



LTE 广播技术和部署研究

吴琳,史敏锐,陈健

(中国电信股份有限公司上海研究院 上海 200122)

摘要:随着 LTE 网络部署的加快,运营商对 LTE 业务尤其是 LTE 广播业务的研究和试点也纷纷启动。LTE 广播业务使运营商能够有效地通过 LTE 网络推出多媒体服务广播业务。重点介绍了 LTE 广播业务的业务模式、总体架构、功能和协议,然后对 LTE 广播业务部署的关键问题进行了分析和讨论。

关键词: LTE;多媒体广播多播业务;广播;多播

doi: 10.3969/j.issn.1000-0801.2014.12.001

Study on LTE Broadcast Technology and Deployment Issue

Wu Lin, Shi Minrui, Chen Jian

(Shanghai Research Institute of China Telecom Co., Ltd., Shanghai 200122, China)

Abstract: The operators are becoming enthusiastic about LTE MBMS services with more and more LTE network are built. LTE broadcast services are best fit for the need of multimedia services, especially the mobile video services with the benefit of the broadcast technology developed by 3GPP. The LTE MBMS service mode was introduced firstly, then overall system architecture, functional components and protocols were described, the key issues for eMBMS deployment were analyzed and discussed, the conclusion was provided briefly.

Key words: LTE, multimedia broadcast multicast service, broadcast, multicast

1 引言

全球移动设备供应商协会 (Global Mobile Suppliers Association, GSA) 发布的最新 LTE 演进报告显示,截至 2014 年 1 月 15 日,全球已有 263 张 LTE 商用网络遍布于 97 个国家。全球 144 个国家的 508 家运营商正在对 LTE 技术进行投资。GSA 还预测,到 2014 年底全球 LTE 商用网络数量将达到 350 张以上。在 LTE 网络迅速部署的同时, LTE 业务将是运营商十分关注的话题。由于智能手机和平板电脑的普及和应用,持有消费高速数据设备的移动用户数预计到 2019 年将增至 80 亿户。移动数据流量在 2013-2019 年预计将增长 10 倍,主要是受到视频流量的推动。GSA 还预测,2014 年将成为 LTE 广播 (LTE broadcast) 市场发展重要的一年。LTE 广播将使运营

商能够有效地通过 LTE 网络推出多媒体服务,从而满足用户需求。

3GPP MBMS (multimedia broadcast multicast service, 多媒体广播多播业务) 标准是手机电视标准之一。3GPP 从 2002 年开始进行 MBMS 的研究,2005 年在 R6 版本发布 3G MBMS 规范,在 R9 版本发布 LTE MBMS 规范。增强型的多媒体广播多播服务 (enhanced MBMS, eMBMS) 也被称为 LTE 广播,是一种先进的移动数据传输技术,与 MBMS 视频承载技术相比, eMBMS 技术能支持更大的带宽,可以提供更多的频道和视频内容,同时视频画面更清晰流畅,用户体验更好。

本文将围绕 LTE MBMS 进行介绍和分析。为区别 3G MBMS 和 LTE MBMS,以下以 eMBMS (演进的 MBMS) 表示 LTE 下的 MBMS。

2 业务模式

3GPP MBMS 支持多媒体广播业务和多播业务两种模式。

2.1 多播业务模式

多播模式下,只有签约过的终端才能接收业务。MBMS 多播业务流程如图 1 所示。



图 1 MBMS 多播业务流程

(1) 订购(subscription)

用户向业务提供者订购多播业务,订购后用户可以接收多播业务。用户订购信息保存在广播多播业务中心(broadcast multicast-service center, BM-SC)。

(2) 业务声明(service announcement)

用户可通过业务声明/发现机制获得 MBMS 的信息,如业务多播 IP 地址、业务开始时间等。业务提供者提供多种业务发现机制,如小区广播短信(SMS cell broadcast)、MBMS 广播模式、push 推送机制(如 WAP push、点到点 SMS、MMS)、URL 机制(如 HTTP/FTP)等。

