

LTE 网络系统的关键技术及发展综述

张学恒¹, 周 骅¹, 赵 麒²

(1 贵州大学 大数据与信息工程学院, 贵阳 550000; 2 贵州民族大学 机械电子学院, 贵阳 550000)

摘 要: LTE 无线通信技术通过几十年的发展, 以及不断改善提高, 现如今已变成被人们普遍使用的移动通信技术。此项技术的最大优点, 就是经对数据的传输以及频谱相应效率予以提高, 进而让系统容量得以提高, 并且具有更大的通信覆盖面。在 LTE 无线通信系统实施网络架构优化之后, 使其系统的复杂性得以有效降低, 在更低的功能消耗上实现预设的工作任务, 让系统的工作效率以及续航性能均大大提升。本文较全面阐述了 LTE 关键技术情况, 对相关协议实施了剖析, 并对 LTE 和物联网相结合的相关技术进行了展望。

关键词: LTE 通信技术; 移动通信; 物联网

Key technologies and development of LTE network system

ZHANG Xueheng¹, ZHOU Hua¹, ZHAO Qi²

(1 College of Big Data and Information Engineering, Guizhou University, Guiyang Guizhou 550000, China;

2 College of Mechanical Electronical and Engineering, Guizhou Minzu University, Guiyang Guizhou 550000, China)

【Abstract】 After decades of development and continuous improvement, LTE wireless communication technology has now become a widely used mobile communication technology. The biggest advantage of this technology is to improve the efficiency of data transmission and frequency spectrum, so that the system capacity can be improved, and has a larger communication coverage. After the network architecture optimization of the LTE wireless communication system is implemented, the complexity of the system can be effectively reduced, the preset tasks can be realized at a lower function consumption, and the working efficiency and endurance performance of the system can be greatly improved. This paper comprehensively describes the key technologies of LTE, analyzes the implementation of relevant protocols, and prospects the related technologies of the combination of LTE and Internet of Things.

【Key words】 LTE communication technology; Internet of things; Mobile communication

0 引 言

目前, 美国、日本和韩国是全球 LTE 市场发展最成功、LTE 用户规模最大的 3 个国家。截止 2014 年 1 月, 美日韩 LTE 用户总数达到 1.75 亿, 占全球 LTE 用户总数的 81.9%^[1]。当前的 TD-LTE 正处于快速发展的阶段, 到 2019 年的 9 月份为止, 全世界共有 11 家运营商已经实现 TD-LTE 商用服务, 还有 29 家运营商已经对 TD-LTE 商用规划实施了清晰的制定, 并且有着 53 个试验网处于运行状态。从另一个方面来讲, 截止 2019 年一季度, 全球 TDD 用户数已达 16 万。软银 9 月份已推出 TS-LTE 商用 CSFB(电路域回落)手机, TD-LTE 将呈现快速增长趋势。

1 LTE 关键技术和相关协议分析

1.1 LTE 关键技术

LTE(Long Term Evolution, 长期演进)项目是 3G 与 4G 技术之间的一个过渡, 它改进并增强了 3G 的空中接入技术, 改善了小区边缘用户的性能, 提高小

区容量和降低系统延迟^[2]。

从本质上讲, LTE 和 4G 技术是有一定差异的, 其仅仅属于 4G 技术中所包含的一类技术标准。除 LTE 之外, 4G 还有 WiMax、HSPA+等其它技术标准。与 3G 技术最大的不同是, 在 4G 时代里整个网络是一个全数据网络。

LTE 不同于 3G 的核心技术主要有三项, 分别是: OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing, 正交频分复用)技术、多址技术、MIMO(Multiple-input Multiple-output, 多进多出)技术。

(1) **OFDM 技术**。OFDM 技术已经有着数年的使用历程, 在最近的几年里才被重视起来, 并已攻破技术难关, 应用于实际系统。LTE 的核心原理就是基于此技术。OFDM 的实质是一种多载波技术, 核心原理是一个串并转化的过程。形象的说, 对于 OFDM 技术就是把高速信号转变为并行状态的低速流, 即把信道划分为正交的子信道, 然后把子数据流借助于一定调制方法置于子信道中, 最终实现相应

