

LTEコアネットワークシステムの開発

LTE Core Network System

勝 又 貞 行 丹 下 透 新 井 国 充
Sadayuki Katsumata Toru Tange Kunimitsu Arai

木 村 建 夫 中 野 雅 俊
Takeo Kimura Masatoshi Nakano

要 旨

中小規模通信事業者向けにシンプルかつコンパクトなLTEシステムを実現するために、当社が開発したLTEコアネットワークシステムは、主に加入者アクセス制御装置およびネットワーク管理システムから構成される。開発したEPCは、3GPP LTE Release 9 で規定されるEPCに必要な機能エンティティを同一のハードウェアプラットフォームで実行可能とし、さらに汎用のサーバプラットフォームとオペレーティングシステムにインストール可能としたため、装置の低価格化・小型化を実現し、中小規模の通信事業者が最小の設備投資費と運用コストで迅速に事業を立ち上げることを可能とする。また、設定および運用の簡易化を重視し、極めてシンプルなGUIを提供する。一方、ネットワーク管理システムは、LTEシステムを構成する基地局やコアネットワークの全設備機器の設置・運用・保守の統合的な管理を可能とする。

Abstract

JRC has developed LTE Core Network System which consist of 2 major devices of both EPC (Evolved Packet Core) device and LTE Network Management System called EMS (Element Management System), in order to realize Compact LTE system for small and middle class communication operators. EPC supports standards features and interfaces comply with 3GPP LTE Release 9 in one box, and is installable on universal OS (operating system) and general hardware platform such as ATCA (Advanced Telecommunications Computing Architecture) server. Also, JRC EPC offers easy to operate GUI to enable easy configuration, for fast operation. Therefore JRC' s EPC enables to fast entry of new LTE networks with minimum CAPEX/OPEX. EMS enables total management of installation, configuration, operation, and maintenance for LTE network devices such as eNodeB (Evolved Node B), EPC, and other network elements.

1. まえがき

近年、各国の主要な通信事業者が提供する携帯電話サービスは第3世代 (3G)から第4世代 (4G, LTE, LTE-Advanced) が主流となり、さらに将来の第5世代 (5G) へと発展を続けている。一方、中小規模の通信事業者が4Gの無線ブロードバンドシステムを導入しようとした場合、主にLTEコア網設備である加入者アクセス制御装置EPC (Evolved Packet Core, 以下EPCと記す) のCAPEX (設備投資コスト) とOPEX (運用コスト) が導入の障壁となっている。当社は、このような中小規模事業者をターゲットとした、低価格でコンパクトなEPCを開発した。さらに、LTEシステムを構成する主要な装置であるLTE基地局装置eNodeB (Evolved Node B, 以下eNodeBと記す) やEPCを含むLTEコアネットワークの全設備機器の設置・運用・保守を統合的に管理することが可能なネットワーク管理システムEMS (Element Management System, 以下EMSと記す) を新たに開発した。本稿では、当社が開発したEPCとEMSの機能や特長について説明する。

2. EPCの機能

EPCは、LTE端末の接続・切断、基地局間の移動制御、端末位置管理と呼出しを行うMME機能、加入者認証やセキュリティの管理を行うHSS機能、IPアドレス管理と伝送品質制御を行うP-GW機能、IPパケット転送を行うS-GW機能を提供する。