(3) 用户加入(joining)

用户加入即用户激活 MBMS 多播业务,指用户准备接收多播方式的 MBMS 承载业务。

(4) 会话开始(session start)

当 BM-SC 准备发送数据时,首先发起会话开始流程,触发 MBMS 承载资源的建立用于 MBMS 数据传输。会话开始和用户激活 MBMS 是独立的,即一个用户可能在会话开始之前或之后激活 MBMS。

(5) MBMS 通知(MBMS notification)

MBMS 通知用于告诉 UE 即将进行(也可能是正在进

行)的 MBMS 数据传送。

(6) 数据传送(data transfer)

BM-SC 进行数据传送,UE 接收 MBMS 数据。

(7) 会话停止(session stop)

当 BM-SC 在一段比较长的时间内没有数据需要发送时发起会话停止请求,释放承载资源。

(8) 用户离开(leaving)

用户离开表示用户离开多播组,不再接收 MBMS 多播业务数据。

2.2 广播业务模式

在广播模式下,所有具备接收能力的终端都可以在 MBMS 区域接收业务,相对于多播模式,广播模式没有用户签约、用户加入和用户退出的过程。MBMS 广播业务流程如图 2 所示。

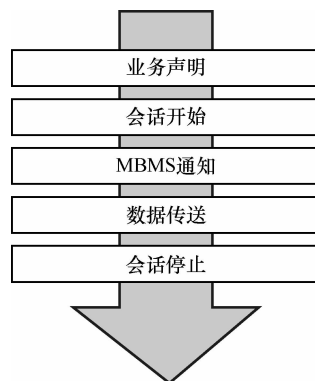


图 2 MBMS 广播业务流程

eMBMS 只有广播模式,这是针对网络而言。从业务流程上,eMBMS 的广播也包括用户订阅、加入和离开过程,即用户需向业务提供者订阅相关 MBMS,接收 MBMS 数据前,终端需要向 BM-SC 进行注册,当结束接收数据时,终端需要向 BM-SC 发起注销。但不同于 3G MBMS,eMBMS 的用户订阅、注册和注销是通过应用层实现的,对承载网络是透明的。因此 eMBMS 只支持广播模式。

3 总体架构

在 3GPP MBMS R6 到 R8 标准中,MBMS 功能是通过 3G 网络的改进而实现的,主要的改进包括两方面:一方面通过增加新的功能实体广播多播业务中心提供与管理 MBMS;另一方面是在已有的功能实体(包括 GGSN、SGSN、BSC/RNC 和 UE)上增加对 MBMS 的支持。

在 3GPP R9 版本中,提出了独立的 LTE/系统架构演

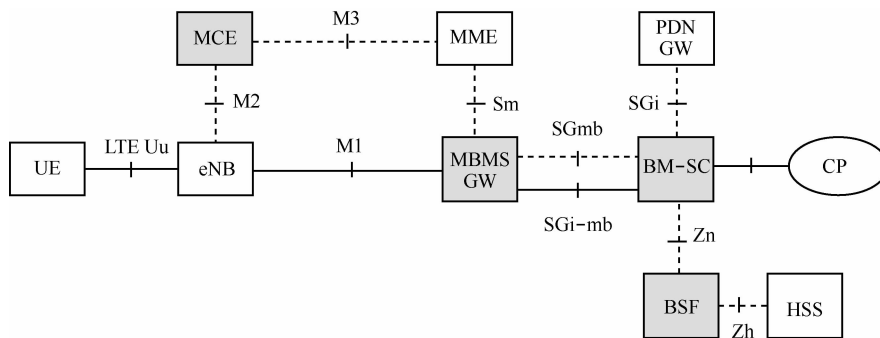


图3 LTE MBMS 总体系统架构

进(SAE)下的 MBMS 系统架构。

LTE/系统架构演进下的 MBMS 总体架构如图 3 所示。

该架构包括广播多播业务中心和 MBMS 网关(MBMS GW)、多小区/多播协调功能实体(multi-cell/multicast coordination entity, MCE)、移动性管理实体(mobility management entity, MME)、分组数据网络(PDN)网关(PGW)、自举(引导)服务器功能(bootstrapping server function, BSF)、归属用户服务器(home subscriber server, HSS)、演进型基站(E-UTRAN node B, eNB)和用户设备(UE)。其中,MBMS GW 和 MCE 是新增的 MBMS 专用逻辑实体。