作者简介: 张学恒(1995-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 嵌入式硬件、物联网通信; 周 骅(1978-), 男, 博士, 副教授, 主要研究方向: 电路与系统、物联网应用; 赵 麒(1976-), 男, 博士, 副教授, 主要研究方向: 光机电一体化。

收稿日期: 2020-05-15 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net 哈尔滨工业大学主办 ● 学术研究与应用

的传送。在接收端,则是借助于专一性的技术,对此类子数据流实施区分,并将这些子数据流合并成原始数据流。

(2) **多址技术**。多址技术一直被广泛应用于通信系统中,其重要功能就是对不同的用户信号实施区别,并对上、下行链路给予进一步的支持。在LTE系统中,已明确应用的多址技术是:上行借助于SC-

FDMA技术,也就是单载波频分多址接入形式;下行借助于OFDMA技术,也就是正交频分复用多址接入技术,相关详情如图1所示。

SC-FDMA 其主要的优点就是能够让用户终端的功率有效降低。在LTE中包括了两种SC-FDMA的多址方案:IFDMA以及DFTS-OFDMA。

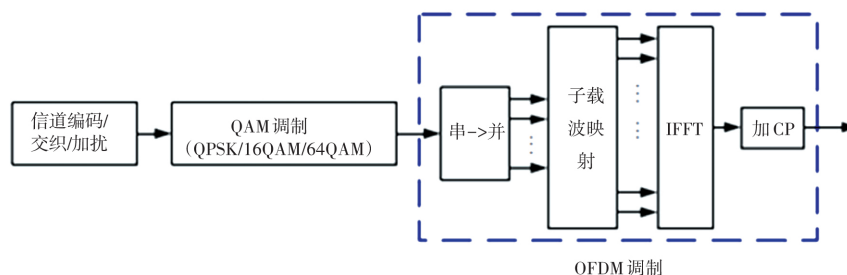


图1 LTE下行多址方式

Fig. 1 LTE downlink multiple access method

(3) **MIMO技术**。MIMO技术的实现完全依赖于MIMO系统,其原理就是在发射信号时采用多天线完成多输出,接收则有多天线完成多输入。MIMO系统中,多根天线同时在一个频带上工作。和3G相比,由于天线的增多,数据传输效率得到了大幅度提高,相应的频谱利用率也远超3G。MIMO技术有两种实现方式,一种是在不同的天线上发送相同的数据,需要注意的是虽然传送内容一样,但是不同天线上产生的信号可能会有所不同,但是信号里包含的实质内容是一样的。另外一种形式就是在不同的天线上传输不同的信号,这种形式真正意义上体现了MIMO的原理。

1.2 E-UTRA及相关协议分析

LTE系统与3G相比,有着更为理想的网络架构优化效果。其中对3G的RNC(Radio Network Controller,无线网络控制器)部分予以弃用,而是把此类功能集成至eNodeB(Evolved Node B)中。整个网络趋于一种扁平式的结构,空中接口采用了新兴的OFDM技术,系统运作的原理基于分组交换技术,并能够对FDD、TDD提供支持。在eNodeB相互间是经X2端口实现相互连通的,并经S1端口和EPC(Evolved Packet Core,演进的分组核心网)实现连接,还经S1-U和SAE网关实现相互连接。S1端口能够把多个MME/SAE网关和eNodeB实现相互连通。E-UTRA的相应结构如图2所示。

