



LTE 演进背景下的 M2M 通信适配技术

王 艺

(中国电信股份有限公司上海研究院 上海 200122)

摘 要: M2M 技术是智慧城市的关键技术之一。M2M 的通信特征和业务特征对 LTE 演进背景下的通信运营商移动网络系统提出了新的要求。针对 M2M 通信特征,描述了运营商移动网络的改进进展、改进思路和网络演进的 3 个阶段。针对 M2M 业务特征,描述了 3GPP 的 SCS 体系、可管理 M2M 通道以及通过 OTA 进行运营商切换的 GSMA eSIM 体系。

关键词: M2M; 机器类型通信; 业务能力服务器; eSIM; OTA; 注册管理-数据准备; 注册管理-安全路由

doi: 10.3969/j.issn.1000-0801.2014.11.008

M2M Communication Technology Development Under the Background of LTE Evolution

Wang Yi

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

Abstract: M2M is one key technology for smart city. Both communication characteristics and business characteristics of M2M have raised new requirements for mobile networks. For communication characteristics, the network improvement work by 3GPP and 3GPP2, two different network adaptation ways, and three phases of network evolution for M2M were discussed. For business characteristics, SCS from 3GPP, manageable M2M communication pipe, and GSMA eSIM were described.

Key words: machine to machine, machine-type communication, service capability server, eSIM, OTA, SM-DP, SM-SR

1 M2M 通信与网络演进

作为智慧城市的关键技术之一,物联网实现了物理空间和数字空间的映射,使得通过信息空间理解和控制物理空间成为可能。为适应物联网发展的独特需求,广域 M2M (machine to machine) 通信技术也在不断演进, LTE 作为当前及未来的主要移动通信技术,也在持续演进,满足 M2M 通信的需求。

作为通信运营商切入物联网领域的核心,与 M2M 通道相关的业务日益受到众多移动通信运营商的重视。GSMA Intelligence 2014 年 2 月的一份报告^[1]统计,截至

2013 年,全球无线 M2M 连接数已经接近 2 亿。在一些国家, M2M 通道数量占总的移动通信用户数的比例已经超过了 20%。M2M 通信已经逐渐成为移动通信网络承载的重要业务之一。M2M 通道连接数及部分国家 M2M 通道数占比如图 1 所示。

LTE 之前的蜂窝移动通信网络,主要面向人与人 (human to human, H2H) 的通信,无论是从业务信道设计、信令交互设计,还是容量和覆盖规划等多个层面,主要考虑的是前向流量,即以手机终端和上网卡为主的业务。M2M 通信中的大流量模式,例如实时流媒体视频监控应用,对于移动通信网络的需求主要体现在反向带宽;而大

