non si interlacciano con i log del dispositivo.

- `runQualificationTest()`Chiama dall'applicazione. L'hardware del dispositivo deve essere inizializzato correttamente e la rete deve essere connessa prima della chiamata.

Gestione delle credenziali (chiave generata sul dispositivo)

Quando FORCE_GENERATE_NEW_KEY_PAIR in **`test_param_config.h`** è impostato su 1, l'applicazione del dispositivo genera una nuova coppia di chiavi sul dispositivo e restituisce la chiave pubblica. L'applicazione del dispositivo utilizza ECHO_SERVER_ROOT_CA e TRANSPORT_CLIENT_CERTIFICATE come CA root del server echo e certificato client quando stabilisce una connessione TLS con il server echo. IDT imposta questi parametri durante la fase di qualificazione.

Gestione delle credenziali (chiave di importazione)

L'applicazione del dispositivo utilizza ECHO_SERVER_ROOT_CA, TRANSPORT_CLIENT_CERTIFICATE e TRANSPORT_CLIENT_PRIVATE_KEY **`test_param_config.h`** come CA principale del server echo, certificato client e chiave privata del client quando stabilisce una connessione TLS con il server echo. IDT imposta questi parametri durante l'esecuzione della qualificazione.

Test in corso

Questa sezione descrive come testare localmente l'interfaccia di trasporto con i test di qualificazione. Ulteriori dettagli sono disponibili nel file README.md fornito nella sezione transport_interface del sito. FreeRTOS-Libraries-Integration-Tests GitHub

In alternativa, puoi anche usare IDT per automatizzare l'esecuzione. Vedi AWS IoT Device Tester FreerTOS nella FreerTOS User Guide per i dettagli.

Abilita il test

Aprite `test_execution_config.h` e definite TRANSPORT_INTERFACE_TEST_ENABLED su 1.

Configura il server echo per il test

Per i test locali è necessario un server echo accessibile dal dispositivo che esegue i test. Il server echo deve supportare TLS se l'implementazione dell'interfaccia di trasporto supporta TLS. Se non ne hai già uno, il FreeRTOS-Libraries-Integration-Tests GitHub repository ha un'implementazione del server echo.

Configurazione del progetto per il test

`Intest_param_config.h`, aggiorna ECHO_SERVER_ENDPOINT e ECHO_SERVER_PORT alla configurazione dell'endpoint e del server nel passaggio precedente.

Credenziali di configurazione (chiave generata sul dispositivo)

- Imposta ECHO_SERVER_ROOT_CA sul certificato del server echo.
- Imposta FORCE_GENERATE_NEW_KEY_PAIR su 1 per generare una coppia di chiavi e ottenere la chiave pubblica.
- Reimposta FORCE_GENERATE_NEW_KEY_PAIR su 0 dopo la generazione della chiave.
- Utilizza la chiave pubblica, la chiave e il certificato del server per generare il certificato client.
- Imposta TRANSPORT_CLIENT_CERTIFICATE sul certificato client generato.

Credenziali di configurazione (chiave di importazione)

- Imposta ECHO_SERVER_ROOT_CA sul certificato del server echo.
- Imposta TRANSPORT_CLIENT_CERTIFICATE sul certificato client pregenerato.
- Imposta TRANSPORT_CLIENT_PRIVATE_KEY sulla chiave privata del client pregenerata.

Crea e esegui il flashing dell'applicazione

Crea ed esegui il flashing dell'applicazione utilizzando la toolchain che preferisci. Quando `runQualificationTest()` viene richiamato, verranno eseguiti i test dell'interfaccia di trasporto. I risultati dei test vengono inviati alla porta seriale.

> **Note**
>
> Per qualificare ufficialmente un dispositivo per FreerTOS, è necessario convalidare il codice sorgente portato del dispositivo rispetto ai gruppi di test OTA PAL e OTA E2E con. AWS IoT Device Tester Segui le istruzioni in Using AWS IoT Device Tester for FreerTOS nella FreeRTOS User Guide per configurare la convalida delle porte. AWS IoT Device Tester Per testare la porta di una libreria specifica, è necessario abilitare il gruppo di test corretto nel file nella `device.json` cartella. AWS IoT Device Tester `configs`

Configurazione della libreria CoreMQTT

I dispositivi periferici possono utilizzare il protocollo MQTT per comunicare con il Cloud. AWS AWS IoT ospita un broker MQTT che invia e riceve messaggi da e verso i dispositivi connessi all'edge.

La libreria CoreMQTT implementa il protocollo MQTT per i dispositivi che eseguono FreerTOS. Non è necessario eseguire il porting della libreria CoreMQTT, ma il progetto di test del dispositivo deve superare tutti i test MQTT per la qualificazione. Per ulteriori informazioni, consulta la libreria CoreMQTT nella Guida per l'utente di FreerTOS.

Prerequisiti

Per configurare i test della libreria CoreMQTT, è necessaria una porta di interfaccia di trasporto di rete. Per ulteriori informazioni, consulta Portare l'interfaccia di trasporto di rete.

Test in corso

Esegui i test di integrazione CoreMQTT:

- Registra il tuo certificato cliente con il broker MQTT.
- Imposta l'endpoint del broker `config` ed esegui i test di integrazione.

Crea una demo MQTT di riferimento

Si consiglia di utilizzare l'agente CoreMQTT per gestire la sicurezza dei thread per tutte le operazioni MQTT. L'utente avrà anche bisogno di attività di pubblicazione e sottoscrizione e di test Device Advisor per verificare se l'applicazione integra efficacemente TLS, MQTT e altre librerie FreerTOS.

Per qualificare ufficialmente un dispositivo per FreerTOS, convalida il tuo progetto di integrazione con casi di test MQTT. AWS IoT Device Tester Consulta AWS IoT il flusso di lavoro di Device Advisor per le istruzioni di configurazione e test. I casi di test obbligatori per TLS e MQTT sono elencati di seguito:

Casi di test TLS

Caso di test	Casi di test	Test richiesti
TLS	Connessione TLS	Sì

Caso di test	Casi di test	Test richiesti
TLS	Suite di crittografia TLS Support AWS IoT	Una suite di crittografia consigliata
TLS	Certificato del server non sicuro TLS	Sì
TLS	TLS Subject Name Server Cert non corretto	Sì

Casi di test MQTT

Caso di test	Casi di test	Test richiesti
MQTT	MQTT Connect	Sì
MQTT	Tentativi di Jitter MQTT Connect	Sì senza avvertenze
MQTT	Abbonati MQTT	Sì
MQTT	Pubblicazione MQTT	Sì
MQTT	QoS1 MQTT ClientPuback	Sì
MQTT	MQTT Nessun file PingResp	Sì

Configurazione della libreria CoreHTTP

I dispositivi periferici possono utilizzare il protocollo HTTP per comunicare con il cloud. AWS AWS IoT i servizi ospitano un server HTTP che invia e riceve messaggi da e verso i dispositivi connessi all'edge.

Test in corso

Segui i passaggi seguenti per eseguire il test:

- Configura la PKI per l'autenticazione reciproca TLS con AWS o un server HTTP.

- Esegui i test di integrazione CoreHTTP.

Portare la libreria di aggiornamento AWS IoT over-the-air (OTA)

Con gli aggiornamenti over-the-air FreerTOS (OTA), puoi fare quanto segue:

- Distribuire le nuove immagini del firmware a un solo dispositivo, un gruppo di dispositivi oppure all'intero parco istanze.
- Implementa il firmware sui dispositivi man mano che vengono aggiunti ai gruppi, ripristinati o riforniti.
- Verifica l'autenticità e l'integrità del nuovo firmware dopo averlo distribuito sui dispositivi.
- Monitorare l'avanzamento di una distribuzione.
- Eseguire il debug di una distribuzione non riuscita.
- Firma digitale del firmware utilizzando Code Signing for. AWS IoT

Per ulteriori informazioni, consulta FreeRTOS Updates nella Over-the-Air FreeRTOSUser Guide insieme alla documentazione dell'aggiornamento.AWS IoT Over-the-air

Puoi utilizzare la libreria di aggiornamento OTA per integrare la funzionalità OTA nelle tue applicazioni FreerTOS. Per ulteriori informazioni, consulta FreeRTOS OTA update Library nella FreerTOS User Guide.