(1) UE

UE 主要支持多媒体广播业务流数据接收、多媒体广播业务文件接收、多媒体广播业务发现/订阅/取消、多媒体广播业务安全功能,包括密钥的获取和更新、数据流的解密、多媒体广播业务播放等。

(2)eNB

eNB 根据 MCE 的无线调度信息,完成 eMBMS 数据发送以及无线承载的控制。eNB 支持 MBMS 承载会话控制信令。接收 MBMS GW 下发的多播报文数据并发送 UE。

(3)MBMS GW

MBMS GW 作为 BM-SC 和 eNB 之间的一个节点,是网络的接入网关。MBMS GW 包括控制面和用户面功能。控制面功能主要负责接收和处理来自于 BM-SC 的 MBMS 承载业务的会话控制信令(如会话开始、停止),分配 IP 多播地址,并且通过 M3 接口将会话控制信令发送给 eNB;用户面功能负责接收来自 BM-SC 的 MBMS 数据(通过 SGi-mb 接口),并通过 M1 接口向接入网传输业务数据,M1 接口支持数据帧的同步传输,以 IP 多播的方式下发数据。

(4)MME

MME 提供 MBMS 承载的会话控制面功能,负责中转 MBMS GW 的会话控制信令(包括会话开始、会话结束等)并将会话控制消息发送给参与业务数据传输的多个 eNB。

(5)MCE

MCE 负责协调 MBSFN (multimedia broadcast multicast service single frequency network, 多媒体广播多播业务单频网)区域内的多小区同步传输,负责整个单频网内所有小区/eNB 的无线资源的统一分配及管理。此外 MCE 还负责控制面 MBMS 信令的处理(包括会话开始、会话结束等)。

(6)BM-SC

BM-SC 为业务层网元,负责用户管理和授权、业务安全和计费、MBMS 公告、MBMS 承载的建立和发起、MBMS 数据发送(支持 SYNC 协议)。BM-SC 支持 MBMS 承载(通过 SGmb,SGi-mb 接口)和单播承载(通过 SGi),可根据业务特性和用户数量来选择合适的承载类型。

业务层面,BM-SC 支持 RTP 实现实时流媒体传输,采用 FLUTE(file delivery over unidirectional transport,单向文件传输)协议实现文件下载和 DASH over FLUTE 流媒体传输。

(7)BSF

BSF 从 HSS 获得 GBA 的用户安全设置(GUSS),其中包含需要认证用户的认证向量。根据认证向量,BSF 和 UE 基于 AKA 协议进行双向认证鉴权并协商共享密钥。BSF 根据 BM-SC 的请求将共享密钥发送给 BM-SC 用于生成 MBMS 用户密钥。

eMBMS 的控制面接口介绍如下。

(1)SGmb

SGmb 接口为 MBMS GW 与 BM-SC 之间的控制接口,实现会话开始、更新、停止等控制功能,传递 MBMS QoS、

MBMS 服务区等 MBMS 会话参数以及 SGi-mb 用户面相关的 SSM(source specific multicasting)等参数。采用 Diameter 协议。

(2)Sm

Sm 接口为 MBMS GW 与 MME 之间的控制接口,传递会话控制消息到 MME,承载协议为 GTPv2-C。

(3)M2

M2 接口为 MCE 与 eNB 之间的控制接口,对多小区传输模式下的 eNB 进行无线资源管理和会话控制。应用层协议为 M2AP,信令承载使用 SCTP。

(4)M3

M3 接口为 MME 与 MCE 之间的控制接口,提供 MBMS 会话控制信令转发功能,传递 MBMS 业务数据传输所需要的信息(如 IP 多播地址)。应用层协议为 M3AP,信令承载使用 SCTP。