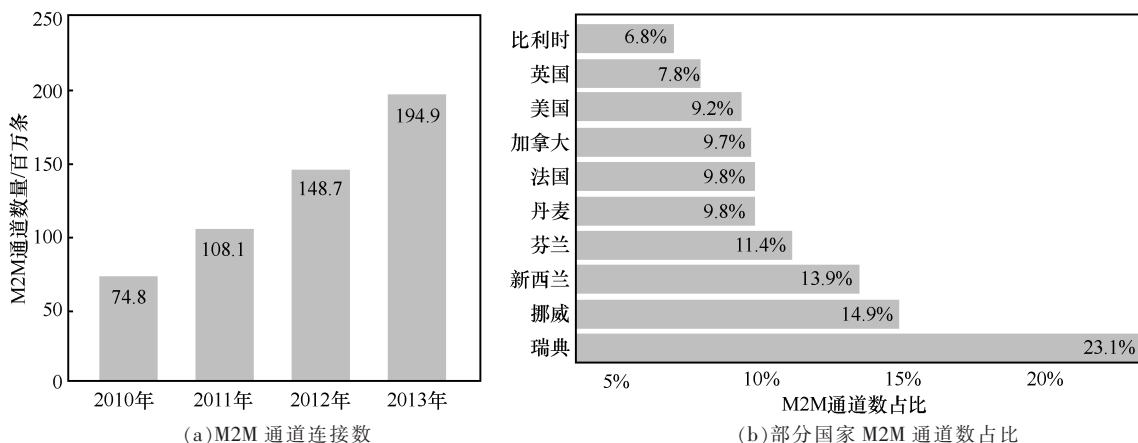


图 1 M2M 通道连接数及部分国家 M2M 通道数占比

量 M2M 终端的通信流量模式是以反向的小流量为主,拥有其鲜明的通信特征和业务特征。

为更好地支持 M2M 通信,满足 M2M 通信的需求,蜂窝通信网络逐渐引入一系列新的能力或功能。例如,3GPP 基于其对 MTC (machine-type communication, 机器类型通信) 需求的研究,从 R10 开始,逐渐在已有 LTE 标准中加入支持 M2M 通信的功能,同时力图提升 LTE 承载 M2M 通信的效率。3GPP2 也在 2012 年年底推出 cdma2000 1x Rev F 版本,针对 M2M 进行了协议优化。

M2M 业务除了带来新的通信特征之外,也带来了新的业务特征。所谓业务特征,是指和底层的数据传输无关,而和业务运营及客户服务相关的特征。例如,与手机通信业务中公众客户占据绝对主流不同,B2B2x (B2B2B 或 B2B2C) 类型的业务在通信运营商 M2M 业务中占比较高。面对 M2M 服务提供商和大客户出于端到端业务全自动运营以及部分客户全球化 M2M 服务开展的需要,通信网络除了面向 M2M 业务的通信特征开展协议的优化升级工作之外,还需要面向 M2M 业务的业务特征开展运营商系统的适配工作。本文将从这两个方面分别进行分析和讨论。

2 针对 M2M 通信特征的适配技术

3GPP TS 22.368^[2]将 M2M 通信称为 MTC,并描述了 MTC 的业务场景及业务特征。3GPP 所定义的 MTC 的通信特征主要包括低移动性(low mobility)、通信时间受控(time controlled)、时间宽容(time tolerant)、纯数据业务(packet switched (PS)-only)、小数据传送(small data transmission)、终端单向触发(mobile originated only)通信场景模式、终端

触发为主平台偶尔触发(infrequent mobile terminated)通信场景模式、终端监控(MTC monitoring)、优先报警(priority alarm)、安全连接(secure connection)、特定位置触发(location specific trigger)、不频繁数据传送(infrequent transmission)以及群组通信(group based MTC feature)等。

2.1 3GPP 的相关研究和标准制订工作

3GPP 从 R10 开始,以上述研究为基础,陆续启动了相关支持 M2M 通信特征的功能和协议的研究制定工作。R10 完成了信令拥塞及过载控制相关的标准化。R11 进行了编址和标识、终端触发机制以及 PS-only 终端的标准研究。R12 针对小数据传输效率进行优化、增强监控能力、实现基于组的策略管理、编址、触发和计费以及降低终端耗电等。

2.2 3GPP2 的相关研究和标准制订工作

3GPP2 在 2012 年年底推出 cdma2000 1x Rev F 版本,针对 M2M 进行了协议优化,希望简化 M2M 通信相关的信令处理流程,提高小数据的传输效率,增加网络容量,降低终端的耗电量。除了协议的整体优化外,新的版本使用标志将需要区别对待 M2M 终端的通信和其他终端的通信。例如,在 cdma2000 1x 网络里将 M2M 终端的访问过载等级 ACCOLC 设置为 14 (从预留的 ACCOLC 值 13~15 中分配)。

协议的主要优化内容包括:

- 实现 M2M 终端优先级控制;
- 信道分配流程中使用单条消息快速建立数据连接、降低模块功耗;
- 改进发送数据时的信道使用方式,实现网络增容和模块功耗降低;



- 简化信令机制,降低信令流量,实现网络增容和模块功耗降低;
- 实现基于 R-EACH 的 DoS(denial of service, 拒绝服务)机制,实现快速接入和数据快速发送。