I dispositivi FreerTOS devono applicare la verifica della firma crittografica del codice sulle immagini del firmware OTA che ricevono. Consigliamo i seguenti algoritmi:

- Elliptic-Curve Digital Signature Algorithm (ECDSA)
- NIST P256 curve
- SHA-256 hash

Prerequisiti

- Configurazione dell'area di lavoro e del progetto per il portingCompleta le istruzioni in.
- Creare una porta di interfaccia di trasporto di rete.

  Per informazioni, consulta Portare l'interfaccia di trasporto di rete.

- Integra la libreria CoreMQTT. Vedi la libreria CoreMQTT nella Guida per l'utente di FreerTOS.
- Crea un bootloader in grado di supportare gli aggiornamenti OTA.

Porting della piattaforma

È necessario fornire un'implementazione dell'OTA portable abstraction layer (PAL) per trasferire la libreria OTA su un nuovo dispositivo. I PAL APIs sono definiti nel file ota_platform_interface.h per il quale devono essere forniti dettagli specifici di implementazione.

Nome funzione	Description
`otaPal_Abort`	Interrompe un aggiornamento OTA.
`otaPal_CreateFileForRx`	Crea un file per archiviare i blocchi di dati ricevuti.
`otaPal_CloseFile`	Chiude il file specificato. Ciò potrebbe autentica re il file se si utilizza uno storage che implement a la protezione crittografica.
`otaPal_WriteBlock`	Scrive un blocco di dati sul file specificato in una data posizione di offset. In caso di successo, la funzione restituisce il numero di byte scritti. In caso contrario, la funzione restituisce un codice di errore negativo. La dimensione del blocco sarà sempre pari a due e verrà allineata. Per ulteriori informazioni, vedere Configurazione della libreria OTA.
`otaPal_ActivateNewImage`	Attiva o avvia la nuova immagine firmware. Per alcune porte, se il dispositivo viene ripristinato programmaticamente in modo sincrono, questa funzione non verrà ripristinata.
`otaPal_SetPlatformImageState`	Esegue ciò che è richiesto dalla piattaforma per accettare o rifiutare l'immagine firmware (o pacchetto) OTA più recente. Per implementare questa funzione, consultate la documentazione

Nome funzione	Description
	relativa ai dettagli e all'architettura della scheda (piattaforma).
`otaPal_GetPlatformImageState`	Ottiene lo stato dell'immagine dell'aggi ornamento OTA.

Implementa le funzioni in questa tabella se il dispositivo integra il supporto per le stesse.

Nome funzione	Description
`otaPal_CheckFileSignature`	Verifica la firma del file specificato.
`otaPal_ReadAndAssumeCertificate`	Legge il certificato firmatario specificato dal file system e lo restituisce al chiamante.
`otaPal_ResetDevice`	Reimposta il dispositivo.

> **Note**
>
> Assicurati di disporre di un bootloader che supporta aggiornamenti OTA. Per istruzioni sulla creazione del bootloader AWS IoT del dispositivo, consulta. Bootloader dispositivo IoT

Test E2E e PAL

Esegui i test OTA PAL ed E2E.

Test E2E

Il test OTA end to end (E2E) viene utilizzato per verificare la funzionalità OTA di un dispositivo e simulare scenari realistici. Questo test includerà la gestione degli errori.

Prerequisiti

Per eseguire il porting di questo test, è necessario quanto segue:

- Un progetto con una libreria AWS OTA integrata. Consulta la Guida al porting della libreria OTA per ulteriori informazioni.
- Esporta l'applicazione demo utilizzando la libreria OTA con cui interagire AWS IoT Core per eseguire gli aggiornamenti OTA. Per informazioni, consulta Portare l'applicazione demo OTA.
- Configura lo strumento IDT. Ciò esegue l'applicazione host OTA E2E per creare, eseguire il flashing e monitorare il dispositivo con diverse configurazioni e convalida l'integrazione della libreria OTA.

Portare l'applicazione demo OTA

Il test OTA E2E deve avere un'applicazione demo OTA per convalidare l'integrazione della libreria OTA. L'applicazione demo deve avere la capacità di eseguire aggiornamenti del firmware OTA. Puoi trovare l'applicazione demo FreerTOS OTA nel repository FreerTOS. GitHub Ti consigliamo di utilizzare l'applicazione demo come riferimento e di modificarla in base alle tue specifiche.

Fasi di portabilità

1. Inizializzare l'agente OTA.
2. Implementa la funzione di callback dell'applicazione OTA.
3. Crea l'attività di elaborazione degli eventi dell'agente OTA.
4. Avvia l'agente OTA.
5. Monitora le statistiche dell'agente OTA.
6. Chiudi l'agente OTA.

Visita FreerTOS OTA over MQTT - Punto di accesso della demo per istruzioni dettagliate.

Configurazione

Le seguenti configurazioni sono necessarie per interagire con: AWS IoT Core

- AWS IoT Core credenziali del client
  - Configura DemoConfigRoot_CA_PEM con gli endpoint Amazon Trust Services. `Ota_Over_Mqtt_Demo/demo_config.h` Vedi AWS server-authentication per maggiori dettagli.
  - Configura DemoConfigClient_Certificate_PEM e DemoConfigClient_Private_Key_PEM con le credenziali del tuo cliente. `Ota_Over_Mqtt_Demo/demo_config.h` AWS IoT Consulta AWS i dettagli sull'autenticazione del client per informazioni sui certificati client e sulle chiavi private.

- Versione dell'applicazione
- Protocollo di controllo OTA
- Protocollo dati OTA
- Credenziali di firma del codice
- Altre configurazioni della libreria OTA

Puoi trovare le informazioni precedenti nelle `demo_config.h` e `ota_config.h` nelle applicazioni demo FreerTOS OTA. Visita FreerTOS OTA over MQTT - Configurazione del dispositivo per ulteriori informazioni.

Verifica degli edifici

Esegui l'applicazione demo per eseguire il job OTA. Una volta completato con successo, puoi continuare a eseguire i test OTA E2E.

La demo OTA di FreerTOS fornisce informazioni dettagliate sulla configurazione di un client OTA e AWS IoT Core di un lavoro OTA sul simulatore di Windows FreerTOS. AWS OTA supporta i protocolli MQTT e HTTP. Fate riferimento ai seguenti esempi per maggiori dettagli:

- Demo OTA su MQTT su Windows Simulator
- Demo OTA su HTTP su Windows Simulator

Esecuzione di test con lo strumento IDT

Per eseguire i test OTA E2E, è necessario utilizzare AWS IoT Device Tester (IDT) per automatizzare l'esecuzione. Vedi AWS IoT Device Tester FreerTOS nella FreerTOS User Guide per maggiori dettagli.

Casi di test E2E

Caso di test	Description
`OTAE2EGreaterVersion`	Happy path test per aggiornamenti OTA regolari. Crea un aggiornamento con una versione più recente, che il dispositivo aggiorna correttamente.

Caso di test	Description
`OTAE2EBackToBackDownloads`	Questo test crea 3 aggiornamenti OTA consecutivi. È previsto l'aggiornamento del dispositivo per 3 volte consecutive.
`OTAE2ERollbackIfUnableToConnectAfterUpdate`	Questo test verifica che il dispositivo ripristini il firmware precedente se non riesce a connetter si alla rete con il nuovo firmware.
`OTAE2ESameVersion`	Questo test conferma che il dispositivo rifiuta il firmware in ingresso se la versione rimane invariata.
`OTAE2EUnsignedImage`	Questo test verifica che il dispositivo rifiuti un aggiornamento se l'immagine non è firmata.
`OTAE2EUntrustedCertificate`	Questo test verifica che il dispositivo rifiuti un aggiornamento se il firmware è firmato con un certificato non attendibile.
`OTAE2EPreviousVersion`	Questo test verifica che il dispositivo rifiuti una versione di aggiornamento precedente.
`OTAE2EIncorrectSigningAlgorithm`	Dispositivi diversi supportano algoritmi di firma e hashing diversi. Questo test verifica che il dispositivo non superi l'aggiornamento OTA se è stato creato con un algoritmo non supportato.