(5)Zn

Zn 接口为 BSF 与 BM-SC 之间的控制接口,用于 BM-SC 获取用户相关共享密钥信息和 IMPI。采用 Diameter 协议。

(6)Zh

Zh 接口为 BSF 与 HSS 之间的控制接口,从 HSS 获取用户鉴权元组数据和 GBA 用户安全设置(GUSS)。采用 Diameter/Web Services 协议。

eMBMS 用户面接口介绍如下。

(1)SGi-mb

SGi-mb 接口为 BM-SC 与 MBMS GW 之间的用户接口,支持 BM-SC 向 MBMS GW 发送 MBMS 数据。可为单播或 IP 多播(可选)。

(2)M1

M1 接口为 MBMS GW 与 eNB 之间的用户面接口,使用 IP 多播的方式进行点对多点的 MBMS 数据传递。通过 SYNC 协议保证传输的 MBMS 内容同步。

4 MBMS 部署关键问题

LTE/系统架构演进下的 MBMS 相关规范已经成熟,目前全球已有 20 多个运营商开展 LTE MBMS 的试点和测试,继韩国 KT 在 2014 年年初成为全球首家正式商用 eMBMS 的运营商,2014 年 5 月,Verizon 在其 LTE 商用网络演示了 MBMS。MBMS 实施和部署实现需要终端、无线接入、核心网和业务平台的整个产业链的配合。

4.1 终端

为实现 eMBMS,终端必须支持 eMBMS 空口协议和应用层协议。图 4 为支持 eMBMS 的终端架构。

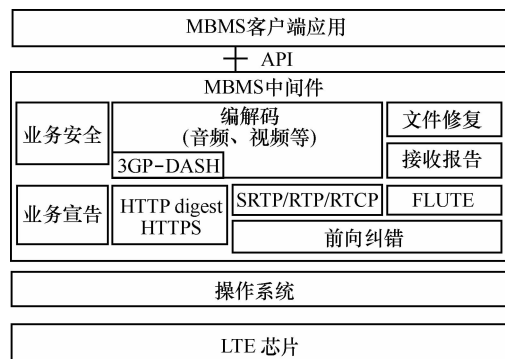


图 4 eMBMS 的终端架构

LTE Modem 和芯片支持 eMBMS 空口协议,接收广播数据,同时为中间件等提供接口。

终端操作系统支持芯片的 eMBMS 接口适配。

eMBMS 客户端应用基于中间件提供的能力,实现 eMBMS 应用功能,eMBMS 客户端应用应包含播放器和用户界面,支持节目菜单、用户鉴权、文件下载处理、DASH 数据处理和播放控制等。

eMBMS 中间件支持多种内容传输协议,包括采用 FLUTE 协议支持文件下载,采用 RTP 支持流媒体播放,支持基于 HTTP 的 DASH 功能。

eMBMS 中间件支持 MBMS 安全机制,负责 MBMS 相关密钥的管理和内容解密等功能,提供业务发现功能。

eMBMS 中间件支持通过 HTTP/TCP 单播方式进行文件修复,恢复丢失的数据分组,支持 FEC(forward error correction,前向纠错)功能,提供数据传输的可靠性,支持通过接收响应报告上报 QoE 的相关指标信息。

目前市场上,高通已有几款芯片支持 eMBMS,Sequence 也有单模芯片(支持 Pad,CPE)可以支持 TDD 和 FDD 网络上的多播和单播业务,并为中间件提供了标准化的接口。但总体而言,终端芯片目前是比较滞后的环节;同时,目前终端、芯片和 eMBMS 中间件支持的功能相对简单,还不能支持 RTP 流媒体传输,未实现 eMBMS 安全机制等,因此从终端来看,无论是芯片本身还是终端功能方面,eMBMS 离大规模商用还有较大的距离。