终端设备、接入设备、核心网共同构成了LTE系统。终端设备种类较多,如电表、开关以及变压器等等,这些设备协同工作向核心网发送数据。接入

设备主要是eNodeB,其能够对终端传送数据并予以接收,将系统中心的相关数据传输至各个终端。而中心网主要由信令处理、数据处理两部分构成。

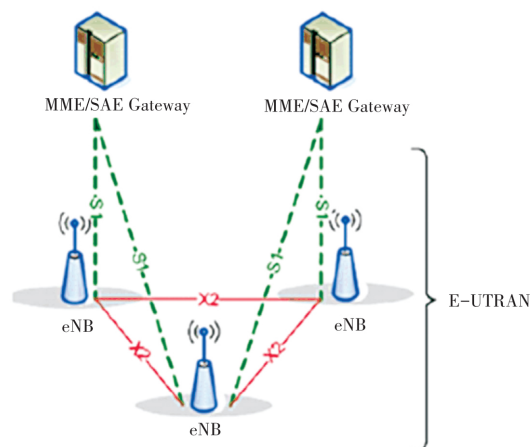


图2 E-UTRA整体架构

Fig. 2 Overall architecture diagram

eNodeB和终端的连接方式基于Uu接口,简化了整个系统的接口设计。由于eNodeB集成了RNC的功能,则不再需要3G中的Iub接口。同时,LTE对Iur和Iu接口也做了简化,分别用X2和S1接口代替原有接口的功能。相比3G,eNodeB部分有较大的扩展,核心网部分也有所改进。接入方式更加多样化,兼容性有突破性的扩展,几乎可以兼容目前的所有网络。整个系统在性能上也有很大的提升。

LTE的架构如图3所示。由此可见,整个E-UTRA其实只由eNodeB构成,E-UTRA和核心网的连接也做了简化。核心网与E-UTRA是经S1端口相连,而eNodeB相互间则是经X2端口相连。E-

UTRA 本身的结构也采用了分层的模式,分为传输网络层和无线网络层。

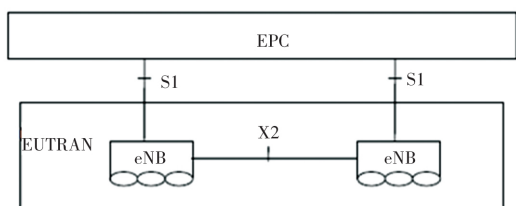


图 3 LTE 总体架构

Fig. 3 LTE overall architecture

2 LTE 与物联网技术的结合

2.1 物联网和 LTE 系统技术结合的可行性

LTE 无线通信技术和物联网技术相结合可以充分发挥两种技术优势,更能解决当前物联网业务模型中存在的网络资源浪费现象,并推动这两项技术共同发展^[3]。从 LTE 无线通信技术角度实施剖析,将其与传统通信技术实施比较,则在系统容量和覆盖范围等诸多方面均有着很大优势;若从物联网的角度剖析,则 LTE 终端在 LTE 天线和射频识别等多种技术方面均有非常大的作用。特别是在射频识别基带以及 LTE 基带的集成问题上,则具有着更为重大的意义,也应当成为未来探讨的重点。

基于现如今的相关技术条件,若想对于云计算中所具有的多种技术难题予以高效处理,则需对 LTE 无线通信以及物联网两类技术的有效结合给予更多探讨,让两者的技术优点获得更好的发挥,以确保数据库有着立项的可靠性、稳定性、安全性,也让互联网服务功能变得更加优质。在物联网业务处理中对 LTE 无线通信技术予以有效使用,则需对局域网络以及传感器等方面情况实施考虑和设计。物联网有着非常多的数据信息,能够利用局域网而进入到 LTE 无线通信体系中。只是在数据传送过程中会产生更大的无线通信网络压力,故此需对数据传送的质量予以加强。

若对 LTE 无线通信与传统通信两类技术进行比较,则前者是借助于 OFDM 技术把原来非常大的信息传送频道实施了细小的划分,进而变成了许多小型信息传送信道,然后在高速传送数据和转换时,借助于二层调度器对网络资源实施管控,继而确保在 LTE 无线通信前提下,能够对高频率业务数据实施更为可靠的传送。

