

迎接万物联通时代的到来 ——第 52 届 IEEE 通信国际会议综述

曹扬^{1 2}

- (1. 中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663;
2. 北京邮电大学 网络与交换技术国家重点实验室, 北京 100876)

摘要: IEEE 通信国际会议(IEEE ICC), 是全球通信业界一年一度的学术盛会, 反映了通信技术的最新发展趋势与前沿研究成果。文章根据第 52 届 IEEE 通信国际会议的见闻, 重点介绍 5G, IoT, 智能电网通信方面的新进展。

关键词: 通信国际会议; 智能电网通信; 国际学术交流

中图分类号: TM711

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2016)03-0138-04

Communications for All Things: An Idea Whose Time has Come —An Overview of IEEE ICC 2016

CAO Yang^{1 2}

- (1. China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute of Co., Ltd., Guangzhou 510663, China;
2. State Key Laboratory of Network and Switching Technology, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China)

Abstract: As an annual flagship academic conference for global information and communication industry, IEEE international conference on communications (IEEE ICC) presents the cutting-edge research and the latest trend of communication technologies. In this paper, we will introduce the latest advances in 5G, IoT and smart grid communications at IEEE ICC 2016.

Key words: ICC; smart grid communications; international academic exchange

IEEE 通信国际会议(IEEE International conference on communications, 通常简称为 IEEE ICC) 是国际电子电气工程师协会主办的旗舰级国际学术会议, 是全球信息与通信技术行业(ICT) 一年一度的学术盛会。IEEE ICC 2016 会议于 2016 年 5 月 23 日至 27 日在马来西亚首都吉隆坡召开, 这也是 ICC 52 年历史上第一次在东南亚地区召开^[1]。本届大会的主题是 Communications for All Things – 联通万物, 简明扼要地刻画了未来 5 ~ 10 年内全球信息通信技术的主要发展潮流与前沿方向。

本次大会共吸引到全球学术界, 工业界近 2 000 名通信专业的研究人员, 工程师和领先企业参会, 华为, 美国国家仪器, Axiata – 亚通为本届大会的白

金赞助商。大会包括 13 个技术研讨会(Technical Symposia), 若干个子论坛(workshop) 以及工业展会等。其中的 13 个分组技术研讨会涵盖了光通信, 移动与无线通信, 数据与网络通信, 信息与通信系统安全, 信号与信息处理, 信息论以及卫星通信, 智能电网通信, 社交网络与大数据等专业, 几乎涉及到信息与通信技术的各个领域, 反映了信息通信技术的最新发展趋势与前沿研究成果。

经过 3 名审稿人近 4 个月的严格审稿, 以中国能建广东院为第一单位, 本人为第一作者的论文《Smart Meter Data Aggregation Against Wireless Attacks: A Game-Theoretic Approach》最终被大会接受, 在博士后工作站的支持下赴吉隆坡参会, 并在信息与通信系统安全 Technical Symposia 下的 Security of Cyber-physical Systems (信息物理融合系统, 即智能电网安全) 分组做了 18 分钟的口头报告。这也是广东院身影第一次出现在 IEEE 主办的旗舰级国际学术

收稿日期: 2016-06-30

作者简介: 曹扬(1987), 男, 江西吉安人, 博士后, 主要从事智能电网与电力通信的研究工作(e-mail) caoyang@gedi.com.cn。

会议上,展现了广东院在智能电网信息通信领域的研究实力。现围绕本人的参会见闻和与广东院业务相关的重点方向,对本次大会作扼要介绍。

1 IEEE 通信国际会议主题报告

本次大会邀请了斯坦福大学的 John Cioffi 教授, NTT DOCOMO CTO Seizo Onoe 博士, 哥伦比亚大学与联邦通信委员(FCC)的 Henning Schulzrinne 教授, 伦敦国王学院 Mischa Dohler 教授以及华为产品与解决方案 CTO Sanqi Li 博士五位业界知名专家做主题演讲, 其中两位报告围绕第五代移动通信技术(5G)展开, 1位报告围绕 Internet of things, 即 IoT 物联网技术展开, 其他两位关注于机器学习及电信市场经济学方向。