4.2 无线资源规划

eMBMS 广播无线资源在时域上以子帧为调度单位,在频域的调度为满带宽调度。



根据 3GPP 规范定义,FDD 最多可支持在 1 个无线帧内选择 6 个子帧用作 eMBMS,TDD 可最多支持在 1 个无线帧内选择 5 个子帧用作 eMBMS。以 FDD 为例,如果以 10 ms 为调度周期,在 10 ms 内选择 2 个子帧作为 eMBMS,假设 MCS 取值为 21,则 2 个子帧对应的多播空口容量约为 6 MB,可以支持 3 路高清视频(2 Mbit/s,1080P)或 8 路标清视频(700 kbit/s, 720P),而此时原有单播系统容量将减少 20%,因此 eMBMS 的业务开展对单播业务会产生一定影响。

广播业务的空口性能取决于子帧数和 MCS。

MCS 取值范围为 0~27,取值越高速率越大,但随着 MCS 的增大,覆盖率将降低。因此实际部署时需要综合考虑不同小区覆盖区域环境并在典型无线网络环境下进行充分测试和验证,从而选取不同环境下的合适的 MCS,为适应无线覆盖的不断优化和调整,MCS 应支持半静态配置。

广播业务子帧数的选择应综合考虑部署区域的单播和多播资源需求,进行合理规划,尽量避免对单播业务的影响。广播业务可以分为直播和推送两类。直播业务主要为重大赛事、热门综艺节目的实时播放。推送类业务包括个人用户栏目订购,用户选择感兴趣视频内容接收,网络层定时推送;行业用户租赁多播能力推送视频,包括视频广告、市政信息、视频直播内容等的定时定点推送。根据这两类业务的不同特征,广播业务子帧数量应支持按时间配置,以更好地支持业务开展并有效利用无线资源,如可在白天将系统资源用于单播,当有重大赛事等直播内容时,可在一定时间段内动态分配一定数量的子帧用于直播,直播结束后无线资源可以释放。晚上闲时,可半静态配置一

定容量用作推送类业务,提升无线资源的利用率。

4.3 网络设备部署

为支持 eMBMS,eMBMS 架构中引入了 MCE 和 MBMS GW 两个专用逻辑实体,同时需对 MME、eNB 进行改造和升级,以支持 eMBMS 功能。在实际网络部署时,运营商还需考虑网络的组网问题,包括 MCE 和 MBMS GW 的组网。

4.3.1 MCE 设置

3GPP 规范中定义了两种 MCE 的部署模式,如图 5 所示。

图 5(a)为 MCE 集中部署模式。该方式采用独立的 MCE 逻辑实体来对相关 MBSFN 区域的 eNB 进行管理。该独立 MCE 逻辑实体可以用独立的物理设备来实现或与其他网元合设,如 MCE 和某个 eNB 合设。图 5(b)为 MCE 分布部署模式,即 MCE 作为逻辑实体集成在 eNB 内部,eNB 需要进行必要的软件升级。

MCE 集中模式与 eMBMS 架构吻合较好,MME 直接跟 MCE 连接,MCE 根据会话消息中的 MBMS 区域对应的 MBSFN 区域,将会话控制消息发送到相关的 eNB,不会有冗余的会话控制消息发送到不相关的 eNB,同时 MCE 统一控制下属 eNB,可以实现 MBSFN 区域内基站的无线资源分配的一致性,从而保证 MBSFN 传输。但 MCE 集中模式下,MCE 成为类似 RAN 控制器的角色,控制一个 MBSFN 区的所有基站的接入控制、无线资源配置等,E-UTRAN 的架构退回到了三层组网架构。网络部署上需要新增物理设备和 MCE 网管,成本增加。M2 接口的信令流程与 M3 接口的信令流程重复,冗余较大。MCE 和不同厂商的 eNB 需要进行 IOT 测试以保证互联互通性。