2.2 基于 LTE 发展物联网

针对于 LTE 实施科学的设计,就能够让物联网的地址、标识、拥塞控制以及组管理等很多方面的应

用需求获得满足,亦能够让要求比较多且比较高的物联网应用得以发展。下面针对 LTE 网络如何达到物联网需求进行分析。

(1) 地址和标识需求。在 LTE 技术的发展过程中,IPv6 的不断成熟对其创造了非常有利的发展机遇。由于当前市场对于 IPv6 有着非常多且比较高的期望,故此在针对 LTE 实施标准制订、产品加工以及网络构建等诸多方面,均应当对将来的 IPv6 发展需求实施考虑。同时也对物联网中的部分难题解决给出了有利帮助: IPv4 约能够提供 40 亿个 IP 地址,进而可知进一步改良的 IPv6 拥有着怎样的功能。绝大多数的运营商实施 LTE 设备选用时,都要求对于 IPv6 支持,也促使将来的 LTE 网络能够对于 IPv6 提供支持,进而给物联网的各个终端均可以提供可靠的标识。

(2) 拥塞控制的需求。现如今的网络业务已经有着非常精细的服务质量划分,而由 3GPP 提出的策略控制以及计费等,可为运营商的业务控制及需求提供保障。因在新建网络的时候,能够对 PCC 构架便捷的安排和实现,故大多数运营商就选择在 LTE 设置时,借助于 PCC 构架来实现。从另一方面来讲,LTE 能够对于细分的 QCI 提供很好的支持,进而也就对 PCC、QCI 实现更好的服务质量提供保障,便于物联网的多种功能得以实现,其中就包括了拥塞控制功能。

(3) 高带宽需求。对于 LTE 来讲,其最为显著的优点为非常高的数据传送速率,即上、下行的峰值速率分别能够达到 100 Mbids、50 Mbids,实现了物联网中的高清视频监控等多种功能需求。此外,LTE 还有着其他的多种优势,而此类优势对于物联网的发展亦有着一定的积极影响。

(1) 低时延。通常,LTE 用户在平面内部的单向传送时延一般小于 5 ms,而在平面的睡眠到激活需要迁移时间内,时延小于 50 ms。因此,能够让部分传送实时性要求较高的物联网应用获得有力的技术支持。

(2) 每兆比特成本低。LTE 网络有着较少的节点数和简单的架构,能够对 2G/3G 共站址建设给予支持,并且成本较低。另一方面,LTE 有着更高的频谱效率,让宝贵的频谱资源得以节省,故此其每兆比特的成本也更低,因此获得更多应用市场的青睐。

(3) 高速率时仍保持良好的信号强度。此特性可促进车联网等高移动性应用的发展。

(下转第 18 页)

跨场景的不确定性,首先使用目标检测算法来进行目标定位,找出需要检索的目标商品,再进行图片分割,将目标商品单独分割出来;然后使用卷积神经网络对图片进行特征提取;最后在图片数据库中找到与其最相似的数据图片。本文提出的不同的检索方式可以满足不同用户的不同需求,给予用户更好的体验。将会在以后的研究中加入文本信息,实现多模态检索,用文本信息来弥补图片信息没有满足的部分,实现更高精度的检索。