Seizo Onoe 博士主题演讲的题目为“5G and Beyond”, 详细回顾了蜂窝移动通信技术的发展历程与5G的发展愿景。对于未来目标速率为 Gbps 级, 目标时延为 ms 级的5G网络, Seizo Onoe 博士认为毫米波技术将是其得以实现的关键, 而合适的无线频谱则是其面临的主要挑战, 此外, 以此为背景的微蜂窝、大规模 MIMO、波束赋型, 末端 IoT 等都是顺理成章的技术趋势。目前, 5G 在上述领域的研究工作与理论储备已经逐渐成熟, 下一步将逐步进入标准化阶段, 预计2020年前后进入全面商用。最后, Seizo Onoe 博士还介绍了 NTT DOCOMO 与诺基亚网络, 三星等合作进行的5G现场测试结果, 应该说 NTT DOCOMO 已经成为全球5G前期积累的领先电信运营商之一。

John Cioffi 教授的演讲题目“WI→Five-G”颇具新意, 其关注未来授权频段5G与非授权频段 WiFi 的共存问题。John Cioffi 教授指出, 目前因特网接入流量的80%由WiFi网络承载, 而这部分流量最终通过光纤等有线途径实现回传。因此, 未来5G在因特网流量接入方面将承载多大的数据量, 是个值得探讨的问题。显然, 通过WiFi与5G的异构融合, 将极大程度解决接入数据的海量增长及频谱紧张问题, 降低蜂窝网络的负载压力。

5G网络的一大特征在于海量末端/终端设备的高可靠, 低时延接入。而末端/终端设备间的长距离, 低功耗, 高可靠通信形成了对物联网 IoT 技术的迫切需求。Henning Schulzrinne 教授在其“The Internet of Things and Other Challenges to the Internet

as We Know It”的主题演讲中, 从终端设备类型多样, 业务需求各异的角度, 预测未来的 IoT 系统将是多种低功耗无线通信技术共存的模式, 既有以 NB-IoT, LoRa 等为代表低功耗、长距离、低速率连接, 也有传统的 Mesh 式短距离多跳、高速率连接。同时, Henning Schulzrinne 教授还针对电网, 交通, 家居等应用背景, 分析了 IoT 承载业务在时延, 安全性与可靠性方面的新挑战, 并展望了未来 IoT 背景下的新业务模式。

综上所述, 5G + IoT 所提供的高带宽、高可靠、低时延、低功耗、广覆盖的下一代普适化无线接入方案已经成为业界专家的共识, 随着2016年6月 NB-IoT 核心协议在3GPP标准冻结, 5G在2020年前后进入商用, 万物联通时代的蓝图已经徐徐展开, 而电网海量终端设备的配用电业务接入, 也有望通过5G + IoT 的统一方案得以解决。

2 智能电网通信新进展

本届大会的13个技术研讨会中, 专门在 Selected Areas in Communications 研讨会中设置了智能电网通信分组, 共收录论文10篇, 在其他研讨会分组(如信息通信系统安全)下收录智能电网及其通信相关论文7篇, 总计17篇, 涉及智能电网通信标准化, AMI 下的路由策略, 信息物理融合系统的攻击及安全防御等方向。论文作者来自于美国, 英国, 德国, 西班牙, 瑞典, 巴西与中国等近10个国家和地区, 可见智能电网通信依然是全球性的热点问题。下面介绍其中几篇感兴趣的工作。

无线频谱资源的稀缺已经成为无线网络在电力系统应用的最大瓶颈。来自香港理工大学的工作《Energy-Efficient Gateway On-Off Switching Scheme in Cognitive Radio Based Smart Grid Networks》提出了一种利用认知无线电技术进行电表数据传输的新机制, 同时, 结合频谱感知的动态过程, 提出了一种网关-关休眠工作机制, 从而大幅降低电网节点的能量消耗^[2]。然而, 上述工作在模型上假设电网通信业务流量是与当时的电网负载正相关的, 其假设是否符合实际系统的情况, 是否能应用到我国电力无线专网的认知无线电式回传链路中, 会议现场就上述问题进行了进一步的交流。

AMI 下的邻居区域网络优化问题, 一直是智能电网通信系统设计中的难点, 也是我院在实际生产

过程中遇到的难题。来自巴西联邦理工大学的《On the Dynamics of the RPL Protocol in AMI Networks under Jamming Attacks》论文中指出,智能电网的邻居区域网络的无线路由都是基于低功率松散网络路由协议,即 The Routing Protocol for Low-Power and Lossy Networks (RPL)^[3]。文章给出了在典型社区环境下运行 RPL 协议得到的路由拓扑,发现本质上 mesh 网状式路由是极少存在的。同时,作者通过仿真软件,获得了邻域网络在开放频段无线干扰下的 RPL 路由拓扑图。上述工作可以给我们的 AMI 通信系统设计与优化提供参考。