MCE 分布模式符合 E-UTRAN 扁平化架构,M2 接口成

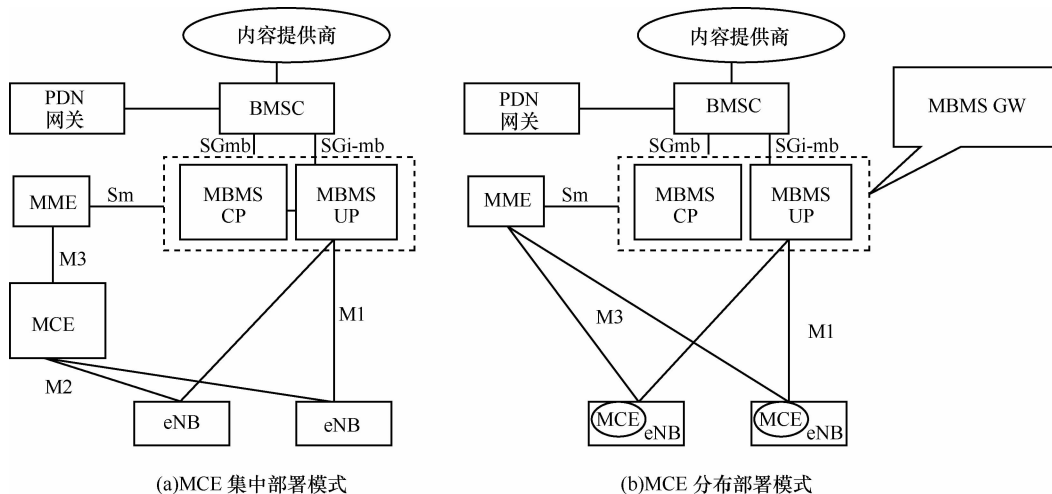


图 5 MCE 部署方式

为 eNB 内部接口,接口简化,不需新增物理设备和网管系统,只需对 eNB 进行软件升级。在分布模式下,MCE 只管理 MBSFN 下的单个 eNB,但同一个 MBSFN 区域下的多个 eNB 的无线资源的配置需要协调和保持一致,3GPP 提出通过 OAM 来保证,但如何实现并未定义,OAM 方式只能支持半静态配置,对业务的动态调整无法支持,灵活性和实时性较差。由于 eNB 数量较多,配置方式对运营商的管理要求较高,同时该方式也对 eNB 有一定要求。MCE 分散模式如何实现不同 eNB 之间无线资源调度的一致性需要进一步分析和研究,同时 eNB 和 MME 的互联互通性也需要进行测试和验证。

4.3.2 MBMS GW 设置

MBMS GW 的组网和设置可以有多种方式,如按大区设置、按省份部署等。当 MBMS GW 按大区设置时,建议 MBMS GW 放在离 BM-SC 近的位置。当 MBMS GW 按省份部署时,通常与 EPC 核心网设置在相同的地点。MBMS GW 的设置应考虑 MBMS GW 负责的业务区域、业务容量、连接的 eNB 的数量等因素。运营商在部署 MBMS 业务时,应根据业务规划,确定合适的 MBMS GW 的组网方式。

MBMS GW 物理上可以通过新增网元实现或与现有网元设备合设。当新增 MBMS GW 网元时,对原有 EPC 网络 SGW 和 PGW 无影响,新增 MBMS GW 支持 eMBMS 会话控制和用户面的 IP 多播功能。当 MBMS GW 采取和现有网元合设方式,如与 SGW/PGW 合设,则现有网元 SGW/PGW 需升级支持 MBMS GW 功能,新增接口 SGmb、SGi-mb、Sm、M1 并支持 IP 多播功能。