Caso di test	Description
`OTAE2EDisconnectResume`	Questo è l'happy path test per la funzione di sospensione e ripresa. Questo test crea un aggiornamento OTA e avvia l'aggiornamento. Quindi si connette AWS IoT Core con lo stesso ID client (nome dell'oggetto) e le stesse credenziali. AWS IoT Core quindi disconnette il dispositivo. Si prevede che il dispositivo rilevi che è disconnesso e AWS IoT Core, dopo un certo periodo di tempo, passi automaticamente allo stato sospeso e provi a riconnettersi e riprendere il AWS IoT Core download.
`OTAE2EDisconnectCancelUpdate`	Questo test verifica se il dispositivo è in grado di ripristinarsi da solo se il processo OTA viene annullato mentre è in uno stato sospeso. Fa la stessa cosa del `OTAE2EDisconnectResume` test, tranne per il fatto che dopo la connessione a AWS IoT Core, che disconnette il dispositivo, annulla l'aggiornamento OTA. Viene creato un nuovo aggiornamento. Il dispositivo dovrebbe riconnettersi a AWS IoT Core, interrompere l'aggiornamento corrente, tornare allo stato di attesa e accettare e completare l'aggiornamento successivo.
`OTAE2EPresignedUrlExpired`	Quando viene creato un aggiornamento OTA, puoi configurare la durata dell'URL prefirmato S3. Questo test verifica che il dispositivo sia in grado di eseguire un'OTA, anche se non riesce a completare il download alla scadenza dell'URL. Il dispositivo dovrebbe richiedere un nuovo documento di lavoro, che contiene un nuovo URL per riprendere il download.

Caso di test	Description
`OTAE2E2UpdatesCancel1st`	Questo test crea due aggiornamenti OTA di seguito. Quando il dispositivo segnala che sta scaricando il primo aggiornamento, il test force annulla il primo aggiornamento. Il dispositivo dovrebbe interrompere l'aggiornamento corrente, ritirare il secondo aggiornamento e completarlo.
`OTAE2ECancelThenUpdate`	Questo test crea due aggiornamenti OTA di seguito. Quando il dispositivo segnala che sta scaricando il primo aggiornamento, il test force annulla il primo aggiornamento. Il dispositivo dovrebbe interrompere l'aggiornamento corrente e ritirare il secondo aggiornamento, quindi completarlo.
`OTAE2EImageCrashed`	Questo test verifica che il dispositivo sia in grado di rifiutare un aggiornamento quando l'immagine si blocca.

Test PAL

Prerequisiti

Per eseguire il porting dei test dell'interfaccia di trasporto di rete, è necessario quanto segue:

- Un progetto in grado di creare FreerTOS con una porta del kernel FreerTOS valida.
- Un'implementazione funzionante di OTA PAL.

Portabilità

- Aggiungi FreeRTOS-Libraries-Integration-Tests come sottomodulo nel tuo progetto. La posizione del sottomodulo nel progetto deve essere dove può essere costruito.

- Copia `config_template/test_execution_config_template.h` e `config_template/test_param_config_template.h` in una posizione nel percorso di compilazione e rinominali in and. `test_execution_config.h` `test_param_config.h`
- Includi i file pertinenti nel sistema di compilazione. Se si utilizza`CMake`, `qualification_test.cmake` e `src/ota_pal_tests.cmake` può essere utilizzato per includere i file pertinenti.
- Configura il test implementando le seguenti funzioni:
  - `SetupOtaPalTestParam()`: definito in`src/ota/ota_pal_test.h`. L'implementazione deve avere lo stesso nome e la stessa firma definiti in`ota_pal_test.h`. Attualmente non è necessario configurare questa funzione.
- Implementa UNITY_OUTPUT_CHAR in modo che i log di output dei test non si interlacciano con i log del dispositivo.
- `RunQualificationTest()`Chiama dall'applicazione. L'hardware del dispositivo deve essere inizializzato correttamente e la rete deve essere connessa prima della chiamata.

Test in corso

Questa sezione descrive i test locali dei test di qualificazione OTA PAL.

Abilita il test

Apri `test_execution_config.h` e definisci OTA_PAL_TEST_ENABLED su 1.

In`test_param_config.h`, aggiorna le seguenti opzioni:

- OTA_PAL_TEST_CERT_TYPE: seleziona il tipo di certificato utilizzato.
- OTA_PAL_CERTIFICATE_FILE: percorso del certificato del dispositivo, se applicabile.
- OTA_PAL_FIRMWARE_FILE: nome del file del firmware, se applicabile.
- OTA_PAL_USE_FILE_SYSTEM: impostato su 1 se OTA PAL utilizza l'astrazione del file system.

Crea e esegui il flashing dell'applicazione utilizzando una catena di strumenti a tua scelta. Quando `RunQualificationTest()` viene chiamato, verranno eseguiti i test OTA PAL. I risultati del test vengono inviati alla porta seriale.

Integrazione delle attività OTA

- Aggiungi l'agente OTA alla tua demo MQTT attuale.

- Esegui i test OTA End to End (E2E) con. AWS IoT Questo verifica se l'integrazione funziona come previsto.

> **Note**
>
> Per qualificare ufficialmente un dispositivo per FreerTOS, è necessario convalidare il codice sorgente portato del dispositivo rispetto ai gruppi di test OTA PAL e OTA E2E con. AWS IoT Device Tester Segui le istruzioni in Using AWS IoT Device Tester for FreerTOS nella FreeRTOS User Guide per configurare la convalida delle porte. AWS IoT Device Tester Per testare la porta di una libreria specifica, è necessario abilitare il gruppo di test corretto nel file nella `device.json` cartella. AWS IoT Device Tester `configs`

Bootloader dispositivo IoT

È necessario fornire la propria applicazione di bootloader sicura. Assicurati che la progettazione e l'implementazione forniscano un'adeguata mitigazione delle minacce alla sicurezza. Di seguito è riportata la modellazione delle minacce come riferimento.

Modellazione delle minacce per il bootloader dei dispositivi IoT

Contesto

Come definizione operativa, i AWS IoT dispositivi integrati a cui fa riferimento questo modello di minaccia sono prodotti basati su microcontrollori che interagiscono con i servizi cloud. Possono essere distribuiti in ambienti consumer, commerciali o industriali. I dispositivi IoT possono raccogliere dati su un utente, un paziente, una macchina o un ambiente e controllare qualsiasi cosa, dalle lampadine alle serrature alle officine.

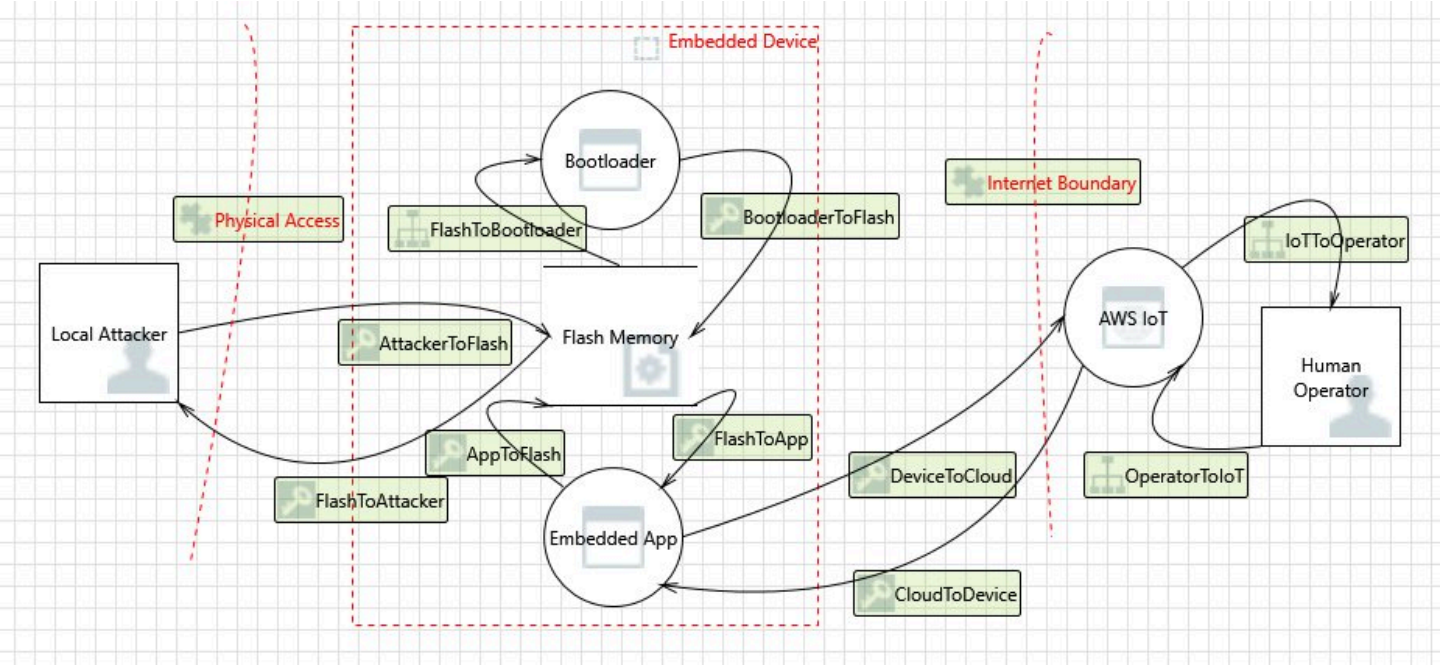
La modellazione delle minacce è un approccio alla sicurezza dal punto di vista di un ipotetico avversario. Considerando gli obiettivi e i metodi dell'avversario, viene creato un elenco di minacce. Le minacce sono attacchi contro una risorsa o un asset eseguiti da un avversario. L'elenco è prioritario e viene utilizzato per identificare e creare soluzioni di mitigazione. Quando si sceglie una soluzione di mitigazione, i costi di implementazione e manutenzione devono essere bilanciati con il reale valore di sicurezza che offre. Esistono diverse metodologie dei modelli di minacce. Ciascuno è in grado di supportare lo sviluppo di un AWS IoT prodotto sicuro e di successo.