2.3 如何适配不同 M2M 终端的不同通信模式

针对 M2M 通信的承载技术的处理难点之一在于,不同的 M2M 终端的 M2M 通信模式不同。例如,3GPP TS 22.368 中就明确描述了终端单向触发通信模式和终端触发为主平台偶尔触发通信模式。网络如何区分这些不同的通信模式,从而能够采取不同的承载方式?存在两种思路。一种是为每种特征建立标签,事先作为用户签约数据的一部分存储在 HLR/HSS(归属位置寄存器/归属用户服务器)中;另一种思路是终端侧配置标签的值,在终端附着时通知到网络中的相关实体,并在后续切换等操作时,通过网络内部的信息同步机制维护网络相关实体和终端侧关于此参数的一致性。

两种方法各有其优势,签约数据法沿用了传统的“中央控制”模式,而终端配置法则体现了“分散控制”的思路。笔者认为在以中央控制模式为主的基础上,适当引入分散控制有助于降低业务开通复杂度和签约数据管理复杂度,也能通过用户的参与,让网络的使用能够根据不同 M2M 应用的特点尽可能地接近最优。下面以一个简单的例子进行进一步的说明。

对于一些只是执行普通数据采集,不进行远程控制操作,且数据采集的时效性要求不高的 M2M 终端,实际采用较低的寻呼周期就可以了。采用较低的寻呼周期的好处之一是能够降低终端的功耗,实现终端省电的目标。寻呼算法中,终端的实际寻呼周期由下述计算式确定: $T=\min(T_c, T_{UE})$ 。其中, T_c 是小区特定的默认寻呼周期,由网络通过广播消息发送。UE 通过 SIB2 中的 PCCH-Config 中的寻呼消息(paging message)得到 RRC(radio resource control,无线资源控制)配置的 default pagingcycle(即 T_c); T_{UE} 是 UE 特定寻呼周期,是 UE 在附着(attach)过程中的附着请求中携带,传输给核心网 MME(mobile management entity,移动管理实体),再由 MME 发送给 eNB 来通知 UE 的特定 DRX 周期的值。终端和基站都是根据 $T=\min(T_c, T_{UE})$ 确定实际寻呼周期 T 的大小。一般情况下, T_c 一般较短。因此,即使终端侧配置的 T_{UE} 值较高,生效的也是 T_c 。

为应对 M2M 终端的不同通信模式对较优寻呼周期的需求,可以考虑如下思路:在终端实际寻呼周期协商流程

中增加参数“寻呼周期确定模式”进行算法协商,由此参数通知终端和网络采用何种方法确定终端实际寻呼周期。终端和网络采用新的算法分别确定终端的实际寻呼周期。对于强调省电的 M2M 终端,在终端侧设置较大的“终端特定寻呼周期”值,同时设置“寻呼周期确定模式”指示采用两个值中的较大值,经过终端接入网络时的协商,最终网络侧和终端侧都对这个终端使用“终端特定寻呼周期”和“网络默认寻呼周期”两者之中的较大值。由于“网络默认寻呼周期”一般设置得较小,因而实际生效参数是“终端特定寻呼周期”值。而对于普通手机,终端侧设置较小的“终端特定寻呼周期”值,同时设置“寻呼周期确定模式”指示采用两个值中的较小值,经过终端接入网络时的协商,最终网络侧和终端侧都对这个终端使用“终端特定寻呼周期”和“网络默认寻呼周期”两者之中的较小值,满足普通手机快速呼通的需求。

采用上述机制后,可以让客户/SI(system integrator,系统集成商)等根据实际业务需要在终端侧进行相应参数配置(配置“终端特定寻呼周期”和“寻呼周期确定模式”),让不同终端采取各自不同的寻呼周期,并可以由客户/SI 等自行调整。这避免了由网络侧操作人员对不同终端/SIM 卡逐一配置签约参数所导致的管理复杂性。更重要的是,只有客户/SI 才能知道当前 M2M 终端所加载的应用采用多长的寻呼周期较为合适。客户/SI 可以在无需运营商维护人员的参与下,自行更新参数,寻找合适的寻呼周期,在实现终端省电目标的同时,也能够提高网络的承载效率。同时,终端如果更换 SIM 卡,相应的参数仍然存在终端侧,仍能保持既有的效果。

2.4 适配 M2M 通信的两种网络改进思路

对于通信网络承载 M2M 通信的演进趋势,在笔者 2010 年的文章^[3]中曾经提出过一个三阶段发展论。即在机器通信业务规模化发展的前景下,移动通信网络承载机器通信的演进趋势可以划分为 3 个阶段:混同承载阶段、区别承载阶段以及远期的独立承载阶段,如图 2 所示。

