

智能交通系统中移动宽带无线接入技术的应用

张 石, 张 怡

(西北工业大学, 电子信息学院, 陕西, 西安, 710072)

摘要:针对目前交通运输中日益增长的高速状态下多媒体通信的需求和构建智能交通系统通信平台的需要,利用移动宽带无线接入技术的特点,并结合智能交通系统的通信需求,探讨了移动宽带无线接入技术在智能交通领域的应用。根据 Jake 仿真模型和 802.20 技术标准的相关模型参数,通过计算机仿真对高速运动状态下的通信信道进行了仿真试验。仿真试验中移动信道的误码率得到了较好的控制,其结果证明基于 IEEE802.20 的移动宽带无线接入技术来搭建智能交通系统通信平台的设想是有效可行的。

关键词:智能交通系统;移动宽带无线接入技术;正交频分复用;移动网络协议

中图分类号: TB24 **文献标识码:** B

Application of Mobile Broadband Wireless Access Technology in Intelligent Transportation Systems

ZHANG Shi, ZHANG Yi

(School of Electronic Information, Northwestern Polytechnical University, Xi'an Shanxi, 710072)

ABSTRACT: Concerning the increasing needs of multimedia communication in the situation of high-speed state and the establishment of communicative platform based on intelligent transportation system (ITS), by applying the characteristics of mobile broadband wireless access technology, and bearing in mind the communicative needs of ITS, the application of mobile broadband wireless access technology in the field of intelligent transportation is discussed. According to the Jake simulation model and parameters of IEEE802.20 standards, a simulation experiment for investigating the performance of the channel models with the state of high-speed movement is carried out. The bit error rates of mobile channels are well controlled in the simulation, and the results indicate that it is effective and feasible to establish ITS communication platform through IEEE802.20-based mobile broadband wireless access technology.

KEYWORDS: Intelligent transportation system; Mobile broadband wireless access technology; Orthogonal frequency division multiplexing; Mobile internet protocol

1 引言

智能交通系统 (Intelligent Transportation System, ITS) 是将信息技术、数据通信技术、电子控制技术以及计算机技术与行政管理手段结合起来,使其有效地综合运用于交通运输的服务、控制和管理。其目的是为了提高交通效率,保障交通安全,改善环境质量和提高能源利用率^[1]。

近年来,我国在智能交通领域取得了很大的发展,在交通信息的分类分析、交通信息的模型和结构、实时数据的管理技术等方面都取得了相应的成果,并形成了初步的技术框架、应用实例和实验平台,而且很多城市的智能交通系统都

已经进入了实施阶段,对于城市交通和高速公路的管理都起到了积极的作用。但是,从目前的情况来看,无论是我国还是其他国家,现有的智能交通系统基本上都是以道路信息收集和为主,以电子信息指示牌和广播系统来发布信息和疏导交通,或者只有一些覆盖局部的通信系统。这种模式能够使交通管理部门的工作得到很大程度的优化,但是由于管理中心和车辆之间缺乏信息的交换,驾驶员无法及时获取所需要的信息,这使得智能交通系统无法充分发挥作用。在理想的智能交通系统中,管理中心和行使中的车辆需要交换大量的,实时的多媒体信息,包括导航、路况、交通流量以及危险警告等,所以智能交通系统需要利用通信和信息技术建立连接车辆及整个系统甚至互联网的通信网络。

本文在智能交通系统中引入了移动无线宽带技术^[2]。

收稿日期: 2008 - 01 - 28 修回日期: 2008 - 04 - 10

通过无线宽带技术的应用,行使车辆可以实现车辆与车辆之间,车辆与网关以及车辆和互联网的连接。从而构成一个高效实时的通信网络,满足智能交通系统中系统与个体信息交换的要求。

2 移动宽带无线接入技术

无线通信技术在当今人们的生活和工作中扮演着非常重要的角色。随着网络社会的发展,人们对于移动性和多媒体业务的需求也不断增长。IEEE先后推出了无线局域网标准 IEEE802.11和无线城域网标准 IEEE802.16。而实际上,无论是基于 802.11标准的 WLAN还是基于 802.16标准的 WMAX,其覆盖范围都非常有限,在智能交通领域,也无法很好的满足在高速运动状态下实现大容量信息交换的要求^[3]。