FreerTOS offre aggiornamenti software OTA over-the-air () ai dispositivi. AWS IoT La struttura di aggiornamento combina servizi cloud con librerie software su dispositivo e un bootloader fornito da partner. Questo modello di minacce si concentra in modo specifico sulle minacce contro il bootloader.

Casi d'uso del bootloader

- Aggiungere una firma digitale e crittografare il firmware prima della distribuzione.
- Distribuire le nuove immagini del firmware a un solo dispositivo, un gruppo di dispositivi oppure all'intero parco istanze.
- Verificare l'autenticità e l'integrità del nuovo firmware dopo che è stato distribuito ai dispositivi.
- I dispositivi eseguono solo software non modificato da un'origine attendibile.
- I dispositivi sono resilienti ai software difettosi ricevuti tramite OTA.

Diagramma del flusso di dati



Minacce

Alcuni attacchi utilizzano diversi modelli di mitigazione; ad esempio, una rete man-in-the-middle destinata a fornire un'immagine firmware dannosa viene mitigata verificando l'attendibilità sia del certificato offerto dal server TLS che del certificato code-firmatario della nuova immagine firmware. Per massimizzare la sicurezza del bootloader, tutte le soluzioni di mitigazione diverse dal bootloader sono considerate inaffidabili. Il bootloader deve disporre di soluzioni di mitigazione intrinseche per ogni attacco. Le soluzioni di mitigazione a più livelli sono note come. defense-in-depth

Minacce:

- Un utente malintenzionato dirotta la connessione del dispositivo al server per distribuire un'immagine firmware dannosa.

  Esempio di mitigazione

  - All'avvio, il bootloader verifica la firma crittografica dell'immagine utilizzando un certificato noto. Se la verifica ha esito negativo, il bootloader esegue il rollback all'immagine precedente.
- Un utente malintenzionato sfrutta un overflow del buffer per introdurre comportamenti dannosi all'immagine del firmware esistente archiviata in flash.

  Esempi di mitigazione

  - All'avvio, il bootloader verifica, come descritto in precedenza. Quando la verifica ha esito negativo e non è disponibile alcuna immagine precedente, il bootloader si arresta.
  - All'avvio, il bootloader verifica, come descritto in precedenza. Quando la verifica fallisce e non è disponibile alcuna immagine precedente, il bootloader entra in una modalità solo OTA a prova di errore.
- Un utente malintenzionato avvia il dispositivo su un'immagine archiviata in precedenza, che può essere sfruttata.

  Esempi di mitigazione

  - I settori Flash che memorizzano l'ultima immagine vengono cancellati dopo l'installazione e il test di una nuova immagine.
  - Un fusibile viene incendiato a ogni aggiornamento riuscito e ogni immagine si rifiuta di eseguire a meno che il numero corretto di fusibili non sia stato incendiato.
- Un aggiornamento OTA fornisce un'immagine difettosa o dannosa che copia il dispositivo.

  Esempio di mitigazione

  - Il bootloader avvia un timer watchdog hardware che attiva il rollback all'immagine precedente.
- Un utente malintenzionato esegue le patch al bootloader per ignorare la verifica dell'immagine in modo che il dispositivo accetti immagini non firmate.

  Esempi di mitigazione

  - Il bootloader è in ROM (memoria di sola lettura) e non può essere modificato.
  - Il bootloader è in OTP (one-time-programmable memoria) e non può essere modificato.

    - Il bootloader si trova nella zona sicura di ARM TrustZone e non può essere modificato.
- Un utente malintenzionato sostituisce il certificato di verifica in modo che il dispositivo accetti immagini dannose.

  Esempi di mitigazione

    - Il certificato è in un co-processore crittografico e non può essere modificato.
    - Il certificato è in ROM (o OTP o zona sicura) e non può essere modificato.

Ulteriore modellazione delle minacce

Questo modello di minaccia considera solo il bootloader. Un'ulteriore modellazione delle minacce potrebbe migliorare la sicurezza generale. Un metodo consigliato è elencare gli obiettivi dell'avversario, gli asset a cui si rivolgono tali obiettivi e i punti di ingresso degli asset. È possibile creare un elenco di minacce prendendo in considerazione gli attacchi ai punti di ingresso per ottenere il controllo degli asset. Di seguito sono elencati alcuni esempi di obiettivi, asset e punti di ingresso per un dispositivo IoT. Questi elenchi non sono esaustivi e hanno lo scopo di stimolare ulteriormente la riflessione.

Obiettivi dell'avversario

- Estendi il denaro
- reputazioni in rovina
- Falsify data (Falsificazione dati)
- Deviazione delle risorse
- Spionare in remoto un target
- Accesso fisico a un sito
- Soddisfazione
- Instill terror

Asset chiave

- Chiavi private
- Certificato client
- Certificati root CA
- Credenziali e token di sicurezza

- Informazioni personali identificabili del cliente
- Implementazioni di segreti commerciali
- Dati del sensore
- Data store di analisi nel cloud
- Infrastruttura cloud

Punti di accesso

- Risposta DHCP
- Risposta DNS
- MQTT su TLS
- Risposta HTTPS
- Immagine software OTA
- Altro, come stabilito dall'applicazione, ad esempio, USB
- Accesso fisico al bus
- IC debloccato

Portare la libreria Cellular Interface

FreerTOS supporta i comandi AT di un livello di astrazione cellulare scaricato da TCP. Per ulteriori informazioni, consulta Cellular Interface Library e Porting the Cellular Interface Library su freertos.org.

Prerequisiti

Non esiste una dipendenza diretta per la libreria Cellular Interface. Tuttavia, nello stack di rete FreerTOS, Ethernet, Wi-Fi e cellulare non possono coesistere, quindi gli sviluppatori devono sceglierne uno con cui integrarsi. Portare l'interfaccia di trasporto di rete

> **Note**
>
> Se il modulo cellulare è in grado di supportare l'offload TLS o non supporta i comandi AT, gli sviluppatori possono implementare la propria astrazione cellulare da integrare con. Portare l'interfaccia di trasporto di rete

Migrazione da MQTT versione 3 a CoreMQTT

Questa guida alla migrazione spiega come migrare le applicazioni da MQTT a CoreMQTT.

Migrazione dalla versione 1 alla versione 3 per le applicazioni OTA

Questa guida ti aiuterà a migrare la tua applicazione dalla versione 1 alla versione 3 della libreria OTA.

> **Note**
>
> La versione OTA 2 APIs è la stessa di OTA v3 APIs, quindi se la tua applicazione utilizza la versione 2 della APIs , non sono necessarie modifiche per le chiamate API, ma ti consigliamo di integrare la versione 3 della libreria.