参考文献

- [1] YAN S. Street-to-shop: Cross-scenario clothing retrieval via parts alignment and auxiliary set [C]// Computer Vision & Pattern Recognition. IEEE, 2012.
- [2] LIU Z, LUO P, QIU S, et al. DeepFashion: Powering Robust Clothes Recognition and Retrieval with Rich Annotations [C]// Computer Vision & Pattern Recognition. IEEE, 2016: 1096-1104.
- [3] AGARWAL D, BASU K, GHOSH S, et al. Online Parameter Selection for Web-based Ranking Problems [C]// KDD, 2018. 23-32.
- [4] LAENEN K, ZOGHBI S, MOENS M. Web Search of Fashion Items with Multimodal Querying [C]// WSDM, 2018. 342-350.
- [5] Iqbal, Murium, Adair Kovac, and Kamelia Aryafar. "A Multimodal Recommender System for Large-scale Assortment Generation in E-commerce." arXiv preprint arXiv: 1806.11226 (2018).
- [6] LIU Yujie. How to Wear Beautifully? Clothing Pair Recommendation [J]. Journal of Computer Science and Technology, 2018, 33(3): 522-530.
- [7] Rui, Yong. Relevance feedback: a power tool for interactive content-based image retrieval [J]. IEEE Transactions on circuits and systems for video technology, 1998, 8(5): 644-655.
- [8] CHEN K, LUO J. When fashion meets big data: Discriminative mining of bestselling clothing features [C]// WWW, 2017: 15-22.
- [9] HIDAYATI S C, HSU C C, CHANG Y T, et al. What Dress Fits Me Best? Fashion Recommendation on the Clothing Style for Personal Body Shape [C]// ACM Multimedia Conference on Multimedia Conference. ACM, 2018: 438-446.
- [10] ZHOU, WEI. "Fashion recommendations using text mining and multiple content attributes." (2017).
- [11] JARADAT, SHATHA. Deep cross-domain fashion recommendation [C]// Proceedings of the Eleventh ACM Conference on Recommender Systems, ACM, 2017.
- [12] BRACHER, CHRISTIAN, SEBASTIAN HEINZ, ROLAND VOLLGRAF. "Fashion DNA: merging content and sales data for recommendation and article mapping." arXiv preprint arXiv: 1609.02489 (2016).
- [13] ANDREEVA, ELENA, et al. Extraction of Visual Features for Recommendation of Products via Deep Learning [C]// International Conference on Analysis of Images, Social Networks and Texts. Springer, Cham, 2018.
- [14] KRIZHEVSKY, ALEX, ILYA SUTSKEVER, GEOFFREY E. Hinton. Imagenet classification with deep convolutional neural networks [C]// Advances in neural information processing systems. 2012.
- [15] TUINHOF H, PIRKER C, HALTMEIER M. Image-Based Fashion Product Recommendation with Deep Learning [C]// International Conference on Machine Learning, Optimization, and Data Science. Springer, Cham, 2018: 472-481.
- [16] CHEN Wanyu, CHEN Jialin, CHEN Lianggee. On-the-fly fashion photograph recommendation system with robust face shape features [C]// 2014 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE). IEEE, 2014.
- [17] ZHANG Y, PAN P, ZHENG Y, et al. Visual search at Alibaba [C]// Proceedings of the 24th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining. ACM, 2018: 993-1001.
- [18] HAN X, WU Z, JIANG Y, et al. Learning Fashion Compatibility with Bidirectional LSTMs [J]. acm multimedia, 2017: 1078-1086.

(上接第13页)

(4) 全IP网络适合。现如今的IP化趋势让终端与物联网应用有着更为简捷的设置,仅仅需要遵循互联网模式去开发就可以了。

(5) 核心网不主动释放连接。LTE中心网并无主动释放功能,让永久在线业务获得更多保障,让“信令风暴”问题得以消除。在LTE网络内,仅仅是终端或eNodeB等装置能够经NAS消息去对中心网予以通知,然后才能够和终端形成连接。如果说终端与中心网的NAS层处于附着状态,那么底层的链路是否出现释放均不会对IP地址造成影响,从而实现永久在线的功能。

3 结束语

5G(5th-Generation,第五代移动通信技术)承载着LTE网络的发展,但LTE代表着长期演进。在现代化信息技术发展中,LTE无线通信网络亦有着多

方面的变化,逐渐朝着高效率、精准化、高速化以及现代化的方向发展。将LTE无线通信与物联网两种技术有效结合,则可以增快宽带信息化发展速度,不但可以实现更好的物联网服务,还可以给广大使用群体提供快速、稳定的无线承载。

参考文献

- [1] 李珊. 从国外发展经验看中国4G发展 [J]. 移动通信, 2014(11): 49-50.
- [2] 李洪, 吴泽龙. 浅析LTE无线通信技术与物联网技术的结合与发展 [J]. 数字通信世界, 2018(2): 122.
- [3] 胡玉佩. LTE技术及应用前景浅析 [J]. 长沙通信职业技术学院学报, 2012.
- [4] 郎为民, 焦巧, 刘建中. LTE系统架构研究 [J]. 数据通信, 2009(5): 6-9.
- [5] 蔡剑. 物联网技术与LTE无线通信技术探究 [J]. 通信电源技术, 2020, 37(3): 191-192.
- [6] 吴端兴. LTE无线通信技术与物联网技术的结合研究 [J]. 现代信息科技, 2019, 3(11): 186-187.