

岸下整明* 横里純一*
 早崎太郎*
 遠藤幸典**

Android搭載IPTVセットトップボックス

Android-based IPTV Set Top Box

Nariaki Kishishita, Taro Hayasaki, Yukinori Endo, Junichi Yokosato

要旨

国内のIPTV(Internet Protocol Television)は、次世代ネットワーク(NGN: Next Generation Network)などの高信頼なブロードバンド・ネットワーク上で、フルハイビジョン品質の放送コンテンツが安定視聴できる映像配信サービスとして発展してきた。

一方、スマートフォンによるインターネット利用の拡大を背景に、テレビのインターネット利用を促進する“スマート化”が期待されている。スマートテレビでは、インターネットの動画視聴や様々なアプリケーション(以下“アプリ”という。)の追加利用が可能になり、ユーザーにとっては使う楽しみが広がる。

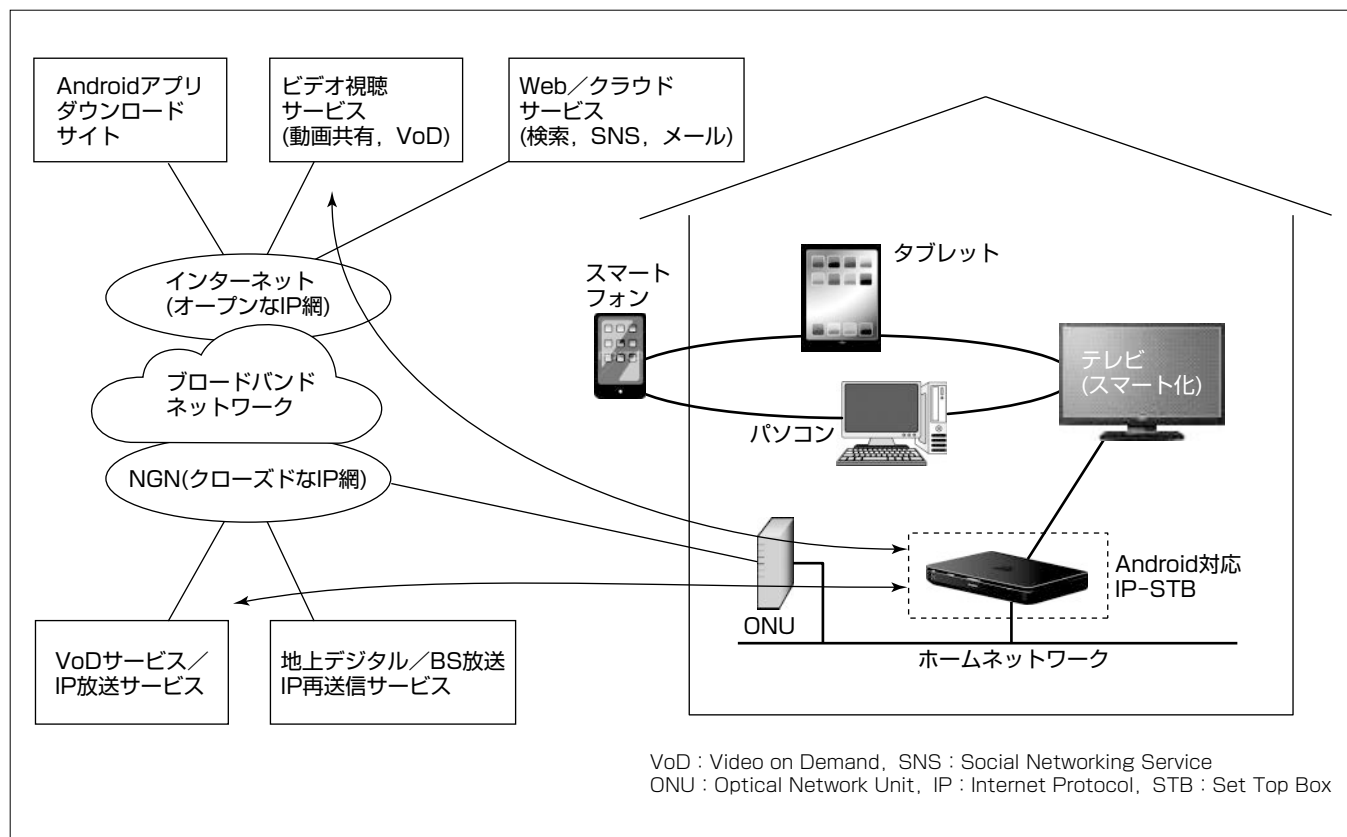
三菱電機はIPTVの黎明(れいめい)期から同サービス向けセットトップボックス(IP-STB)の開発に取り組んでき