Le demo per OTA versione 3 sono disponibili qui:

- ota_demo_core_mqtt.
- ota_demo_core_http.
- ota_blau.

Riepilogo delle modifiche alle API

Riepilogo delle modifiche alle API tra la versione 1 e la versione 3 di OTA Library

API OTA versione 1	API OTA versione 3	Descrizione delle modifiche
OTA_ AgentInit	OTA_init	I parametri di input vengono modificati così come il valore restituito dalla funzione a causa di modifiche nell'implementazione in OTA v3. Per i dettagli, consulta la sezione dedicata a OTA_Init riportata di seguito.
OTA_ AgentShutdown	OTA_Shutdown	Modifica dei parametri di input, incluso un parametro aggiuntiv

API OTA versione 1	API OTA versione 3	Descrizione delle modifiche
		o per l'annullamento opzionale dell'iscrizione agli argomenti MQTT. Per ulteriori informazioni, consultate la sezione dedicata a OTA_Shutdown riportata di seguito.
OTA_ GetAgentState	OTA_ GetState	Il nome dell'API viene modificato senza modifiche al parametro di input. Il valore restituito è lo stesso ma l'enum e i membri vengono rinominati. Per maggiori dettagli, consulta la sezione dedicata a OTA_ GetState riportata di seguito.
N/A	OTA_ GetStatistics	Aggiunta una nuova API che sostituisce OTA_, OTA_, APIs OTA_GetPacketsReceived, GetPacketsQueued OTA_. GetPacketsProcessed GetPacketsDropped Per maggiori dettagli, consulta la sezione dedicata a OTA_ riportata di seguito. GetStatistics
OTA_ GetPacketsReceived	N/A	Questa API è stata rimossa dalla versione 3 e sostituita da OTA_. GetStatistics
OTA_ GetPacketsQueued	N/A	Questa API è stata rimossa dalla versione 3 e sostituita da OTA_. GetStatistics

API OTA versione 1	API OTA versione 3	Descrizione delle modifiche
OTA_ GetPacketsProcessed	N/A	Questa API è stata rimossa dalla versione 3 e sostituita da OTA_. GetStatistics
OTA_ GetPacketsDropped	N/A	Questa API è stata rimossa dalla versione 3 e sostituita da OTA_. GetStatistics
OTA_ ActivateNewImage	OTA_ ActivateNewImage	I parametri di input sono gli stessi ma il codice di errore OTA restituito viene rinominato e vengono aggiunti nuovi codici di errore nella versione 3 della libreria OTA. Consulta la sezione relativa a OTA_ ActivateNewImage per i dettagli.
OTA_ SetImageState	OTA_ SetImageState	I parametri di input sono gli stessi e rinominati, il codice di errore OTA restituito viene rinominato e vengono aggiunti nuovi codici di errore nella versione 3 della libreria OTA. Consulta la sezione relativa a OTA_ per i dettagliSetImageState .
OTA_ GetImageState	OTA_ GetImageState	I parametri di input sono gli stessi, l'enum restituito viene rinominato nella versione 3 della libreria OTA. Consulta la sezione relativa a OTA_ per i dettagliGetImageState .

API OTA versione 1	API OTA versione 3	Descrizione delle modifiche
OTA_Suspend	OTA_sospendere	I parametri di input sono gli stessi, il codice di errore OTA restituito viene rinominato e vengono aggiunti nuovi codici di errore nella versione 3 della libreria OTA. Per i dettagli, consulta la sezione relativa a OTA_Suspend.
OTA_Resume	OTA_curriculum	Il parametro di input per la connessione viene rimosso quando la connessione viene gestita nella demo/ applicazione OTA, il codice di errore OTA restituito viene rinominato e vengono aggiunti nuovi codici di errore nella versione 3 della libreria OTA. Per i dettagli, consulta la sezione relativa a OTA_Resume.
OTA_ CheckForUpdate	OTA_ CheckForUpdate	I parametri di input sono gli stessi, il codice di errore OTA restituito viene rinominato e vengono aggiunti nuovi codici di errore nella versione 3 della libreria OTA. Consulta la sezione relativa a OTA_ CheckForUpdate per i dettagli.

API OTA versione 1	API OTA versione 3	Descrizione delle modifiche
N/A	OTA_ EventProcessingTask	È stata aggiunta una nuova API ed è il ciclo di eventi principale per gestire gli eventi per l'aggiornamento OTA e deve essere richiamato dall'attività dell'applicazione. Consulta la sezione dedicata a OTA_ EventProcessingTask per i dettagli.
N/A	OTA_ SignalEvent	È stata aggiunta una nuova API che aggiunge l'evento in fondo alla coda degli eventi OTA e viene utilizzata dai moduli OTA interni per segnalare l'attività dell'agente. Consulta la sezione dedicata a OTA_ SignalEvent per i dettagli.
N/A	OTA_ERR_STRError	Nuova API per la conversione del codice di errore in stringa per gli errori OTA.
N/A	OTA_ _strerror JobParse	Nuova API per la conversione del codice di errore in stringa per gli errori di Job Parsing.
N/A	OTA_ _strerror OsStatus	Nuova API per la conversione del codice di stato in stringa per lo stato della porta del sistema operativo OTA.

API OTA versione 1	API OTA versione 3	Descrizione delle modifiche
N/A	OTA_ _strerror PalStatus	Nuova API per la conversione del codice di stato in stringa per lo stato della porta OTA PAL.

Descrizione delle modifiche richieste

OTA_Init

Quando si inizializza l'agente OTA nella versione 1, viene utilizzata l'`OTA_AgentInit`API che accetta come input i parametri per il contesto di connessione, il nome dell'oggetto, il callback completo e il timeout.

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

Questa API è ora modificata `OTA_Init` con i parametri per i buffer necessari per le interfacce ota, ota, il nome dell'oggetto e il callback dell'applicazione.

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

Parametri di input rimossi -

pvConnectionContext -

Il contesto di connessione viene rimosso perché la versione 3 della libreria OTA non richiede il passaggio del contesto di connessione e le MQTT/HTTP operazioni sono gestite dalle rispettive interfacce nella demo/applicazione OTA.

xTicksToAttendi -

Anche il parametro ticks to wait viene rimosso quando l'attività viene creata nell'OTA demo/application prima di chiamare OTA_Init.

Parametri di input rinominati -

xFunc -

Il parametro viene rinominato in OtaAppCallback e il suo tipo viene modificato in _t. OtaAppCallback

Nuovi parametri di input -

pOtaBuffer

L'applicazione deve allocare i buffer e passarli alla libreria OTA utilizzando la struttura OtaAppBuffer _t durante l'inizializzazione. I buffer richiesti differiscono leggermente a seconda del protocollo utilizzato per scaricare il file. Per il protocollo MQTT sono necessari i buffer per il nome dello stream e per il protocollo HTTP sono necessari i buffer per l'URL e lo schema di autorizzazione prefirmati.

I buffer sono necessari quando si utilizza MQTT per il download di file -

```
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
};
```

Buffer richiesti quando si utilizza HTTP per il download di file -

```
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
};
```

Dove -

```
    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

Il secondo parametro di input di OTA_Init è un riferimento alle interfacce OTA per il tipo _t. OtaInterfaces Questo set di interfacce deve essere passato alla libreria OTA e include nell'interfaccia del sistema operativo l'interfaccia MQTT, l'interfaccia HTTP e l'interfaccia a livello di astrazione della piattaforma.

Interfaccia del sistema operativo OTA

L'interfaccia funzionale del sistema operativo OTA è un insieme APIs che deve essere implementato affinché il dispositivo possa utilizzare la libreria OTA. Le implementazioni delle funzioni per questa interfaccia vengono fornite alla libreria OTA nell'applicazione utente. La libreria OTA richiama le implementazioni delle funzioni per eseguire funzionalità tipicamente fornite da un sistema operativo. Ciò include la gestione di eventi, timer e allocazione della memoria. Le implementazioni per FreerTOS e POSIX sono fornite con la libreria OTA.

Esempio di FreerTOS che utilizza la porta FreeRTOS fornita -

```
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;
```

Esempio per Linux che utilizza la porta POSIX fornita -

```
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;
```

Interfaccia MQTT

L'interfaccia OTA MQTT è un insieme APIs che deve essere implementato in una libreria per consentire alla libreria OTA di scaricare un blocco di file dal servizio di streaming.

Esempio di utilizzo dell'agente APIs CoreMQTT della demo OTA su MQTT -

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

Interfaccia HTTP

L'interfaccia HTTP OTA è un insieme APIs che deve essere implementato in una libreria per consentire alla libreria OTA di scaricare un blocco di file collegandosi a un URL prefirmato e recuperando blocchi di dati. È facoltativo a meno che non si configuri la libreria OTA per il download da un URL prefirmato anziché da un servizio di streaming.

Esempio di utilizzo di CoreHTTP APIs dalla demo OTA su HTTP -

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

Interfaccia OTA PAL

L'interfaccia OTA PAL è un set APIs che deve essere implementato affinché il dispositivo possa utilizzare la libreria OTA. L'implementazione specifica del dispositivo per OTA PAL viene fornita alla libreria nell'applicazione utente. Queste funzioni vengono utilizzate dalla libreria per archiviare, gestire e autenticare i download.