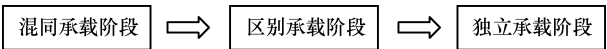


图 2 移动通信网络承载机器通信的 3 个发展阶段

业务发展初期,通信网络采用混同承载方式。在混同承载阶段,通信网络没有将机器通信和上网卡等数据业务区分开来。这些不同类型的通信业务,网络采用同一种模式进行承载。随着机器通信业务的不断发展、业务规模的不断增加,逐渐对包括码号资源、传输信道资源等在内的

通信网络资源造成了较大的压力。为了避免这种压力对整个通信网络造成大的负面影响,必须在网络侧进行相应的改造来实现区别承载。通信网络将 M2M 通信从其他通信中识别出来后,在协议等层面进行区分处理。这就进入了区别承载阶段。当机器通信业务规模继续扩大,和其他共享通信信道的数据业务之间出现较大的互干扰问题,单纯从技术手段解决可能过于复杂。另外,可能出现大量对通信 SLA(service level agreement,服务等级协议)要求较高的机器通信业务。这些因素导致可能需要采用物理或逻辑隔离的网络承载部分机器通信业务。这可能包含了物理或逻辑独立的接入网以及核心网中专设的互联子网,也就形成了对于机器通信的独立承载。

无论是 3GPP(R10~R12),还是 3GPP2,目前针对 M2M 通信需求的网络优化和改进思路基本采取了两个策略。要么是协议本身某种能力的整体提升,既满足 M2M 通信的需求,也能够提升对非 M2M 通信的支持;要么将 M2M 通信和其他通信区分出来,然后针对 M2M 通信的需求在通信协议上进行针对性的有别于非 M2M 通信的处理。后者体现了在同一网络和同一协议基础上的“区别承载”策略。

区别承载策略能够有效地复用已有基础设施和协议体系的成果,能够提升现有网络对于 M2M 通信的普遍支持程度。但同时也面临着一些问题。例如,LTE 网络本身的设计目的之一就是为了大数据量数据的传输,承载大量 M2M 通信小数据传输的话,协议的承载效率不够理想;M2M 通信模块在 LTE 现有体系下,功耗仍然较高;LTE 的复杂通信机制导致 M2M 模块的成本较高等。针对这些问题,目前业界已经开始出现一些新的提议,即复用通信运营商的大部分蜂窝基础设施及频段,在已有频段中使用一些单独的载波来承载 M2M 通信。在这些单独的载波上,使用新的专门为小流量 M2M 通信优化过的空口协议。通过这种方式,既能够复用通信运营商的大部分已有基础设施,又能有针对性地满足 M2M 通信低功耗和海量接入等要求,同时能够很好地提高协议的承载效率,满足 M2M 终端低成本接入的要求。上述方案体现的就是一种“独立承载”的思路。

3 针对 M2M 业务特征的适配技术

M2M 业务除了给蜂窝网带来了新的通信特征之外,还带来了新的业务特征。这些新的业务特征同样需要运营商的网络系统进行功能升级,以保证这些 M2M 业务的顺利运行。这里提及的“网络”既包含传统意义上的网络概

念,也包含支撑系统部分。下面分别从针对 B2B2x 业务模式的适配技术和针对设备全球化部署模式的适配技术两个方面进行分析和讨论。

3.1 针对 B2B2x 业务模式的适配技术

就此问题,先从 3GPP 支持物联网应用的移动网络架构增强说起。3GPP 完成针对 MTC 需求的阶段分析后,针对 PS-only 终端和外部实体激活终端等需求,总结形成了如图 3 所示的架构^[4,5]。3GPP 专门定义了 MTC 交互功能模块(MTC inter working function,MTC-IWF)、MTC AAA 服务器和业务能力服务器(service capability server,SCS)。

设立 MTC AAA 服务器的主要目的是为了解决外部标识符(external identifier, EI)和 IMSI 之间的映射关系的维护和查询。SCS 是连接 3GPP 网络和各个 MTC 应用服务器的实体。SCS 向这些实体开放能力。

MTC 交互功能模块的主要功能包括:

- 对 SCS 以及 SCS 发出的操作请求进行认证鉴权;
- 支持 SCS 发起的终端激活操作;
- 建立和 SCS 的安全连接。

MTC 交互功能模块可以是独立实体,或者是其他网元的一个模块,其主要作用在于对外屏蔽内部网络,并通过 Tsp 接口向 SCS 提供信息以及响应 SCS 请求,触发网络的响应操作。SCS 可以由通信运营商构建,也可以由 M2M 水平服务提供商构建。结合目前正在制定的 OneM2M 标准分析,其基础设施节点(infrastructure node)就可以成为某种 SCS。

3GPP 的上述架构主要是为了实现 PS-only 终端的 IMSI-EI 映射及终端激活操作,并认为提供的功能不仅仅是满足普通意义上的 MTC,因而将相应标准名称定义为“促进数据网络和应用之间通信的架构增强”。

进一步来看,通信运营商开展 M2M 业务,除了传统的直销模式之外,往往需要倚重大客户、M2M 服务提供商和 MNVO 等“企业客户”发展 M2M 通道数量。通信运营商通过和这些企业客户的合作,形成了 B2B2C 或 B2B2B 两种业务开展模式。中国电信和安吉星合作的 On-Star 车载信息服务属于 B2B2C 案例;而 B2B2B 的典型案例分析则是通信运营商为一些智能装备供应商的远程设备监测和维护服务提供通信服务。将上述两种模式统称为 B2B2x 模式。

在 B2B2x 模式下,通信运营商服务的是大众客户或为其他企业提供 M2M 应用服务(以下简称为 M2M 服务)的 M2M 应用服务提供商(以下简称 M2M 服务商)。通信服务是这些 M2M 服务商向其用户提供 M2M 服务的基础条件,