EPCの機能エンティティを図1に示す。

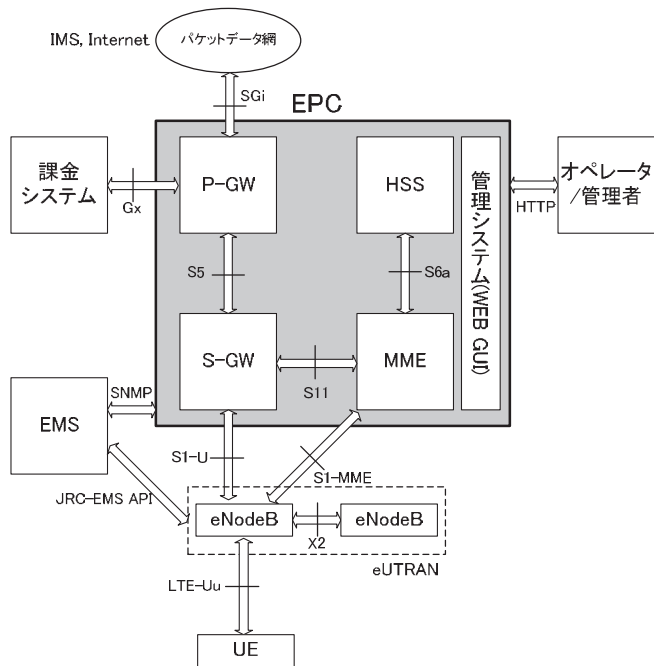


図1 EPC機能エンティティ
Fig.1 EPC function entities

の統合されたWebベースのユーザインタフェースを提供する。

機能エンティティ間の各インタフェース定義と説明を表1に示す。

表1 各インタフェース定義と説明
Table 1 Interface definition and description

インタフェース名	説明
LTE-Uu	UEとeNodeB間インタフェースであり、レイヤ1から3までの無線インタフェース機能処理、認証処理を実行され、ユーザデータの転送が行われる。
X2	eNodeB間インタフェースであり、ハンドオーバー制御と干渉制御情報の交換が行われる。
S1-MME	eNodeBとMME間インタフェースであり、呼制御や位置登録、ページング制御情報の交換が行われる。
S1-U	eNodeBとS-GW間のインタフェースであり、ユーザデータの転送が行われる。
S5	S-GWとP-GW間のインタフェースであり、QoS識別情報 (Diffserv Code Point) を伴ったユーザデータの転送が行われる。PIMPの制御情報、DHCPの制御情報も交換される。
S6	MMEとHSS間のインタフェースであり、Diameter機能の加入者認証/QoS認可/課金制御情報の交換が行われる。
Gx	P-GWと課金システム間のインタフェースであり、P-GWからはUEのトラフィック情報が送られ、課金システムからは、トラフィック情報に応じたポリシー制御情報が送られる。
SGi	P-GWとパケットデータ網間のインタフェースであり、ユーザデータの転送が行われる。

(1) MME (Mobile Management Entity)

- ・ eNodeBと制御情報を交換し、端末の状態管理、位置管理、ページング制御、セキュリティ情報管理を行う。
- ・ Diameter Clientとして動作し、Diameterプロトコルを使用してHSSとの加入者認証、QoS認可、課金制御情報の交換を行う。
- ・ S-GWとデータ転送パスを設定するための制御情報の交換を行う。

(2) HSS (Home Subscriber Server)

- ・ Diameter Serverとして動作し、Diameterプロトコルを使用して加入者の認証情報、QoS認可情報、課金情報の管理を行い、MMEと制御情報の交換を行う。

(3) P-GW (Packet Data Network Gateway)

- ・ 端末へのIPアドレスの割当、パケットフィルタリング、パケットへのQoS識別情報 (Diffserv Code Point) の付加を行う。
- ・ Proxy Mobile IPにおけるHA (Home Agent) を実施する。

(4) S-GW (Serving Gateway)

- ・ 端末接続時のデータパスの設定、ハンドオーバー時のデータパスの設定をMMEからの指示によって行う。
- ・ データパケットのQoS識別情報 (Diffserv Code Point) に従ったQoS制御、ページング時のデータバッファリング制御、課金情報の収集を行う。

(5) 管理システム

- ・ 各機能エンティティのオペレーションを実行するため

3. EPCの特長

当社EPCの特長を紹介する。

(1) コンパクトEPC

当社のEPCは、3GPPで規定されるLTE Release 9のLTEコア網に必要な全ての機能が、同一のハードウェアプラットフォーム上で実行できるように最適化されており、制御処理とパケット転送処理を高い性能で両立させていることが特長の一つである。

図2にATCA (Advanced Telecommunications Computing Architecture) 規格のハードウェアを利用したEPCの装置外観を示す。

