Présentation `fitImage`
Introduction

Mickaël Tansorier

Retour d'expérience sur le fonctionnement des `fitImage` et de la signatures des images incluses

Plan

Les formats d'images Linux

`Image`	Image générique binaire
`zImage`	Image générique binaire compressé
`uImage`	Image avec une entête d'information utilisé par U-Boot
`fitImage`	Enveloppe d'image pouvant contenir plusieurs noyaux, devicetree, firmware. Chaque image peut être signé, et d'autres choses

En détails

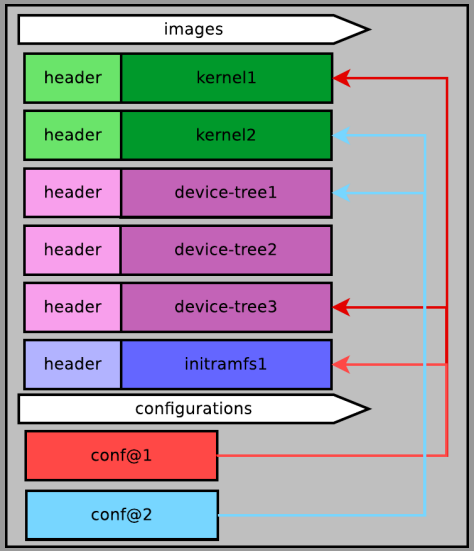
`zImage`
- Sujet à la corruption de donnée, ce qui peut passer inaperçu
- Contient seulement une image
- Utilisation répandue

`uImage`
- Somme de contrôle CRC32 faible
- Contient seulement une image
- Utilisation répandue

En détails

`fitImage`

- Somme de contrôle configurable
- Peut être signé
- Peut contenir de multibles images (kernel, DTB, firmware. . .)
- N'est pas beaucoup utilisé
- Est le successeur de uImage
- Le descritpteur de contenue est basé sur un DTS
- Peut contenir de multiples configurations
- De nouvelles fonctionnalités d'image peuvent être ajoutées au besoin
- Supporte de fort checksums (SHA1, SHA256. . .), Ce qui protège des corruptions silecieuse
- U-Boot peut vérifier le fitImage avec une clé public, ce qui protège contre la falsification
- Le système de construction de Linux ne permet pas de générer une fitImage
- Yocto peut maintenant générer une fitImage


images
header
kernel1
header
kernel2
header
device-tree1
header
device-tree2
header
device-tree3
header
initramfs1
configurations
conf@1
conf@2

Construire une fitImage

Étapes :

- Générer une paire de clé (ex : avec openssl)
- Choisir son algo de signature
- Créer un descripteur `fitImage.its`
- Signer avec `mkimage`

Comment choisir son algo de signature ?

Avant novembre 2016 : Plusieurs types de signature sont disponible dans U-Boot.

common/image-sig.c

```
struct image_sig_algo image_sig_algos[] = {
    {
        "sha1,rsa2048",
        rsa_sign,
        rsa_add_verify_data,
        rsa_verify,
        &checksum_algos[0],
    },
    {
        "sha256,rsa2048",
        rsa_sign,
        rsa_add_verify_data,
        rsa_verify,
        &checksum_algos[1],
    },
    {
        "sha256,rsa4096",
        rsa_sign,
        rsa_add_verify_data,
        rsa_verify,
        &checksum_algos[2],
    }

};
```

Après novembre 2016 :

```
struct crypto_algo *image_get_crypto_algo(const char *full_name);
```

```
struct checksum_algo checksum_algos[] = {
    {
        .name = "sha1",
        .checksum_len = SHA1_SUM_LEN,
        .der_len = SHA1_DER_LEN,
        .der_prefix = sha1_der_prefix,
#if IMAGE_ENABLE_SIGN
        .calculate_sign = EVP_sha1,
#endif
        .calculate = hash_calculate,
    },
    {
        .name = "sha256",
        .checksum_len = SHA256_SUM_LEN,
        .der_len = SHA256_DER_LEN,
        .der_prefix = sha256_der_prefix,
#if IMAGE_ENABLE_SIGN
        .calculate_sign = EVP_sha256,
#endif
        .calculate = hash_calculate,
    }

};
```

```
struct crypto_algo crypto_algos[] = {
    {
        .name = "rsa2048",
        .key_len = RSA2048_BYTES,
        .sign = rsa_sign,
        .add_verify_data = rsa_add_verify_data,
        .verify = rsa_verify,
    },
    {
        .name = "rsa4096",
        .key_len = RSA4096_BYTES,
        .sign = rsa_sign,
        .add_verify_data = rsa_add_verify_data,
        .verify = rsa_verify,
    }

};
```