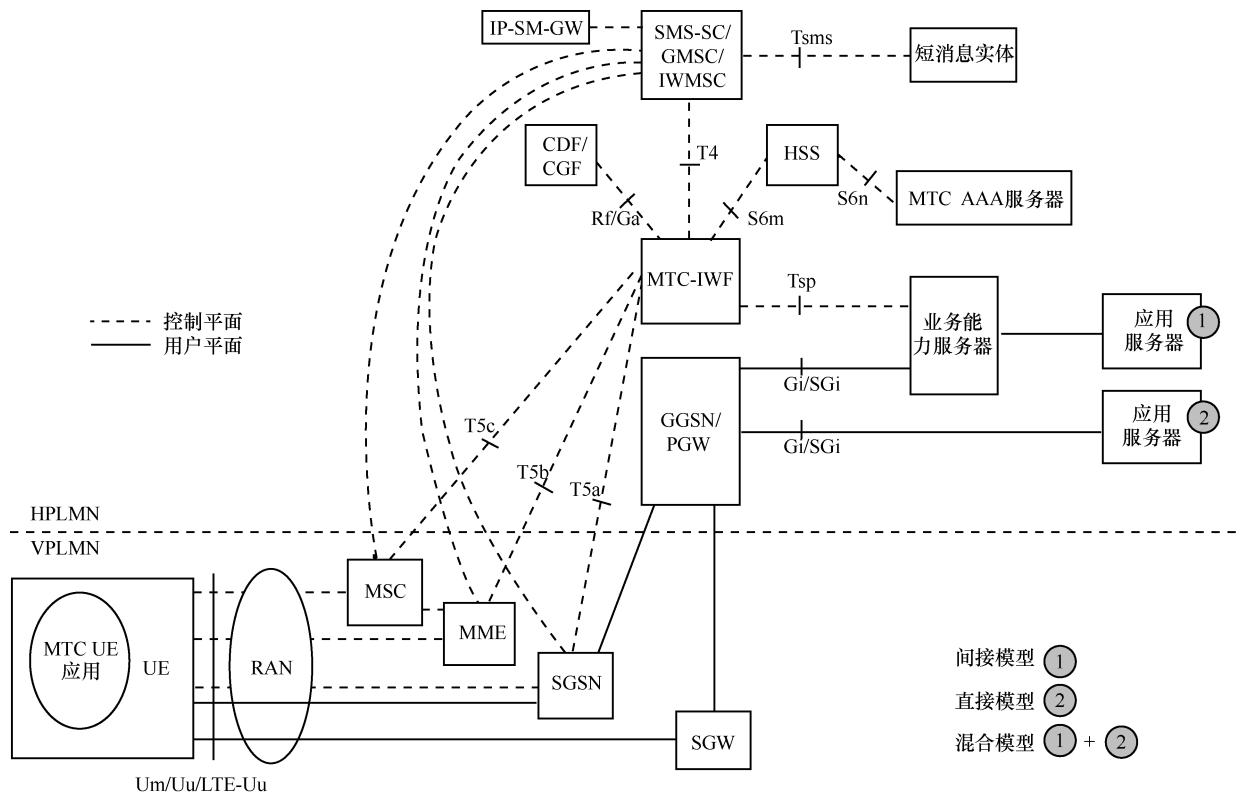


图 3 3GPP 的 MTC 通信架构

也往往由他们向通信运营商直接采购,将通信服务作为服务的重要组成部分嵌入其提供的 M2M 服务中。在这种模式下,除了一些诸如 VPN、流量隔离等传统的通信需求之外,新的需求开始出现。

M2M 服务商作为服务运营者,也面临着服务开通、服务计量和服务保障这三大业务管理功能。M2M 服务商向其用户提供的是完整的 M2M 服务,而将通信服务作为 M2M 服务的后台组成部分。因此,出于向其用户提供灵活便捷的服务的需要,M2M 服务商也要求通信运营商向其提供通信服务的灵活便捷的服务。具体来说,就是需要通信运营商通过门户系统向 M2M 服务商提供自助门户,通过 API 开放使得 M2M 服务商应用系统能够集成通信通道管控能力,满足 M2M 服务商对于通信管道的全自动即时管控需求。尤其在服务开通和服务保障功能方面,M2M 服务商的主要诉求如下。

- 即时的业务开通:通过对 SIM 卡状态的管理完成对 SIM 卡的激活、停用等操作,并即时生效;套餐的自主设置等。
- 灵活的计费账务:按照客户的要求提供集中的计费账务处理功能。

- 通道使用状态信息即时查询：提供终端附着网络、下线、建立 PS 域连接、IP 地址、流量、位置等信息用于诊断分析和策略管控。
- 远程唤醒终端：满足应用主动发起对终端通信的需求。
- 远程终端管理。

在上述基础诉求的基础上,还可以派生出其他一些诉求,如基于流量门限的报警。

从这些功能看,M2M 服务商需要通信运营商提供“可管理的 M2M 通道”,可以实现对于通信管道的即时管控。同时,随着通信运营商针对 M2M 通信的管道能力提升工作的开展,“可管理的 M2M 通道”的内涵不断扩展。

通信运营商为满足 M2M 服务商的上述诉求,需要对网元和支撑系统进行相应的改造。这种改造,在最初的层面可能涉及信息的获取,后续可能涉及功能或业务逻辑的改造。前者只是对这些网元或支撑系统改造接口而已,而后者则可能需要对网元或支撑系统本身进行改造。为了快速搭建平台和提供相应功能,初期可能选择不对网元进行改造或进行少量改造,也可以从信令采集系统获取涉及网元提供的一些信息。为降低对大网的影响以及探索新的能

力的构建,可以考虑采用设置独立的 M2M 专用核心网网元的方法来避免对大量大网设备的改造。

3.2 针对设备全球化部署的适配技术

在 M2M 业务领域,两个因素导致了一种针对新的全球化部署而提出的适配技术的出现。第一个因素,出现了和 M2M 终端形成机卡合一关系的 SIM 卡,如嵌入式 SIM,即 eSIM。第二个因素,智能设备厂商提出了一点生产、全球部署情况下使用本地资费套餐的需求。前者的出现,是因为部分 M2M 应用采用的 M2M 终端以及其使用的 SIM 卡在生产时就被预装到智能设备中。在整个设备生命周期中,SIM 卡是不可更换的(为提高环境适应性,这些 SIM 卡往往采用贴片模式,直接焊接在通信模块中)。后者则是业务全球化背景下,全球化设备厂商希望降低 M2M 服务成本的结果。