た。今回、IP-STBのスマート化に対応するために、新たにAndroid^(注1)を搭載した第2世代のIP-STBを開発した。

開発に当たり、不正アクセスなどへのセキュリティ強化や、長期間安定動作のためのシステム高信頼化等が課題となった。セキュリティ強化についてはアプリ署名によるアクセス制限などを、システム高信頼化については万一Androidアプリに異常が発生した場合の再起動処理を実装することで課題を解決した。

当社は、今後も最新の通信・放送連携技術の進化に対応し、よりスマートで安心な社会の発展に貢献していく所存である。

(注1) Androidは、Google Inc. の登録商標である。



IPTVサービス向けセットトップボックスのスマート化

IPTVは、品質やセキュリティが管理されているクローズドなIP網を利用して、VoD、IP放送、及び地上デジタル、BS放送IP再送信を行う映像配信サービスとして発展してきた。今回、当社の第2世代のIPTVサービス向けSTBとして、スマートフォンに搭載されているAndroidを活用しスマート(テレビ)化に対応した。これによって、ユーザーはアプリを自由に追加して楽しむ、またSTBの使いやすさや軽快さも大きく向上した。

1. ま え が き

国内のIPTVは、次世代ネットワーク(NGN)などの高信頼なブロードバンド・ネットワーク上で、フルハイビジョン品質の放送コンテンツが安定視聴できる映像配信サービスとして発展してきた⁽¹⁾。一方、スマートフォンによるインターネット利用の拡大を背景に、テレビのインターネット利用を促進する“スマート化”が期待されている⁽²⁾。この流れを受けて、当社は第2世代のIP-STBを開発した。このIP-STBでは、スマートフォンと同じAndroidを搭載することで、インターネットの動画視聴や様々なアプリの追加利用が可能になり、ユーザーにはIP-STBを使う楽しみが広がった。

本稿では、当社初のAndroid対応IP-STB開発における技術課題とその解決策について述べる。

2. IP-STBへの取組みと技術課題

2.1 映像配信サービスの分類

IP網を利用した映像配信サービスは、次の要因を背景に目覚ましく発展してきた⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾。

- (1) ブロードバンド通信インフラの普及
- (2) 映像圧縮(符号化)技術の進歩
- (3) CPUの高性能化

IPTVは映像配信サービスの一形態であり、特に品質やセキュリティが管理されているクローズドなIP網、例えばNGNのような通信事業者網をサービス基盤の前提とする。このため、オープンなIP網では困難な衛星放送の専門チャンネルや地上デジタル放送等の再配信を行う“IP放送”や“IP再送信”サービスを提供することが可能である(表1)。

一方、現在はYouTube^(注2)に代表されるユーザー投稿型の動画共有サービスや、Hulu^(注3)又はNHKオンデマンドに代表されるVoD型ビデオ視聴サービスを始め、多くのサービスが提供されている。また、携帯電話や公衆無線LANのブロードバンド無線通信エリアの拡大を背景として、スマートフォンやタブレットを用いて、いつでもどこからでもビデオ視聴が可能な環境も整ってきた。

(注2) YouTubeは、Google Inc.の登録商標である。
 (注3) Huluは、Hulu, LCCの登録商標である。

2.2 IP-STBへの取組み

当社は、IPTVサービスの黎明期から国内/国際標準化活動に積極的に参画するとともに、国内でいち早くIPTV商用サービスを開始した(株)NTTぷららの“ひかりTV^(注4)”向けIP-STBを開発してきた⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾。