Créer un descripteur de contenue de `fitImage`

```
KERNEL=/path/to/zImage
KEYNAME=my_key
DTB=/path/to/.dtb
```

fitImage.its

```
/dts-v1/;

/ {
    description = "fitImage for sign Kernel image
        and DTB";
    #address-cells = <1>;

    images {
        kernel@1 {
            description = "Linux Kenel";
            data = /incbin/("%KERNEL%");
            type = "kernel";
            arch = "arm";
            os = "linux";
            compression = "none";
            load = <0x12000000>;
            entry = <0x12000000>;
            signature@1 {
                algo = "sha256,rsa4096";
                key-name-hint = "%KEYNAME%";
            };
        };
        fdt@1 {
            description = "Devicetree";
            data = /incbin/("%DTB%");
            type = "flat_dt";
            arch = "arm";
            compression = "none";
            load = <0x18000000>;
            entry = <0x18000000>;
            signature@1 {
                algo = "sha256,rsa4096";
                key-name-hint = "%KEYNAME%";
            };
        };
    };
    configurations {
        default = "conf@1";
        conf@1 {
            kernel = "kernel@1";
            fdt = "fdt@1";
        };
    };
};
```

Signer les images avec `mkimage`

Il faut l'ajouter avec `mkimage` :

-D <dtc options> Fournie les options du compilateur de device tree utilisé pour créer l'image.

-k <key_directory> Spécifie le répertoire contenant les clés pour signer. Il doit contenir la clé privé <name>.key et le certificat <name>.cert (contenant la clé public) utilisé pour la vérification.

-K <key_destination> Spécifie le binaire compilier du device tree (.dtb) où écrire la clé public.

-r Spécifie la `fitImage`.

Pour signer :

```
$ mkimage -D "-I dts -O dtb -p 4096" -f /path/to/fitImage.its -K /path
    /to/u-boot_pubkey.dtb -k /path/to/ -r fitImage
```

Cette opération doit être effectué avant la compilation d'U-Boot, car cette même commande permet d'inclure la clé public dans le dtb.

l'option `-D "-I dts -O dtb -p 4096"` sera explique après.

Ajouter la clé dans U-Boot

Étapes :

- Créer un `external dtb`
- Ajouter la clé à un `external dtb`
- Ajouter l'`external dtb` à la compilation d'Uboot

Créer un external dtb

Créer un devicetree [1] spécifique. u-boot_pubkey.dts

```
/dts-v1/;
/ {
    model = "Keys";
    compatible ="vendor,board";
    signature {
        key-%KEYNAME% {
            required = "image";
            algo = "sha256,rsa4096";
            key-name-hint = "%KEYNAME%";
        };
    };
};
```

1. arborescence de périphériques

Pour le générer le dtb :

```
$ dtc -p 4096 $(@D)/u-boot_pubkey.dts -O dtb -o $(@D)/u-boot_pubkey.
    dtb
```

l'option -p 4096 pernet de réserver un espace pour accueillir la clé.