```
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;
```

Modifiche in cambio -

Il reso viene modificato dallo stato dell'agente OTA al codice di errore OTA. Si prega di fare riferimento all'AWS IoT Over-the-air aggiornamento v3.0.0: _t. OtaErr

OTA_Shutdown

Nella versione 1 della libreria OTA, l'API utilizzata per spegnere l'agente OTA era OTA_, AgentShutdown che ora viene modificata in OTA_Shutdown insieme alle modifiche ai parametri di input.

OTA Agent Shutdown (versione 1)

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

OTA Agent Shutdown (versione 3)

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

ticksToWait -

Il numero di tick necessari per attendere che l'agente OTA completi il processo di spegnimento. Se questo valore è impostato su zero, la funzione tornerà immediatamente senza attendere. Lo stato attuale viene restituito al chiamante. L'agente non dorme per questo periodo, ma viene utilizzato per i loop più frequenti.

Nuovo parametro di input -

UnsubscribeFlag -

Contrassegno per indicare se le operazioni di annullamento dell'iscrizione devono essere eseguite dagli argomenti del lavoro quando viene chiamato lo shutdown. Se il flag è 0, le operazioni di annullamento dell'iscrizione non vengono eseguite per gli argomenti relativi al lavoro. Se l'applicazione deve essere annullata dagli argomenti del lavoro, questo flag deve essere impostato su 1 quando si chiama OTA_Shutdown.

Modifiche in cambio -

OtaState_t -

L'enum per lo stato dell'agente OTA e i suoi membri vengono rinominati. Si prega di fare riferimento all'AWS IoT Over-the-air aggiornamento v3.0.0.

OTA_ GetState

Il nome dell'API viene modificato da OTA_ a OTA_AgentGetState . GetState

OTA Agent Shutdown (versione 1)

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

OTA Agent Shutdown (versione 3)

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

Modifiche in cambio -

OtaState_t -

L'enum per lo stato dell'agente OTA e i suoi membri vengono rinominati. Si prega di fare riferimento all'AWS IoT Over-the-air aggiornamento v3.0.0.

OTA_ GetStatistics

Nuova API singola aggiunta per le statistiche. Sostituisce OTA_, APIs OTA_GetPacketsReceived, OTA_, OTA_GetPacketsQueued. GetPacketsProcessed GetPacketsDropped Inoltre, nella versione 3 della libreria OTA, i numeri delle statistiche sono relativi solo al lavoro corrente.

OTA Library versione 1

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

OTA Library versione 3

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

Statistiche -

Parametro di input/output per dati statistici come pacchetti ricevuti, eliminati, messi in coda ed elaborati per il lavoro corrente.

Parametro di output -

Codice di errore OTA.

Esempio di utilizzo -

```
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

I parametri di input sono gli stessi ma il codice di errore OTA restituito viene rinominato e vengono aggiunti nuovi codici di errore nella versione 3 della libreria OTA.

OTA Library versione 1

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

OTA Library versione 3

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

L'enum del codice di errore OTA di ritorno viene modificato e vengono aggiunti nuovi codici di errore. Si prega di fare riferimento all'AWS IoT Over-the-air aggiornamento v3.0.0: _t. OtaErr

Esempio di utilizzo -

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

OTA_ SetImageState

I parametri di input sono gli stessi e rinominati, il codice di errore OTA restituito viene rinominato e vengono aggiunti nuovi codici di errore nella versione 3 della libreria OTA.

OTA Library versione 1

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

OTA Library versione 3

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

Il parametro di input viene rinominato in OtaImageState _t. Si prega di fare riferimento all'AWS IoT Over-the-air aggiornamento v3.0.0.

L'enum del codice di errore OTA di ritorno viene modificato e vengono aggiunti nuovi codici di errore. Fare riferimento all'AWS IoT Over-the-air aggiornamento v3.0.0/_t. OtaErr

Esempio di utilizzo -

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

OTA_ GetImageState

I parametri di input sono gli stessi, l'enum di ritorno viene rinominato nella versione 3 della libreria OTA.

OTA Library versione 1

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

OTA Library versione 3

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

L'enum restituito viene rinominato in _t. OtaImageState Fate riferimento all'AWS IoT Over-the-air aggiornamento v3.0.0: _t. OtaImageState

Esempio di utilizzo -

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

OTA_Suspend

I parametri di input sono gli stessi, il codice di errore OTA restituito viene rinominato e vengono aggiunti nuovi codici di errore nella versione 3 della libreria OTA.

OTA Library versione 1

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

OTA Library versione 3

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

L'enum del codice di errore OTA di ritorno viene modificato e vengono aggiunti nuovi codici di errore. Si prega di fare riferimento all'AWS IoT Over-the-air aggiornamento v3.0.0: _t. OtaErr

Esempio di utilizzo -

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

OTA_Resume

Il parametro di input per la connessione viene rimosso quando la connessione viene gestita nella demo/applicazione OTA, il codice di errore OTA restituito viene rinominato e vengono aggiunti nuovi codici di errore nella versione 3 della libreria OTA.

OTA Library versione 1

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

OTA Library versione 3

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

L'enum del codice di errore OTA di ritorno viene modificato e vengono aggiunti nuovi codici di errore. Si prega di fare riferimento all'AWS IoT Over-the-air aggiornamento v3.0.0: _t. OtaErr

Esempio di utilizzo -

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

OTA_ CheckForUpdate

I parametri di input sono gli stessi, il codice di errore OTA restituito viene rinominato e vengono aggiunti nuovi codici di errore nella versione 3 della libreria OTA.

OTA Library versione 1

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

OTA Library versione 3

```
OtaErr_t OTA_CheckForUpdate( void )
```

L'enum del codice di errore OTA di ritorno viene modificato e vengono aggiunti nuovi codici di errore. Si prega di fare riferimento all'AWS IoT Over-the-air aggiornamento v3.0.0: _t. OtaErr

OTA_ EventProcessingTask

Questa è una nuova API ed è il ciclo di eventi principale per gestire gli eventi per gli aggiornamenti OTA. Deve essere chiamato dal task dell'applicazione. Questo ciclo continuerà a gestire ed eseguire gli eventi ricevuti per OTA Update fino a quando questa attività non verrà terminata dall'applicazione.