初期のIP-STB開発では、デジタル放送(受信機)に求められるサービス品質の同一性や限定受信、著作権保護等を、IP受信環境でも忠実に担保することが求められ、それらの機能を実現した。現在、当社の“ひかりTV”向けIP-STB

ではH.264/AVC(Advanced Video Coding)映像によるHDTV(High Definition Television)品質の放送コンテンツを安定して視聴できる⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾。

一方、これまでパソコンを使っていたインターネット利用がスマートフォンの登場とともに拡大した。次にテレビのインターネット利用によって、使う楽しみが広がる“スマート化”が期待されている。そこで、このスマート化に対応するために、当社では新たにスマートフォンと同じAndroidを搭載した第2世代のIP-STBを開発した。

(注4) ひかりTVは、(株)NTTぷららの登録商標である。

2.3 Android搭載IP-STBの特長

新たに開発したAndroid搭載IP-STBを図1に、主要諸元を表2に示す。また次に特長を述べる。

2.3.1 複数の映像の同時処理

Android搭載IP-STBでは、H.264及びMPEG-2 VideoのデュアルHDデコーダを搭載する高性能メディアSoC(System on Chip)を採用し、ストリームバッファ用メモリとして1GBのDDR3 SDRAM(Double Data Rate3 Synchronous Dynamic Random Access Memory)を割り当てることで複数の映像を同時処理する性能を実現している。例えば、次の動作を同時に実行可能である(図2)。

- (1) 接続されているテレビで放送を視聴

IP-STBはブロードバンド・ネットワークから受信した映像を、HDMI(High Definition Multimedia Interface)^(注5)

表1. 映像配信サービスの分類

配信形態 網の種類	放送型 (番組編成型)	個別要求型	
		VoD型	ダウンロード型
クローズドなIP網	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> IP放送 IP再送信 </div>	ITU-T定義によるIPTVの範囲 VoD	
オープンなIP網	ライブ中継 視聴	動画共有, VoD	ダウンロード 視聴
(サービス例)	(Ustream ^(注6))	(YouTube)	(Podcast)

ITU-T: International Telecommunication Union-Telecommunication standardization sector
 (注6) Ustreamは、Ustream, Inc.の登録商標である。



図1. Android搭載IP-STB

などの映像ケーブルで接続されているテレビへ送信する。

(2) 録画用HDDに1番組録画

IP-STBはブロードバンドネットワークから受信した映像を、USB(Universal Serial Bus)ケーブルで接続されているHDD(Hard Disk Drive)に録画する。

(3) 別の部屋のテレビで放送を視聴

IP-STBはブロードバンドネットワークから受信した映像を、ホームネットワークに接続されているテレビへLAN経由で送信する。

(4) 録画した番組をスマートフォン、タブレットで視聴

IP-STBはUSBケーブルで接続されているHDDから受信した録画映像を、ホームネットワークに接続されているスマートフォン、タブレットへ送信する。

市場ではスマートフォンやタブレットが普及しており、これらの機器との連携に対するニーズが存在する。IP-STBはスマートフォンやタブレットとの連携を重視して

おり、放送されている番組や録画済みの番組を、ホームネットワークに接続されている機器に配信することができる。ユーザーは家庭内のこれらの機器でリアルタイムに放送を視聴したり、IP-STBで録画した番組をスマートフォンやタブレットに持ち出し、外出先で視聴したりすることが可能である。また、本体上面にはNFC(Near Field Communication)規格であるISO/IEC15693に準拠したNFCタグを搭載しており、スマートフォンやタブレット等の機器からタグを読み込むことで機器同士を紐(ひも)付け、機器間連携に必要な手順を簡略化することができる。

(注5) HDMIは、HDMI Licensing LLCの登録商標である。

2.3.2 快適に動作するユーザーインターフェースの実現

Android対応IP-STBの開発では高速で直感的なユーザーインターフェースの実現にも注力している。1.0GHzデュアルコアCPU、400MHzクアッドコアGPU、及びプログラムワーク用の1GBのDDR3 SDRAMの構成によって、ユーザーインターフェースの応答速度を向上させている。