La clé n'est pas présente :

```
$ cat u-boot_pubkey.dtb
vendor,board signature key-my_key image sha256,rsa4096 my_key
    modelcompatiblerequiredalgokey-name-hint
```

Ajouter la clé à l'external dtb

Pour y ajouter la clé public il faut utiliser la commande de création de `fitImage` :

```
$ mkimage -D "-I dts -O dtb -p 4096" -f /path/to/fitImage.its -K /path
    /to/u-boot_pubkey.dtb -k /path/to/ -r fitImage
```

Ce qui donne :

```
$ cat u-boot_pubkey.dtb
vendor,board signature key-my_key
[...]
image sha256,rsa4096 my_key modelcompatiblerequiredalgokey-name-
    hintrsa,num-bitrsa,n0-inversersa,exponentrsa,modulusra,r-
    squaredsquared
```

Ajouter l'external dtb à la compilation d'U-Boot

Pour ajouter ce DTB spécifique dans U-Boot (même s'il n'y a pas de dtb) il faut utiliser l'option EXT_DTB de make :

```
$ make CROSS_COMPILE=arm-linux-gnueabihf- EXT_DTB=u-boot_pubkey.dtb
```

Vérifier la signature à la construction

il est possible de vérifier la signature d'une image avec :

```
$ fit_check_sign -f fitImage -k u-boot_pubkey.dtb
```

L'outils est disponible dans le paquet uboot-tools dans buildroot :
`./output/build/host-uboot-tools-2017.07/tools/fit_check_sign`

Exemple : logs U-boot

```
=> bootm 0x15000000 #or bootm 0x15000000#conf@1 since conf@1 is the default
## Loading kernel from FIT Image at 15000000 ...
   Using 'conf@1' configuration
   Verifying Hash Integrity ... OK
   Trying 'kernel@1' kernel subimage
     Description:  Linux kernel
     Type:         Kernel Image
     Compression:  uncompressed
     Data Start:   0x150000e4
     Data Size:    7010496 Bytes=6.7 MiB
     Architecture: ARM
     OS:           Linux
     Load Address: 0x12000000
     Entry Point:  0x12000000
     Hash algo:    sha256
     Hash value:   7d1fb52f2b8d1a98d555e01bc34d11550304fc26
     Sign algo:    sha256,rsa4096:my_key
     Sign value:   [redacted]
   Verifying Hash Integrity ... sha256,rsa4096:my_key+ sha256+ OK
## Loading fdt from FIT Image at 15000000 ...
   Using 'conf@1' configuration
   Trying 'fdt@1' fdt subimage
[...]
   Verifying Hash Integrity ... sha256,rsa4096:my_key+ sha256+ OK
   Booting using the fdt blob at 0x156afd40
   Loading Kernel Image ... OK
   Loading Device Tree to 1fff2000, end 1ffff1ed ... OK

Starting kernel...
```

Gestion dans Buildroot

Étapes :