华为法国研究院与爱立信瑞典研究院的联合工作《Enabling IEC 61850 Communication Services over Public LTE Infrastructure》则关注了利用运营商公共蜂窝网络承载配网自动化业务的问题^[4]。文章指出,无线公网用作智能电网的回传网络,具有快捷经济优势的同时,也存在业务接入优先级难以保障的难题。换句话说,传统的蜂窝公网是以用户体验为基础的,优先保障的是语音,数据等运营商公网业务,而配网自动化业务,以 IEC61850 协议为例,又对时延,吞吐量等需求极高。一旦公网业务较为繁忙,配网自动化业务的接入就有可能受到影响。为此,本文在 LTE 系统资源块调度的基础上提出了一种联合业务调度控制与优化算法,形成了一个基于 LTE 的新型调度组件,将配网自动化业务的 QoS 需求引入到优化的约束条件中,并通过仿真分析验证了上述调度算法对保障 IEC61850 系列业务的优越性。应该说,本文所考虑的问题对国内基于无线公网的电网自动化业务具有启发性意义。目前,国内电网公司对运营商无线网络的服务质量保障还处于空白状态,即使是对自建 LTE 无线专网,也没有对此进行专门的优化。

此外,在会议现场还与华为的研究人员交流了国内 LTE 电力无线专网的建设情况,并了解了华为在海外市场推出的智能电网 AMI 全通道解决方案(含华为定制 LTE 无线专网系统,路由式集中器设备及基于 IoT 技术的邻域通信网络系统等等)。

3 中国能建广东院研究工作简介

智能电网的大规模分布式架构以及高度自治化的组件,一方面可以大幅提高电力产生,输送和消

耗的效率,另一方面,如果没有足够的安全和可靠性控制,也会暴露出许多漏洞,给系统运行带来很大风险。有许多工作关注到了智能电网下的各种攻击模式及应对方案,然而,以窃听和干扰为代表的无线恶意攻击似乎被大家忽略了。因此,我们的工作《Smart Meter Data Aggregation Against Wireless Attacks: A Game-Theoretic Approach》即关注于智能电网 AMI 的邻域无线通信系统存在恶意无线攻击下的应对策略与安全路由机制^[5]。

具体的,我们考虑了一个以 IEEE 802.15.4 为基础的无线 mesh 多跳网络,将智能电表侧的用电信息等数据传递到主站 MDMS(电能量数据管理系统)。在这个过程中,存在一些复杂的恶意节点,可以通过干扰或者窃听等行为攻击仪表数据的聚合过程,影响电力需求数据的估计与管理。系统模型如图 1 所示。

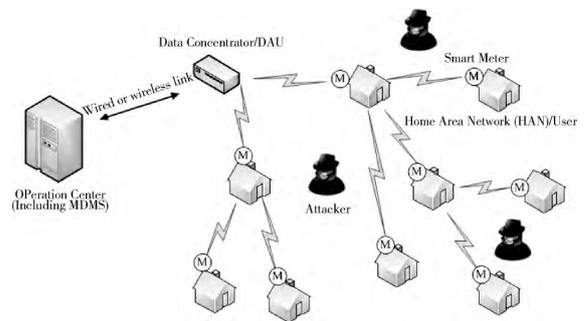


图 1 存在多个恶意节点的电力需求数据无线多跳采集模型
Fig. 1 An illustration of the studied model for meter data aggregation with multiple attackers

文章以网络形成-非零和混合博弈对合法用户与恶意攻击者的策略行为进行数学建模,提出一种分布式虚拟对策学习算法获得合法用户与攻击者的稳定策略,最终得以主动预测攻击者的攻击行为(以概率分布的形式),并提出相应的安全可靠数据传输路由策略。仿真结果表明,上述机制可以有效提升智能电网末端节点敏感数据的安全可靠传输水平,克服了以往的电网信息通信安全策略(如防火墙策略)在恶意攻击下只能进行被动防御这一缺点。

在本次大会上,上述工作被分配到信息与通信系统安全 Technical Symposia 下的 Security of Cyber-physical Systems 分组,该分组共有 5 篇论文,除我们关注无线恶意攻击外,还有来自加拿大滑铁卢大学的工作关注电网的坏数据注入攻击^[6],来自美国 Florida Atlantic University 的工作

关注对 SCADA 通信协议的被动干扰攻击^[7]等等。可见,智能电网安全是当前智能电网领域的研究热点与难点问题。

4 结论

当前,随着中国能建广东院“走出去”步伐的加快,与华为等业界领先企业的在海外市场合作的机会也越来越多。通过积极参加高水平的国际学术会议与国际学术交流,一方面,开阔了博士后研究的视野,有助于后续研究工作的开展;另一方面,提高了广东院的知名度,为潜在业主与合作伙伴形成良好的印象,有利于广东院国际业务的开展。