さらにZigBee^(注7) RF4CE(Radio Frequency for Consumer Electronics) 準拠の無線方式を採用することで⁽¹⁶⁾、IP-STBとリモコン間の通信速度を上げ、コマンド間の時間間隔を短縮、リモコンの反応性を向上させた。また2.4GHz帯使用のためIP-STBに向けてリモコンを操作する必要がなく、本体から10m離れていても操作可能としている。さらに、感圧式センサを搭載することで、方向キーを押す力に応じて番組表のカーソルが動く速度を変化させるなど、ユーザーの利便性向上を図った。

(注7) ZigBeeは、ZigBee Alliance, Inc. の登録商標である。

2.4 Android搭載IP-STB開発の技術課題

Androidはスマートフォンなどのモバイル端末向けオープンソフトウェアプラットフォームである⁽¹⁷⁾。このため、Androidをモバイル端末以外の機器に搭載するには次の課題がある。

表2. Android搭載IP-STBの主要諸元

項目	仕様
CPU	デュアルコア1.0GHz
GPU	クアッドコア400MHz
メモリ	2GB(DDR3-1600)
リモコン	無線方式(ZigBee RF4CE準拠)
LAN端子	10/100Base-TX(RJ-45) × 1
映像出力端子	HDMI 1.4b × 1 コンポジット出力 × 1
音声出力端子	ライン(L/R)出力 × 1 光デジタル(5.1ch)出力 × 1
録画用HDD接続端子	USB2.0 × 2
NFC	ISO/IEC15693準拠
電源	AC100V/50-60Hz ACアダプタ
消費電力	30W以下(USB機器への供給含む)
外形寸法	W250 × D180 × H40(mm)(突起含まず)
質量	820g

CPU : Central Processing Unit, GPU : Graphics Processing Unit,
ISO : International Organization for Standardization,
IEC : International Electrotechnical Commission