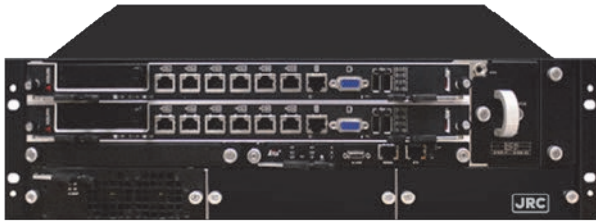


図2 Advanced TCAベースEPC装置外観
Fig.2 EPC device based on ATCA server

(2) 性能の拡張性

当社のEPCは、システム規模に応じて最適なハードウェアプラットフォームを選択あるいはハードウェア資源を追加することが可能である。これにより通信事業者のROI（投資対効果）を最大化するための適切な設備投資によるシステム構築・運用を実現する。

(3) 端末IPアドレス割当方法の柔軟性

端末へのIPアドレス割当方法として、端末が接続される度にP-GW内IPアドレスプールからの動的割当(Dynamic)、HSSによる固定IPアドレス割当(Fixed)、あるいは手動で任意に設定したIPアドレス割当(Static)を可能とし、端末の利用形態に応じて端末毎に割当方法を選択可能とした。

(4) シンプルなWebベースのユーザインタフェース

EPCを構成する各機能エンティティに必要とされるオペレーションは、統合されたWebベースのユーザインタフェースによって提供される。図3に端末の登録画面例と登録端末リストの画面例を示す。これにより、オペレータは高度な知識や特殊な経験を必要とすることなくシステムを安全に運用することが可能になる。また、遠隔拠点からシステムの監視、ファームウェアとコンフィグレーションの更新を容易に行うことができる。これらにより、通信事業者は極めて効率的なLTEコア網の構築・運用を実現できる。

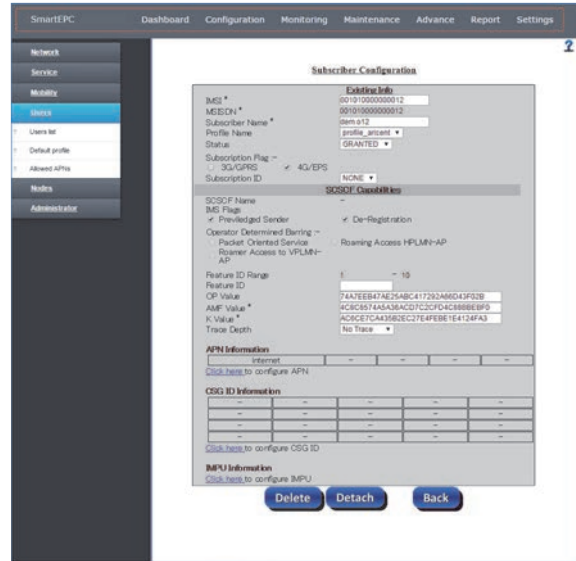


図3 (a) 端末登録のWeb画面例
Fig.3 Subscriber Configuration page screenshot



図3 (b) 端末リストのWeb画面例
Fig.3 Subscribers List page screenshot

4. EMSの機能

EMSは、HTTPによるサーバ・クライアント方式を採用しており、ネットワーク接続されたクライアントPCからWebブラウザにより遠隔操作が可能である。EMSサーバとEMSクライアントはLTEシステムのRadio Access Network上に図4のように配置される。インターネット経由でEMSへアクセスする場合、EMSクライアントのリモートデスクトップ機能などを利用することでアクセス可能となる。