信息通信技术目前正处于重大技术变革的前夜。以5G和低成本IoT技术为基础的万物互联的蓝图已经逐渐清晰。在此背景下,电力通信系统,尤其是配用电通信系统可能面临着重大革新。因此,需要紧密跟踪新技术发展的前沿,为电力通信系统新兴市场方向做好技术储备。

参考文献:

- [1] IEEE ICC 2016 website[OL]. Http://icc2016.ieee-icc.org/.
- [2] YANG C, LOU W, YAO J M. Energy-efficient gateway on-off switching scheme in cognitive radio based smart grid networks [C]. IEEE International Conference on Communications, 2016.
- [3] RENOFIO J R R, PELLENZ M E, JAMHOUR E, et al. On the dynamics of the RPL protocol in ami networks under jamming attacks [C]. IEEE International Conference on Communications, 2016.
- [4] KALALAS C, GKATZIKIS L, FISCHIONE C, et al. Enabling IEC 61850 communication services over public LTE infrastructure [C]. IEEE International Conference on Communications, 2016.
- [5] CAO Y, DUAN D L, YANG L Q, et al. Smart meter data aggregation against wireless attacks: a game-theoretic approach [C]. IEEE International Conference on Communications, 2016.
- [6] ABDALLAH A R, SHEN S. Efficient prevention technique for false data injection attack in smart grid [C]. IEEE International Conference on Communications, 2016.
- [7] BOU-HARB E. Passive inference of attacks on scada communication protocols [C]. IEEE International Conference on Communications, 2016.

(责任编辑 高春萌)

(上接第130页 Continued from Page 130)

4 结论

福岛核事故发生后,公众更加关注核安全问题。公众对于核电的认知和接受度直接影响到核电项目能否顺利开展。因此,加强对公众的宣传十分有必要。针对目前在核电公众宣传领域存在的诸多问题,本文提出了核电企业可通过加强体制机制建设、能力建设、科普宣传、信息公开、公众参与及舆情应对等途径来切实提升核电公众宣传实效。通过这些措施,有望为后续核电企业顺利开展公众宣传工作,健康高效推进核电项目提供一定的借鉴和参考。

参考文献:

- [1] 侯琴, 刘晓磊. 福岛核事故凸显我国核科普公众宣传软肋 [J]. 中国核工业, 2011(6): 64-66.
HOU Q, LIU X L. Fukushima nuclear accident highlights the weakness of our country nuclear science publicity [J]. China Nuclear Industry, 2011(6): 64-66.
- [2] 田桂红. 浅析加强和改进核电公众宣传 [J]. 中国核工业, 2011(11): 118-121.
TIAN G H. Brief analysis of strengthening and improving nuclear science publicity [J]. China Nuclear Industry, 2011(11): 118-121.
- [3] 李桃. 公众宣传, 也是核电发展大计 [J]. 中国核工业.

2011(6): 35-37.

- LI T. Publicity is important to nuclear development [J]. China Nuclear Industry, 2011(6): 35-37.
- [4] 孟登科. 核电恐慌 [N]. 南方周末, 2010-07-01.
MENG D K. Nuclear panic [N]. Southern Weekend, 2010-07-01.
- [5] 时振刚, 张作义. 核电的公众接受性研究 [J]. 中国软科学, 2008(8): 71-75.
SHI Z G, ZHANG Z Y. Research on nuclear acceptance [J]. China Soft Science, 2008(8): 71-75.
- [6] 段新瑞. 核科普教育: 打破核电发展的公众认知障碍 [J]. 中国核工业. 2006(4): 36-38.
DUAN X R. Nuclear science education: break the public cognition obstacle of nuclear power development [J]. China Nuclear Industry, 2006(4): 36-38.
- [7] 陈润羊. 公众参与机制推动核安全文化走向成熟 [J]. 环境保护. 2013(5): 50-52.
CHEN R Y. Public participation mechanism promotes nuclear safety culture mature [J]. Environment Protection. 2013(5): 50-52.
- [8] 国家发展改革委. 关于印发国家发展改革委重大固定资产投资项目社会稳定风险评估暂行办法的通知(发改投资(2012)2492号) [L]. 2013-02-25.
The National Development and Reform Commission. The notification issued by the national development and reform commission about the national development and reform commission of major project social stability risk assessment of investment in fixed assets interim measures (DRI(2012)No. 2492) [L]. 2013-02-25.

(责任编辑 高春萌)