4.3.3 eMBMS 网络部署实例

韩国 KT 在 2014 年推出了商用 eMBMS,其 eMBMS 商用网络由三星提供网络基础设施和终端。KT 的网络结构如图 6 所示。

在该网络结构中,MCE 采用集中模式,新增独立网元 MCE 对 eNB 进行统一管理。MCE 采用集中模式设置可以有效地对下属 eNB 的无线资源调度进行统一配置,从而保证 MBSFN 传输。MBMS GW 采取和 PGW 合设模式。由于 BM-SC 和 PGW 本身有 SGi,因此当 MBMS GW 与 PGW 合设时,可以共用 BM-SC 与 PGW 之间的物理链路,但 PGW+MBMS GW 需新增到 MME 和 eNB 的链路和接口,支持 IP 多播协议和功能。

4.4 对承载网的要求

MBMS GW 采用 IP 多播的方式发送 MBMS 数据给 eNB。IP 多播地址和源地址由 MBMS GW 在会话开始的时候指示给 MME,MME 再传递给 eNB。eNB 使用 IGMP V3 (internet group management protocol version 3) (IPv4) 或 MLD V2 (multicast listener discovery version 2) (IPv6) 完成多播路由的建立。同样,当会话结束时,eNB 使用 IGMP V3 (IPv4) 或 MLD V2 (IPv6) 完成多播路由的退出。

由于 LTE 单播通常采用 VPN 承载,为支持 IP 多播功能,需增加独立的逻辑接口和独立的 VLAN 用于多播数据的传送。根据 3GPP 规定,eNB 到接入层二层网络支持 IGMPv3/MLDv2,汇聚层和核心层层三网络可采用 PIM-SM 等协议。由于目前 IP RAN 并未使用 IP 多播,因此需对 IP 承载网提出新的要求,且现有 IP 承载网的多播的转发性能、最大组数、多播复制能力、业务转发时延情况都有待于测试和验证。