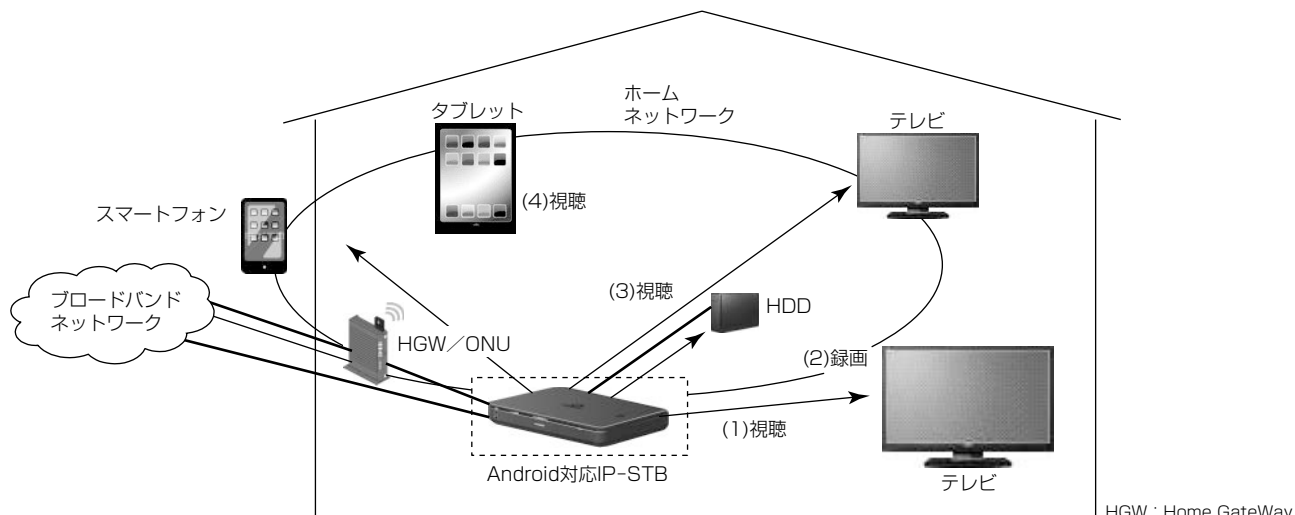


図2. IP-STBの同時動作

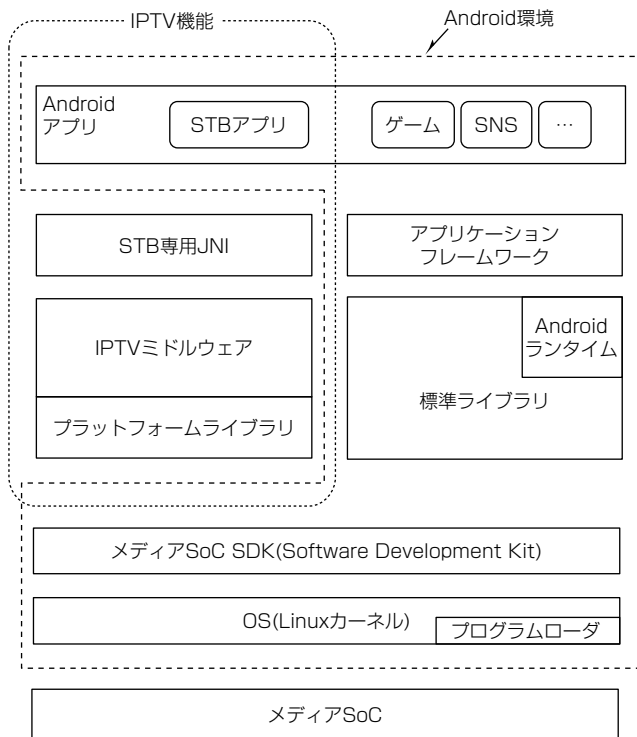


図 3. 全体ソフトウェア構成

- (1) セキュリティ強化
- (2) システム高信頼化の対応
- (3) Android標準サポート外の機能実装(リモコン, IPv6 (Internet Protocol version 6))
- (4) Androidの互換性確保

次章では、これらの解決策の詳細について述べる。

3. Android適用

3.1 ソフトウェア構成

図 3 にAndroid搭載IP-STBの全体ソフトウェア構成を示す。

IP-STBのソフトウェアは、Android環境に当社開発のIPTV機能を搭載するソフトウェア構成としている。

Android環境はOS(Linux^(注8)カーネル)、標準ライブラリ、Androidランタイム、アプリケーションフレームワーク、Androidアプリの5つのスタックで構成される。

OSはLinuxカーネルを採用し、標準ライブラリは、C/C++のネイティブコードで動作するOSの標準ライブラリによって構成される。Androidランタイムは、Java^(注9)の仮想マシンと、Javaの大部分の機能を提供するコアライブラリから構成されるAndroidアプリの実行環境である。また、JavaからC/C++のネイティブコードを呼び出すJNI(Java Native Interface)を提供する。アプリケーションフレームワークは、Androidアプリの起動から終了までのライフサイクルを管理する。また、UI(User Interface)の表示やユーザー操作等の状態変化を各アプリに伝える手

段を備える。Androidアプリは、Androidランタイム上で動作するJavaのアプリである。

このAndroid環境を、映像・音声処理機能を持つメディアSoCのSDK上にポーティングした。これによって、Android環境からメディアSoC機能を使用可能とした。

次に、このAndroid環境にIPTV機能を組み込む方法について述べる。

IPTV機能は、プラットフォームライブラリ、IPTVミドルウェア、STB専用JNI、STBアプリの4つのスタックで構成される。

プラットフォームライブラリは、IPTVミドルウェアとメディアSoC SDKの間に設けた抽象化レイヤである。SoCベンダーごとのAPI(Application Programming Interface)差分を吸収し、プラットフォームライブラリの変更だけで他のSoCに対応可能としている。IPTVミドルウェアはIP放送視聴や録画等のIPTVサービスを制御するミドルウェアである。メディアSoCを使用してIPTVサービスにおける放送視聴や録画といったメディア制御処理を行う。STB専用JNIは、STBアプリからIPTVミドルウェアを呼び出すためのインターフェースであり、JNIをIPTV機能用に独自に拡張している。STBアプリは、テレビ画面上でIPTVサービスを操作するためのUIをAndroidアプリとして実現している。高機能で操作性の高いUIを提供するとともに、ゲームなどのAndroidアプリと連携した付加価値の高いサービスを提供する。