上述两个因素导致在 M2M 应用中一种新型业务模式的出现:SIM 卡保持不变的情况下,通过空中写卡 OTA(over the air)接口实现运营商码号数据切换,从而实现按需切换通信运营商服务的目标。在 SIM 卡商等实体的推动下,GSMA 于 2013 年年底发布了其制定的规范^[6],描述了 eSIM 远程激活系统(如图 4 所示),其核心思想是:

- 一张 SIM 卡上可以有多个通信运营商的和用户注册管理相关的码号数据;
- 为实现切换运营商的目标,依靠用户注册管理器(subscription manager,SM)(其由两部分组成:SM-DP(注册管理—数据准备)系统和 SM-SR(注册管理—安全路由)系统),可以实现对 SIM 卡的码号数据下载以及当前激活码号数据的指定。

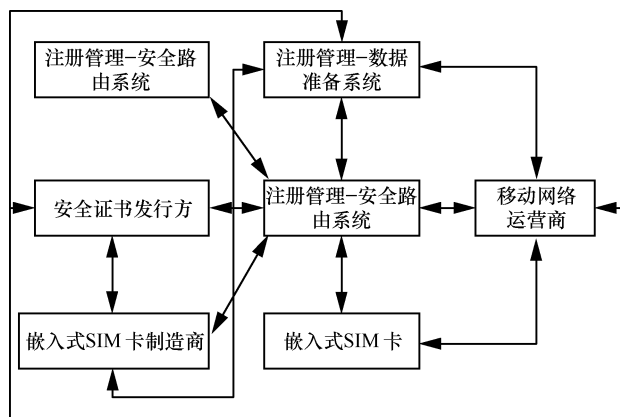


图 4 eSIM 远程激活系统

目前,SIM 卡厂商也有类似的私有方案。GSMA 正在全力推进上述方案进入商用试点。而 ETSI 等其他一些标准组织也在开展类似工作。

4 结束语

移动网络 M2M 通信增强技术仍然处于技术发展的初期,远未满足机器通信的普遍需求。各个标准组织虽然积极进行标准规划和制定,但上述标准改进仍在进行当中。3GPP 等标准组织提出的支持 M2M 通信特征的功能尚未在现网大规模部署实施。按照协议改进目标,随着这些标准在现网的实施将使网络支持 M2M 通信的能力得到提升。在 M2M 通信尚未成为通信网络承载的主体流量之前,仅仅针对 M2M 通信对全网进行升级并不现实。整个网络对 M2M 通信承载能力的提升,往往是随着针对当前网络主体业务承载能力的提升而实施的全网升级而获得。国内外通信运营商已经开始基于专用号段和独立 NAI (network access identifier,网络接入符)等区分手段,在核心网内设立专用网元承载 M2M 通信,满足其在接入、QoS、通信状态获取、安全、计费等方面的特殊需求,并探索进一步开发新的增值服务的可行性。

参考文献

- 1 GSMA Intelligence. From concept to delivery: the M2M market today. <https://gsmaintelligence.com/files/analysis/?file=140217-m2m.pdf>, 2014
- 2 3GPP TS 22.368. Service Requirements for Machine-Type Communications (MTC); Stage 1, 2014
- 3 王艺. 机器通信推动通信网络进一步演进. 中兴通信技术, 2010(4)
- 4 3GPP TS 29.368. Tsp Interface Protocol Between the MTC Interworking Function (MTC-IWF) and Service Capability Server (SCS), 2014
- 5 3GPP TS 23.682. Architecture Enhancements to Facilitate Communications with Packet Data Networks and Applications, 2014
- 6 GSMA Association. Embedded SIM Remote Provisioning Architecture. <http://www.gsma.com/connectedliving/wp-content/uploads/2014/01/1.-GSMA-Embedded-SIM-Remote-Provisioning-Architecture-Version-1.1.1.pdf>, 2013

[作者简介]



王艺,男,中国电信股份有限公司上海研究院高级工程师,主要从事面向政企客户的产品开发和技术研究工作,目前主要研究方向为 M2M 和物联网业务、网络适配和通用平台技术、智慧城市顶层设计、系统架构和数据活化技术等。

(收稿日期:2014-09-25)