4.5 业务安全机制

eMBMS 商用部署时,需提供业务安全机制,能够安全地将数据传送给合法的用户。因此 eMBMS 用户业务需要提供认证方式、密钥分配和数据保护机制。

LTE 阶段 MBMS 在安全方面基本沿用 3G 的 MBMS 安全架构和安全机制。

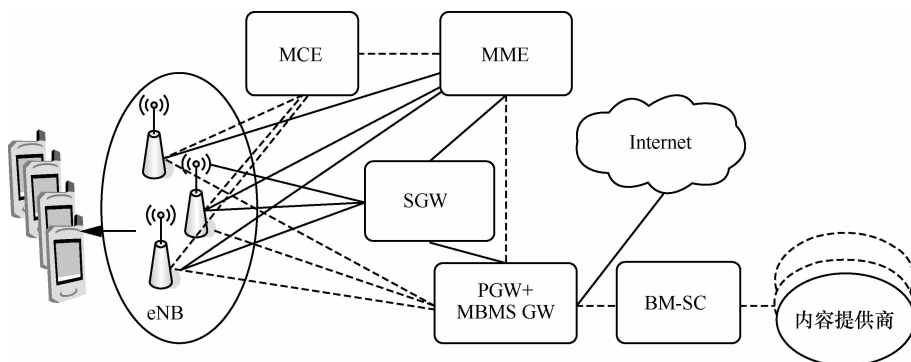


图 6 KT eMBMS 网络结构

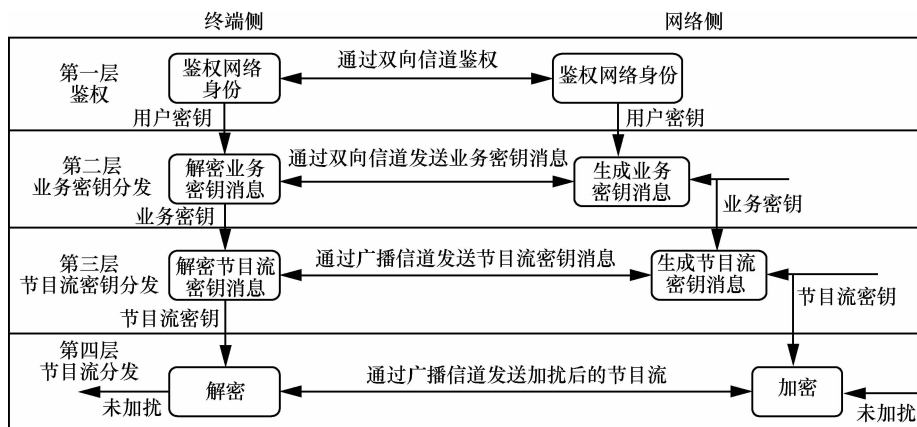


图7 业务保护分层密钥体系

MBMS 安全体系采用通用自举架构(generic bootstrapping architecture, GBA),通过鉴权、密钥管理和数据安全保护来保障 MBMS 安全。GBA 使用 AKA (authentication and key agreement)算法为 UE 与网络之间提供一种密钥共享、相互鉴权和业务保护的通用安全机制。

根据 YD/T 1785-2008《移动多媒体广播业务:业务层总体技术要求》的定义,MBMS 安全机制分为 4 个层次,如图 7 所示。

(1)第一层

认证管理。UE 与网络之间进行双向认证鉴权,认证通过后获得共享密钥。网络 and 终端根据此共享密钥各自生成用户密钥(MBMS user key, MUK)。

(2)第二层

实现业务密钥(MBMS service key, MSK)管理。业务密钥用于控制用户接入业务,网络通过用户订购关系将业务密钥通过加密方式发送给用户。网络对业务密钥进行加密时使用用户密钥。终端使用本地生成的用户密钥对业务密钥进行解密。

(3)第三层

节目流密钥(MBMS traffic key, MTK)管理。节目流密钥用于对广播内容的加密。网络在广播/多播信道上实现加密后的节目流密钥的传送。网络对节目流密钥进行加密时使用业务密钥。终端使用本地业务密钥对节目流密钥进行解密。节目流密钥生命周期较短,可抗击实时的分布式攻击。

(4)第四层

节目流分发,网络使用节目流密钥对节目内容进行加密,加密后的节目内容通过广播/多播通道进行分发。终端使用节目流密钥对广播内容进行解密。

eMBMS 的业务安全机制需要终端 UICC 或 ME 支持

MBMS 密钥管理功能。当 UICC 具备 MBMS 密钥管理功能时, UICC 卡支持 GBA-U (GBA with UICC-based enhancement), MBMS 用户业务的 MSK 存储在 UICC 上;如果 ME 用作 MBMS 密钥管理,则 ME 应实现 GBA-ME 和 GBA-ME, ME 根据共享密钥生成并存储与 MBMS 相关密钥 (MSK, MTK)。

目前终端、芯片对 MBMS 安全机制尚不支持,因此对运营商初期部署 eMBMS 带来一定的影响,尤其是对业务用户的计费问题。

4.6 eMBMS 内容

eMBMS 的成功与提供的内容关系密切,运营商为用户提供 MBMS,首先应解决内容源问题,运营商应和内容提供商紧密合作,通过分析和定位用户需求,为用户提供具有吸引力的内容。

5 结束语

eMBMS 是 3GPP 的手机电视的标准,3GPP eMBMS 的标准从 R9 以来已经比较成熟。但运营商在部署 eMBMS 时,仍然面临各方面的技术与商用模式问题需要解决,同时 eMBMS 的商用需要终端、网络、业务平台设备提供商、运营商和内容提供商等产业链各方的共同协作和推动。

参考文献

- 1 3GPP TS 22.146. Multimedia Broadcast/Multicast Service; Stage 1, 2013
- 2 3GPP TS 22.246. MBMS User Services; Stage 1, 2010
- 3 3GPP TS 23.246. Multimedia Broadcast Multicast Service; Architecture and Functional Description, 2007
- 4 3GPP TS 29.061. Interworking Between the PLMN Supporting packet Based Services and PDNs, 2012

(下转第 14 页)