(注 8) Linuxは、Linus Torvalds氏の登録商標である。

(注 9) Javaは、Oracle Corp. の登録商標である。

3.2 技術課題とその解決策

3.2.1 セキュリティ強化の対応

従来機種は、第三者作成のAndroidアプリをIP-STB上で動作させる機能は搭載していないため、セキュリティ問題のリスクは少なかった。しかし、今回のAndroid適用によって、第三者作成のAndroidアプリをIP-STB上で利用できるようになった。その結果、悪意あるAndroidアプリによる不正アクセスの脅威の対策が必要となった⁽¹⁸⁾。

このため、Android標準のセキュリティ機能を活用しつつ、不足する機能はプラットフォームライブラリに追加して、セキュリティを強化した。また、システムプログラム(この装置のアプリ以外のプログラム群)改ざんの脅威の対策も実施した(詳細は、3.3節を参照)。

3.2.2 システム高信頼化の対応

IP-STBは一般のテレビと同等の長時間安定動作が求められる。そこで、万一Androidアプリの処理に異常が発生し継続動作ができなくなった場合に、Androidアプリを再起動する仕組みをアプリケーションフレームワークに実装した。Androidアプリの再起動に伴い、IPTV機能も連動して再起動させることで、ユーザーの手を煩わすことなく

継続動作が行えるようにした。

また、電源の瞬断などによるファイル破壊が発生した場合を想定して、バックアップファイルを用いて素早くファイル復旧を行う機能をプラットフォームライブラリへ実装し、異常動作とならないようにした。

3.2.3 リモコン入力デバイスへの対応

IP-STBは一般のテレビと同様にリモコンによって操作を行う。Androidでリモコンを使用できるようにするために、リモコンキーをアプリケーションフレームワークのキーコードにマッピングした。Androidの標準キーコードにないテレビ機能特有のキーについてはキーコードを拡張することで対応した。

3.2.4 IPv6プロトコルの対応

IPv6のIPTVサービスにも対応するために、Android標準では非対応のIPv6機能を追加しIPv6/IPv4のデュアルスタックを実現した。

- (1) プラットフォームライブラリにDHCPv6(Dynamic Host Configuration Protocol version 6)クライアントを追加
- (2) 標準ライブラリの中に含まれるシステム設定情報にIPv6を追加
- (3) IPTVミドルウェアにDHCPv4とDHCPv6の同期動作の仕組みを追加

3.2.5 Androidの互換性確保

Androidはオープンなソフトウェアプラットフォームであることから、一般に流通しているAndroidアプリがIP-STB上でも互換性を持って動作することが期待される。

IP-STB向けにポーティングを行ったAndroid環境が、Android本来の機能を損なわれていないかを確認する目的で、CTS(Compatibility Test Suite)による検証を実施した。CTSはGoogle社が認定評価用に提供するテストスイートである。約17,000項目から成り、Androidアプリが使用する主要な公開APIを自動実行しチェックする。CTSを実施することで、このSTBに搭載したAndroidの互換性を確保した。

3.3 セキュリティの脅威と対策

表3に、セキュリティの脅威と対策を示す。

3.3.1 IPTV機能の不正利用への対策

AndroidアプリからのIPTV機能の不正利用を防止するためには、信頼できる(提供元が明白)AndroidアプリだけにIPTVミドルウェア機能の利用を許可するアクセス制限が必要である。

表3. セキュリティの脅威と対策

脅威		対策
不正アクセス	IPTV機能の不正利用	アプリ署名によるアクセス制限
	不正なroot権限の取得	不正にroot権限を取得したプロセスの強制終了
システムプログラムの改ざん		モジュールに付与された署名を起動時に確認