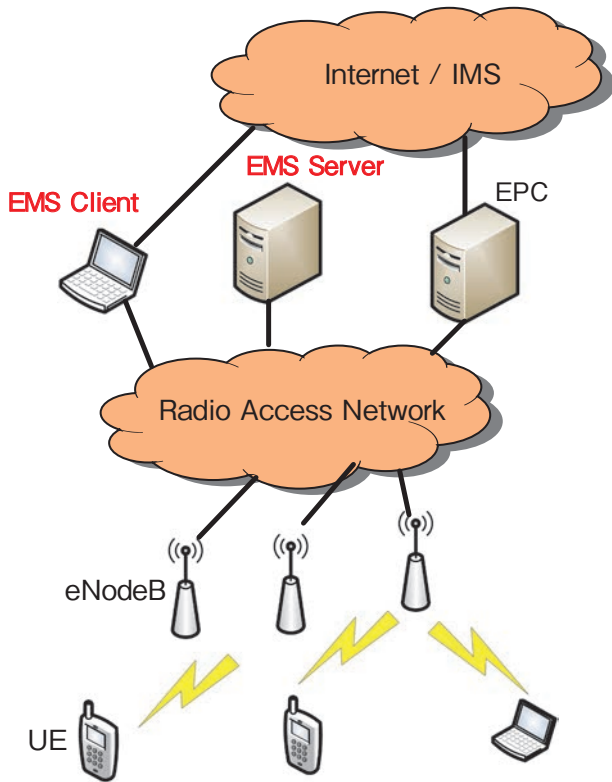


図4 EMS配置イメージ
Fig.4 EMS location in LTE network

EMSの機能概要を表2に示す。

表2 EMS機能概要
Table 2 EMS Function

カテゴリ	機能
障害管理	アラーム通知機能 アラーム表示機能 アラームe-mail通知機能
構成管理	eNodeB登録機能 eNodeBコンフィグレーション機能 eNodeB制御機能 eNodeBファームウェア更新機能
トポロジ管理	LTEシステムトポロジ表示機能
パフォーマンス管理	統計情報モニタリング機能
セキュリティ管理	ユーザアクセスコントロール機能

5. EMSの特長

EMSは、eNodeB管理機能に加え、LTEシステムを構成する機器（EPCやネットワーク機器など）の管理を容易にする機能を持つ。各機能における特長を以下に示す。

(1) 障害管理

eNodeBやEPCは障害が発生した場合、EMSにその障害情報をアラームとして通知する。EMSではリアルタイム

に障害情報を確認でき、障害の発生時刻と内容が履歴として保存されることから履歴画面での確認も可能である。

(2) 構成管理

弊社が提供するeNodeBやEPCなどのLTEネットワークを構成する機器は、EMSに対して自律的に情報を送信することで、管理対象機器としてEMSに自動登録する機能を有する。このため、EMSへの機器登録作業が不要となり、管理者に対する作業負荷軽減を図っている。eNodeBのコンフィグレーション機能は、共通パラメータを共通プロファイルとして管理することで高度な知識を有することなく設定変更可能とし、また各eNodeBの設定内容はEMSで集中管理される。更にeNodeBのファームウェア管理機能を有し、複数eNodeBを同時にファームウェアアップデート実行可能である。

(3) トポロジ管理

EMSがeNodeBやEPCなどのLTEシステムを構成する機器を設置・運用・保守するための基本画面である。EMSの各種機能は図5のトポロジ画面からアクセスが可能である。

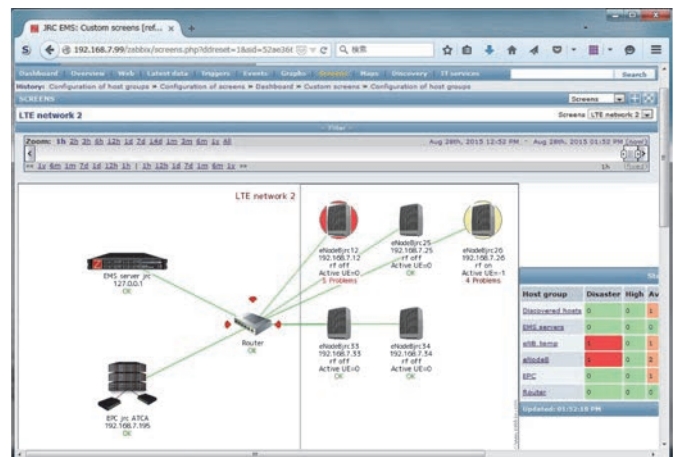


図5 EMSトポロジ画面
Fig.5 EMS topology screenshot

(4) パフォーマンス管理

統計情報モニタリングでは、EPCやeNodeBの有線インタフェース情報、無線インタフェース情報、CPU負荷情報、ネットワークトラフィックなどの統計情報をモニタリングすることが可能である。図6にEPCのネットワークトラフィックグラフ画面を示す。これらの情報は長期間の保存が可能であり、監視結果の解析や統計分析をする場合に有効である。