OTA Library versione 3

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

Esempio di 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 );
}
```

Esempio per 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

Si tratta di una nuova API che aggiunge l'evento in fondo alla coda degli eventi e viene utilizzata anche dai moduli OTA interni per segnalare l'attività dell'agente.

OTA Library versione 3

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

Esempio di utilizzo -

```
OtaEventMsg_t xEventMsg = { 0 };
```

```
xEventMsg.eventId = OtaAgentEventStart;
( void ) OTA_SignalEvent( &xEventMsg );
```

Integrazione della libreria OTA come sottomodulo nell'applicazione

Se vuoi integrare la libreria OTA nella tua applicazione puoi usare il comando git submodule. I sottomoduli Git consentono di mantenere un repository Git come sottodirectory di un altro repository Git. La versione 3 della libreria OTA è gestita nel repository -embedded-sdk. ota-for-aws-iot

```
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
```

Per ulteriori informazioni, consulta Integrazione dell'agente OTA nella tua applicazione nella Guida per l'utente di FreerTOS.

Riferimenti

- OTAv1.
- OTAv3.

Migrazione dalla versione 1 alla versione 3 per la porta OTA PAL

La libreria Over-the-air degli aggiornamenti ha introdotto alcune modifiche nella struttura delle cartelle e nel posizionamento delle configurazioni richieste dalla libreria e dalle applicazioni demo. Affinché le applicazioni OTA progettate per funzionare con la v1.2.0 possano migrare alla versione 3.0.0 della libreria, è necessario aggiornare le firme delle funzioni della porta PAL e includere file di configurazione aggiuntivi come descritto in questa guida alla migrazione.

Modifiche a OTA PAL

- Il nome della directory delle porte OTA PAL è stato aggiornato dal `ota` al`ota_pal_for_aws`. Questa cartella deve contenere 2 file: `ota_pal.c` e`ota_pal.h`. Il file di intestazione PAL è `libraries/freertos_plus/aws/ota/src/aws_iot_ota_pal.h` stato eliminato dalla libreria OTA e deve essere definito all'interno della porta.
- I codici restituiti (`OTA_Err_t`) vengono tradotti in un `OTAMainStatus_t` enum. Fai riferimento a ota_platform_interface.h per i codici restituiti tradotti. Sono inoltre disponibili macro di supporto per combinare `OtaPalMainStatus` e `OtaPalSubStatus` codificare ed estrarre `OtaMainStatus` da `OtaPalStatus` e simili.
- Accesso al PAL
  - Rimossa la `DEFINE_OTA_METHOD_NAME` macro.
  - In precedenza:`OTA_LOG_L1( "[%s] Receive file created.\r\n", OTA_METHOD_NAME );`.
  - Aggiornato: `LogInfo( "Receive file created." ));` usa`LogDebug`, `LogWarn` e `LogError` per il registro appropriato.
- Variabile `cOTA_JSON_FileSignatureKey` modificata in`OTA_JsonFileSignatureKey`.

Funzioni

Le firme delle funzioni sono definite in `ota_pal.h` e iniziano con il prefisso `otaPal` anziché. `prvPAL`

> **Note**
>
> Il nome esatto del PAL è tecnicamente aperto, ma per essere compatibile con i test di qualificazione, il nome deve essere conforme a quelli specificati di seguito.

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

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

  Note: crea un nuovo file di ricezione per i blocchi di dati non appena arrivano.
- Versione 1: `int16_t prvPAL_WriteBlock( OTA_FileContext_t * const C, uint32_t ulOffset, uint8_t * const pcData, uint32_t ulBlockSize );`

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

  Note: scrive un blocco di dati nel file specificato all'offset specificato.
- Versione 1: `OTA_Err_t prvPAL_ActivateNewImage( void );`

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

  Note: attiva l'immagine MCU più recente ricevuta tramite OTA.
- Versione 1: `OTA_Err_t prvPAL_ResetDevice( void );`

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

  Note: ripristina il dispositivo.
- Versione 1: `OTA_Err_t prvPAL_CloseFile( OTA_FileContext_t * const *C* );`

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

  Note: autentica e chiude il file di ricezione sottostante nel contesto OTA specificato.

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

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

  Note: interrompi un trasferimento OTA.

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

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

  Note: tentativo di impostare lo stato dell'immagine di aggiornamento OTA.

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

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

  Note: ottieni lo stato dell'immagine di aggiornamento OTA.

Tipi di dati

- Versione 1: `OTA_PAL_ImageState_t`

  File: `aws_iot_ota_agent.h`

  Versione 3: `OtaPalImageState_t`

  File: `ota_private.h`

  Note: lo stato dell'immagine impostato dall'implementazione della piattaforma.

- Versione 1: `OTA_Err_t`

  File: `aws_iot_ota_agent.h`

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

  File:`ota.h`, `ota_platform_interface.h`

Note: v1: si trattava di macro che definivano un numero intero senza segno 32. v3: enum specializzato che rappresenta il tipo di errore e associato a un codice di errore.

- Versione 1: `OTA_FileContext_t`

  File: `aws_iot_ota_agent.h`

  Versione 3: `OtaFileContext_t`

  File: `ota_private.h`

  Note: v1: contiene un enum e dei buffer per i dati. v3: contiene variabili aggiuntive per la lunghezza dei dati.

- Versione 1: `OTA_ImageState_t`

  File: `aws_iot_ota_agent.h`

  Versione 3: `OtaImageState_t`

  File: `ota_private.h`

  Note: stati dell'immagine OTA

Modifiche di configurazione

Il file `aws_ota_agent_config.h` è stato rinominato in base al `ota_config.h`quale vengono modificate le guardie di inclusione da a`_AWS_OTA_AGENT_CONFIG_H_`. `OTA_CONFIG_H_`

- Il file `aws_ota_codesigner_certificate.h` è stato eliminato.
- Incluso il nuovo stack di registrazione per stampare i messaggi di debug:

```
/************************************************/
/******* 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 ***************/
```

- Aggiunta la configurazione costante:

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

Nuovo file: **ota_demo_config.h**contiene le configurazioni richieste dalla demo OTA, come il certificato di firma del codice e la versione dell'applicazione.

- `signingcredentialSIGNING_CERTIFICATE_PEM`che è stato definito in `demos/include/aws_ota_codesigner_certificate.h` è stato spostato in `otapalconfigCODE_SIGNING_CERTIFICATE` ed è possibile accedervi dai file PAL come: `ota_demo_config.h`

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

  Il file `aws_ota_codesigner_certificate.h` è stato eliminato.

- Le macro `APP_VERSION_BUILD` `APP_VERSION_MAJOR` sono state aggiunte `aota_demo_config.h`. `APP_VERSION_MINOR` I vecchi file contenenti le informazioni sulla versione sono stati rimossi, ad esempio `tests/include/aws_application_version.hlibraries/c_sdk/standard/common/include/iot_appversion32.h`,`demos/demo_runner/aws_demo_version.c`.

Modifiche ai test OTA PAL

- Rimosso il gruppo di test «Full_OTA_Agent» insieme a tutti i file correlati. Questo gruppo di test era precedentemente richiesto per la qualificazione. Questi test erano per la libreria OTA e non erano specifici per la porta OTA PAL. La libreria OTA ora ha una copertura completa dei test ospitata nel repository OTA, quindi questo gruppo di test non è più necessario.
- Rimossi i gruppi di test «Full_OTA_CBOR» e «Quarantine_OTA_CBOR» e tutti i file correlati. Questi test non facevano parte dei test di qualificazione. Le funzionalità coperte da questi test vengono ora testate nell'archivio OTA.
- I file di test sono stati spostati dalla directory della libreria alla `tests/integration_tests/ota_pal` directory.
- Aggiornati i test di qualificazione OTA PAL per utilizzare la v3.0.0 dell'API della libreria OTA.
- È stato aggiornato il modo in cui i test OTA PAL accedono al certificato di firma del codice per i test. In precedenza esisteva un file di intestazione dedicato per la credenziale di firma del codice. Questo non è più il caso della nuova versione della libreria. Il codice di test prevede che questa variabile venga definita in`ota_pal.c`. Il valore viene assegnato a una macro definita nel file di configurazione OTA specifico della piattaforma.

Lista di controllo

Utilizza questa lista di controllo per assicurarti di seguire i passaggi richiesti per la migrazione:

- Aggiorna il nome della cartella della porta ota pal da `ota` a`ota_pal_for_aws`.
- Aggiungi il file `ota_pal.h` con le funzioni sopra menzionate. Per un `ota_pal.h` file di esempio, vedere GitHub.
- Aggiungi i file di configurazione:
  - Cambia il nome del file da `aws_ota_agent_config.h` a (o crea)`ota_config.h`.
    - Aggiungi:

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

    - Include:

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

  - Copia i file di cui sopra nella `aws_test config` cartella e sostituisci le eventuali inclusioni `ota_demo_config.h` con`aws_test_ota_config.h`.
  - Aggiungi un `ota_demo_config.h` file.
  - Aggiungere un `aws_test_ota_config.h` file.
- Apportare le modifiche seguenti a `ota_pal.c`:
  - Aggiorna gli include con i nomi di file della libreria OTA più recenti.
  - Rimuovere la macro `DEFINE_OTA_METHOD_NAME`.
  - Aggiorna le firme delle funzioni OTA PAL.
  - Aggiorna il nome della variabile di contesto del file da `C` a`pFileContext`.
  - Aggiorna la `OTA_FileContext_t` struttura e tutte le variabili correlate.
  - Aggiorna `cOTA_JSON_FileSignatureKey` a`OTA_JsonFileSignatureKey`.
  - Aggiorna i `Ota_ImageState_t` tipi `OTA_PAL_ImageState_t` e.
  - Aggiorna il tipo e i valori di errore.
  - Aggiorna le macro di stampa per utilizzare lo stack di registrazione.
  - Aggiorna il file to be`signingcredential`. `SIGNING_CERTIFICATE_PEM`. `otapalconfig`. `CODE_SIGNING_CERTIFICATE`
  - Commenti sull'aggiornamento `otaPal_CheckFileSignature` e sulle `otaPal_ReadAndAssumeCertificate` funzioni.
- Aggiorna il `CMakeLists.txt`file.
- Aggiorna i progetti IDE.

Cronologia dei documenti

La tabella seguente descrive la cronologia della documentazione per la FreeRTOS Porting Guide e la FreeRTOS Qualification Guide.

Data	Versione della documentazione	Cronologia delle modifiche	Versione FreerTOS
maggio 2022	Guida al porting di FreerTOS Guida alla qualificazione di FreerTOS	• Test esistenti aggiornati, aggiunti nuovi test e rimosso i test ridondanti basati sulle librerie FreerTOS Long Term Support (LTS). Per ulteriori informazioni, consulta FreerTOS Libraries Integration Tests 202205.00 su. GitHub • Aggiornato Diagramma di flusso del porting FreerTOS. • Portare l'interfaccia di trasporto di reteAggiunto un nuovo. • Portare la libreria di aggiornamento AWS IoT over-the-air (OTA)è ora necessario per la qualificazione.	202012.04-LTS 202112,00

Data	Versione della documentazione	Cronologia delle modifiche	Versione FreerTOS
		• È stata rimossa la guida al porting del Wi-Fi e dell'astrazione TLS in quanto non più necessaria. • Vedi Ultime modifiche per ulteriori aggiornamenti sulla qualificazione dei FreerTOS.	
luglio 2021	202107.00 (Guida al porting) 202107.00 (Guida alle qualifiche)	• Rilascio 202107.00 • Modificato Portare la libreria di aggiornamento AWS IoT over-the-air (OTA) • Aggiunto Migrazione dalla versione 1 alla versione 3 per le applicazioni OTA • Aggiunto Migrazione dalla versione 1 alla versione 3 per la porta OTA PAL	202107.00

Data	Versione della documentazione	Cronologia delle modifiche	Versione FreerTOS
dicembre 2020	202012.00 (Guida alla portabilità) 202012.00 (Guida alle qualifiche)	• Versione 202012.00 • Aggiunto Configurazione della libreria CoreHTTP • Aggiunto Portare la libreria Cellular Interface	202012.00
novembre 2020	202011.00 (Guida al porting) 202011.00 (Guida alle qualifiche)	• Rilascio 202011.00 • Aggiunto Configurazione della libreria CoreMQTT	20.11.00
luglio 2020	202007.00 (Guida alla portabilità) 202007.00 (Guida alle qualifiche)	• Versione 202007.00	202007.00
18 febbraio 2020	202002.00 (Guida alla portabilità) 202002.00 (Guida alla qualifica)	• Versione 202002.00 • Amazon FreerTOS è ora FreerTOS	202002.00
17 dicembre 2019	201912.00 (Guida alla portabilità) 201912.00 (Guida alla qualifica)	• Versione 201912.00 • È stato aggiunto il porting delle librerie I/O comuni.	201912.00

Data	Versione della documentazione	Cronologia delle modifiche	Versione FreerTOS
29 ottobre 2019	201910.00 (Guida alla portabilità) 201910.00 (Guida alla qualifica)	• Release 201910.00 • Aggiornate le informazioni di trasferimento del generatore di numeri casuali.	201910.00
26 agosto 2019	201908.00 (Guida alla portabilità) 201908.00 (Guida alla qualifica)	• Release 201908.00 • Aggiunta la configurazione della libreria client HTTPS per i test Aggiornato Portare la libreria principale PKCS11	201908.00
17 giugno 2019	201906.00 (Guida al porting) 201906.00 (Guida alle qualifiche)	• Release 201906.00 • Struttura di directory aggiornata	201906.00 principale
21 maggio 2019	1.4.8 (Guida alla portabilità) 1.4.8 (Guida alla qualifica)	• La documenta zione sul porting è stata spostata nella FreerTOS Porting Guide • La documentazione sulle qualifiche è stata spostata nella FreerTOS Qualifica tion Guide	1.4.8

Data	Versione della documentazione	Cronologia delle modifiche	Versione FreerTOS
25 febbraio 2019	1.1.6	• Rimosse istruzioni di download e configurazione dalla appendice del modello della Guida alle operazioni di base (pagina 84)	1.4.5 1.4.6 1.4.7
27 dicembre 2018	1.1.5	• Lista di controllo aggiornata per la qualificazione, appendice con requisiti (pagina 70) CMake	1.4.5 1.4.6
12 dicembre 2018	1.1.4	• Aggiunte istruzioni di trasferimento lwIP nell'appendice Trasferimento TCP/IP (pagina 31)	1.4.5

Data	Versione della documentazione	Cronologia delle modifiche	Versione FreerTOS
26 novembre 2018	1.1.3	• Aggiunta dell'appendice relativa alla portabilità di Bluetooth Low Energy (pagina 52) • Aggiunto AWS IoT Device Tester per informazioni di test FreerTOS in tutto il documento • Aggiunto CMake link alle informazioni per l'elenco nell'appendice FreerTOS Console (pagina 85)	1.4.4

Data	Versione della documentazione	Cronologia delle modifiche	Versione FreerTOS
7 novembre 2018	1.1.2	• Aggiornate le istruzioni di trasferimento interfaccia PKCS #11 PAL nell'appendice Trasferimento PKCS #11 (pagina 38) • Aggiornato percorso a `CertificateConfigurator.html` (pagina 76) • Aggiornata appendice Modello della Guida alle nozioni di base (pagina 80)	1.4.3

Data	Versione della documentazione	Cronologia delle modifiche	Versione FreerTOS
8 Ottobre 2018	1.1.1	• Aggiunta nuova colonna "Richiesto per AFQP" alla tabella di configurazione test `aws_test_runner_config.h` (pagina 16) • Aggiornato percorso alla directory del modulo Unity nella sezione Creazione del progetto di test (pagina 14) • Aggiornato diagramma "Ordine di trasferimento consigliato" (pagina 22) • Aggiornati nomi del certificato client e della variabile chiave nell'appendice TLS, Configurazione test (pagina 40) • Percorsi file modificati nell'appendice Trasferimento Secure Sockets, Configura	1.4.2

Data	Versione della documentazione	Cronologia delle modifiche	Versione FreerTOS
		zione test (pagina 34); appendice Trasferimento TLS, Configura zione test (pagina 40); e appendice Configurazione server TLS (pagina 57)	
27 agosto 2018	1.1.0	• Aggiunta appendice Trasferimento aggiornamenti OTA (pagina 47) • Aggiunta appendice Trasferimento Bootloader (pagina 51)	1.4.0 1.4.1

Data	Versione della documentazione	Cronologia delle modifiche	Versione FreerTOS
9 agosto 2018	1.0.1	• Aggiornato diagramma "Ordine di trasferimento consigliato" (pagina 22) • Aggiornata appendice Trasferimento PKCS # 11 (pagina 36) • Percorsi file modificati nell'appendice Trasferimento TLS, Configurazione test (pagina 40) e Configurazione server TLS, passaggio 9 (pagina 51) • Corretti collegamenti ipertestuali nell'appendice Trasferimento MQTT, Prerequisiti (pagina 45) • Sono state aggiunte istruzioni di AWS CLI configurazione agli esempi in Istruzioni per la creazione di	1.3.1 1.3.2

Data	Versione della documentazione	Cronologia delle modifiche	Versione FreerTOS
		un'appendice BYOC (pagina 57)	
31 luglio 2018	1.0.0	Versione iniziale della Guida al programma di qualificazione FreerTOS	1.3.0

Le traduzioni sono generate tramite traduzione automatica. In caso di conflitto tra il contenuto di una traduzione e la versione originale in Inglese, quest'ultima prevarrà.