このアクセス制限を、Androidが提供する標準のセキュリティ機能(アプリ署名, パーミッション定義)を用いて実現した。具体的には、STB専用JNIと同一のアプリ署名が付与されたAndroidアプリだけにSTB専用JNIの使用を許可する対策を実施した。これによって、Androidの標準セキュリティ機構を適切に使用し、Androidアプリからの不正利用を防止する。

3.3.2 不正なroot権限取得への対策

悪意あるAndroidアプリがシステムのセキュリティ・ホールを不正利用しroot権限を取得すると、システム内の全てのファイルにアクセス可能となる。その結果、この装置が持つ重要な情報の改ざんや抜取りが行われるおそれがある。

この問題への対策として、起動中のプロセスを監視プロセスによって監視し、不正にroot権限を取得したプロセスを検出した場合は、当該プロセスを強制終了する機能、IPTVミドルウェアに実装した。また、監視プロセス自体は不正に終了された場合も自律的に再起動することで監視機能の強靱(きょうじん)性を確保する。

3.3.3 システムプログラム改ざんへの対策

システムプログラムが改ざんされると、装置内の重要情報の不正な取り出しなどの脅威が発生する。

このため、システムプログラムがどのような方法で改ざんされたとしても、改ざんを検出する機能をLinuxカーネルをロードするプログラムローダに実装した。具体的には、プログラムローダは、プログラム起動時に、そのプログラムの正当性を署名で確認する。もし、署名が確認できない場合は、そのプログラムの起動を抑止し、バックアップされているプログラムを起動する。これによって、システムプログラムが改ざんされた場合でも、装置内の重要情報の不正な取り出しなどの脅威を防止できる。

また、署名チェックは、タスクの起動が集中する初期処理で高頻度に発生するため、起動時間増加が懸念された。このため、初期処理を最適化し、起動時間7%増で完了する高速化を実現した。

4. む す び

当社IP-STBの第2世代機となる、Android搭載IP-STBについて述べた。新たにAndroidを搭載することでIP-STBの“スマート化”を図り、安定品質での放送視聴サービスに加え、インターネットを使った動画視聴やアプリの自由な追加が可能になり、ユーザーはIP-STBを使う楽しみが広がる。

当社は、今後も最新の通信・放送連携技術の進化に対応し、よりスマートで安心な社会の発展に貢献していく所存である。

参考文献

- (1) 総務省：平成25年版情報通信白書（2013）
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h25/pdf/>
- (2) 総務省：放送サービスの高度化に関する検討会検討結果取りまとめ（2013）
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu12_02000044.html
- (3) 本間祐次：IPTV 通信・放送融合サービスの大本命，ニューメディア（2007）
- (4) 高木利弘：スマートTVと動画ビジネス，インプレスジャパン（2012）
- (5) 角川歴彦：グーグル，アップルに負けない著作権法，KADOKAWA（2013）
- (6) 中瀬卓也，ほか：通信放送連携サービス用端末，三菱電機技報，**82**，No.2，163～166（2008）
- (7) 赤津慎二，ほか：IPTV技術，三菱電機技報，**82**，No.12，755～758（2008）
- (8) 牧野豊司，ほか：ホームICTへの取組み，三菱電機技報，**84**，No.8，449～452（2010）
- (9) ひかりTV
<http://www.hikaritv.net/>
- (10) 大久保 榮，ほか：H.264/AVC教科書，インプレスR&D（2008）
- (11) 亀山 渉，ほか：IPTV時代のデジタル放送教科書，インプレスR&D（2010）
- (12) IPTVフォーラム
<http://www.iptvforum.jp/>
- (13) ITU-T IPTV Global Standards Initiative
<http://www.itu.int/ITU-T/gsi/iptv/>
- (14) 特集 IPTVの最新技術動向，NTT技術ジャーナル，**18**，No.8（2006）
- (15) 東野 豪，ほか：ITU-T IPTV GSIにおけるIPTV国際標準化，NTT技術ジャーナル，**22**，No.3，59～62（2010）
- (16) ZigBee Alliance
<http://www.zigbee.org/>
- (17) Android Developers
<http://developer.android.com/>
- (18) 日経エレクトロニクス／日経コミュニケーション編：Androidセキュリティ・バイブル 2013，日経BP社（2012）