- Rendre automatique la récupération des clés et la completion des descripteurs (`.its`, `.dtb`).
- Ajouter la clé à l'`external dtb` pour compiler U-Boot.
- Signer les images contenues dans la `fitImage`.

```
--- a/boot/uboot/Config.in
+++ b/boot/uboot/Config.in
@@ -167,6 +167,36 @@ config BR2_TARGET_UBOOT_NEEDS_OPENSSL
      typically the case when the board configuration has
      CONFIG_FIT_SIGNATURE enabled.

+if BR2_TARGET_UBOOT_NEEDS_OPENSSL
+
+config BR2_TARGET_UBOOT_SIGN_FITIMAGE
+    bool "Sign fitImage"
+    depends on BR2_PACKAGE_HOST_UBOOT_TOOLS_FIT_SIGNATURE_SUPPORT
+    help
+      Sign fitImage. This need external dtb for uboot, its file and openssl key.
+
+if BR2_TARGET_UBOOT_SIGN_FITIMAGE
+
+config BR2_TARGET_UBOOT_ITS
+    string "its file"
+    help
+      its file need to have absolute path.
+
+config BR2_TARGET_UBOOT_SIGN_DTS
+    string "dts key file"
+    help
+      dts file need to have absolute path. This will use as external dtb.
+
+config BR2_TARGET_UBOOT_KEY_NAME
+    string "Keys name"
+    help
+      Name of public and private key
+
+config BR2_TARGET_UBOOT_KEY_SERVER
+    string "Keys server"
+    help
+      Server adress to get keys
+endif
+endif
+
 config BR2_TARGET_UBOOT_NEEDS_LZOP
     bool "U-Boot needs lzop"
     help
```

```
--- a/boot/uboot/uboot.mk
+++ b/boot/uboot/uboot.mk
@@ -246,6 +246,30 @@ define UBOOT_HELP_CMDS

+# Sign fitImage
+ifneq ($(call qstrip,$(BR2_TARGET_UBOOT_SIGN_FITIMAGE)),)
+UBOOT_MAKE_OPTS += EXT_DTB="$(@D)/u-boot_pubkey.dtb"
+endif
+
+ifneq ($(BR2_TARGET_UBOOT_SIGN_FITIMAGE),)
+UBOOT_ITS_PATH = $(call qstrip,$(BR2_TARGET_UBOOT_ITS))
+UBOOT_EXT_DTS = $(call qstrip,$(BR2_TARGET_UBOOT_SIGN_DTS))
+UBOOT_KEY_NAME = $(call qstrip,$(BR2_TARGET_UBOOT_KEY_NAME))
+UBOOT_KEY_SERVER = $(call qstrip,$(BR2_TARGET_UBOOT_KEY_SERVER))
+DTS_NAME = $(call qstrip,$(BR2_LINUX_KERNEL_INTREE_DTS_NAME))
+define UBOOT_SIGN_FITIMAGE
+    wget $(UBOOT_KEY_SERVER)/$(UBOOT_KEY_NAME).key -O $(@D)/$(UBOOT_KEY_NAME).key
+    wget $(UBOOT_KEY_SERVER)/$(UBOOT_KEY_NAME).crt -O $(@D)/$(UBOOT_KEY_NAME).crt
+    sed -e "s|%KERNEL%|$(BINARIES_DIR)/zImage|" $(UBOOT_ITS_PATH) > $(@D)/fitImage.its
+    sed -e "s|%DTB%|$(BINARIES_DIR)/$(DTS_NAME).dtb|" -i $(@D)/fitImage.its
+    sed -e "s|%KEYNAME%|$(UBOOT_KEY_NAME)|" -i $(@D)/fitImage.its
+    sed -e "s|%KEYNAME%|$(UBOOT_KEY_NAME)|" $(UBOOT_EXT_DTS) > $(@D)/u-boot_pubkey.dts
+    $(HOST_DIR)/bin/dtc -p 4096 $(@D)/u-boot_pubkey.dts -O dtb -o $(@D)/u-boot_pubkey.dtb
+    PATH=$(PATH):$(HOST_DIR)/bin $(HOST_DIR)/bin/mkimage -D "-I dts -O dtb -p 4096" -f $(@D)/fitImage.its -K $(@D)/u-
      boot_pubkey.dtb -k $(@D) -r $(BINARIES_DIR)/fitImage
+endef
+UBOOT_PRE_BUILD_HOOKS += UBOOT_SIGN_FITIMAGE
+endif
+
 UBOOT_CUSTOM_DTS_PATH = $(call qstrip,$(BR2_TARGET_UBOOT_CUSTOM_DTS_PATH))

 define UBOOT_BUILD_CMDS
@@ -329,6 +353,11 @@ endif

+define UBOOT_REMOVE_KEY
+    rm -f $(@D)/$(UBOOT_KEY_NAME).key $(@D)/$(UBOOT_KEY_NAME).crt $(@D)/$(UBOOT_KEY_NAME).pub
+endef
+UBOOT_POST_INSTALL_IMAGES_HOOKS += UBOOT_REMOVE_KEY
+
 define UBOOT_INSTALL_OMAP_IFT_IMAGE
    cp -dpf $(@D)/$(UBOOT_BIN_IFT) $(BINARIES_DIR)/
 endif
```

Documentation :

- https://elinux.org/images/e/e0/Josserand-schulz-secure-boot.pdf
- https://www.denx.de/wiki/pub/U-Boot/Documentation/multi_image_booting_scenarios.pdf
- https://elinux.org/images/8/8a/Vasut--secure_and_flexible_boot_with_u-boot_bootloader.pdf

Des questions ?

Enfin je vais essayer de répondre...

mickael.tansorier@smile.fr

mickael@tansorier.fr