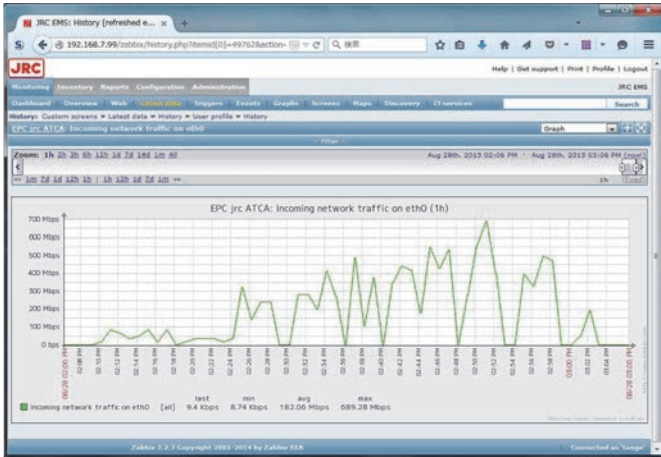


図6 EPCのネットワークトラフィックグラフ画面
Fig.6 EPC network traffic graph screenshot

(5) セキュリティ管理

ユーザ毎にアクセスできる画面および情報に制限をかけ、セキュリティ管理を行っている。

6. EMSのソフトウェア構成

図7にEMSのソフトウェア構成を示す。

EMSは、オープンソースソフトウェアのNMSを使用し、実装する。EMSはJRC-EMS Server, JRC-EMS Agent, JRC-EMS Web Componentから構成され、これらは障害管理、トポロジ管理、パフォーマンス管理、セキュリティ管理を行う。これに当社で作成したeNodeB Setting WebをEMSのAPI経由で接続し統合している。ここではeNodeBの構成管理を行う。

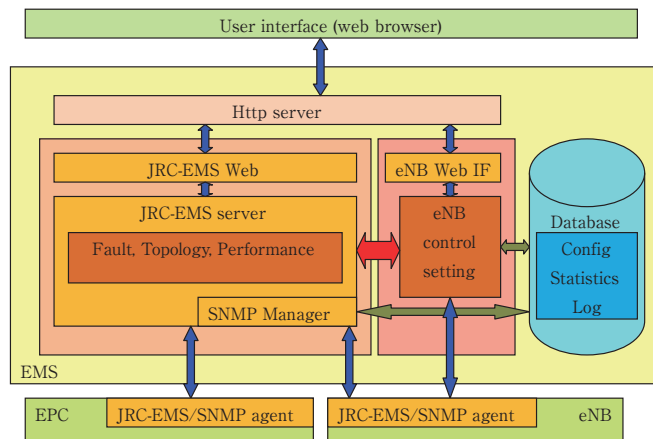


図7 EMSソフトウェア構成
Fig.7 EMS software diagram

7. あとがき

当社が開発したEPCとEMSの機能や特長について紹介した。今回紹介したEPCとEMSを含む当社のコンパクトLTEシステムは、今春にバルセロナで開催されたMWC2015など

の展示会で大変好評をいただき、既に海外の通信事業者において試運用が開始されている。今後は、パブリックセーフティ市場への参入も見据え、パブリックセーフティ向けに特化した機能開発にも取り組んでいく。

参考文献

- (1) 佐藤克彦, 勝又貞行, 丹下透, 江川祐介, 佐々木孝義, “日本無線の4Gモバイルブロードバンドソリューション”, 日本無線技報, No.67, pp.46-51, 2016.
- (2) 勝又貞行, 寺田賢司, 田部井康, 前田智志, “LTE基地局装置の開発”, 日本無線技報, No.67, pp.52-55, 2016.

用語一覧

- 3GPP: Third Generation Partnership Project
- CAPEX: Capital Expenditure
- CPU: Central Processing Unit
- DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol
- EMS: Element Management System
- EPC: Evolved Packet Core
- HSS: Home Subscriber Server
- HTTP: Hyper Text Transfer Protocol
- IP: Internet Protocol
- IMS: IP Multimedia System
- LTE: Long Term Evolution
- MME: Mobility Management Entity
- NMS: Network Management System
- OPEX: Operational expenditure
- P-GW: Packet Data Network Gateway
- PDCCP: Packet Data Convergence Protocol
- ROI: Return on investment
- S-GW: Serving Gateway
- UE: User Equipment