2002年,IEEE802标准委员会成立了 IEEE802.20移动宽带无线接入(MBWA)工作组,以建立可支持低时延(小于20ms)的,实时流传输数据的无线网络,它可以为移动速度高达250km/h的用户提供1Mbit/s的数据速率,具有覆盖面积广和高速移动适应性好的特点。同时,该标准支持快速小区切换,能够解决困扰无线局域网WLAN的漫游问题^{[4][5]}。

802.20的核心是频分复用技术(OFDM)。为了支持车载移动性,宽带无线接入系统必须对信道快速变化呈稳定性,相应的无线接口物理层及MAC层必须采用相关的技术来保证通信的顺利进行。OFDM(正交频分复用)是一种多载波调制技术。其原理就是把高速的数据流通过串并变换,分配到传输速率相对较低的若干个子信道中进行传输,从而减轻由无线信道的多径时延扩展所产生的时间弥散对系统造成的影响。同时,还可以通过插入大于无线信道最大时延扩展的保护间隔达到最大限度地消除由多径带效应来的符号间干扰。OFDM技术具有可有效抵抗频率选择性衰落等优点,适合用于多径和衰落环境下的高速数据传输,它不仅可以增加系统容量,更重要的是它能够更好地满足多媒体通信的要求,将大信息量的多媒体业务通过宽频信道高品质地传送出去^[6]。其系统框图如图1所示。

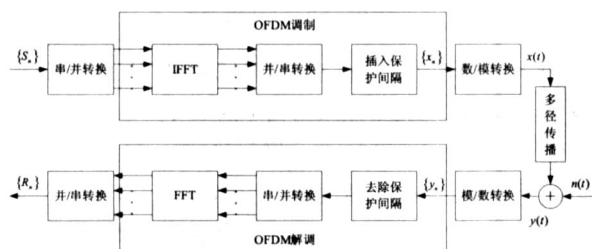


图1 OFDM系统框图

OFDM系统的一个重要优点就是可以利用快速傅立叶变换实现调制和解调,从而可以简化系统实现的复杂度。

一个OFDM符号之内包括多个经过调制的合成信号,其

中每个子载波都可以受到相位键控(PSK)或者正交幅度调制(QAM)符号的调制,如果 N 表示子信道的个数, T 表示OFDM符号的宽度, $d_i(i=0,1,\dots)$ 是分配给每个子信道的数据符号, f_c 是第零个子载波的载波频率, $\text{rect}(t) = 1, |t| \leq \frac{T}{2}$,

则从 $t = t_0$ 开始的OFDM符号可以表示为:

$$s(t) = \text{Re} \left\{ \sum_{i=0}^{N-1} d_i \text{rect}(t - t_0 - T/2) \exp[j2\pi(f_c + i/T)(t - t_0)] \right\} \quad t_0 \leq t \leq t_0 + T \quad (1)$$

$$s(t) = 0 \quad t < t_0 \quad t > t_0 + T \quad (2)$$

OFDM系统的调制和解调可以分别由DFT/DFT来实行运算,FFT是DFT的快速算法,这使得OFDM更具有实用性。通过 N 点DFT运算,把频域数据符号变换为时域数据符号,经过射频载波调制后,发送到无线信道中,其中每一个DFT输出的数据符号都是由所有子载波信号经过叠加而生成的,即对连续的多个经过调制的子载波的叠加信号进行抽样得到的。

为了使信号在变换前后功率保持不变,DFT可按下式定义:

DFT:

$$X(k) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{i=0}^{N-1} x(i) \exp(-j\frac{2\pi}{N}ik) \quad 0 \leq k \leq N-1 \quad (3)$$

IDFT:

$$x(i) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{k=0}^{N-1} X(k) \exp(j\frac{2\pi}{N}ik) \quad 0 \leq i \leq N-1 \quad (4)$$

3 系统仿真

本文在时变信道中,利用MATLAB7.0软件对OFDM系统进行仿真并考查其性能。仿真中,采用IEEE802.20移动宽带无线接入系统的抽头延迟线车载信道模型参数,并利用其中的Vehicular-A和Vehicular-B信道进行仿真^[7]。信道的阴影衰落余量为均值为0,方差为10dB的正态随机变量,其多普勒频谱为经典的Jake模型。

由Clarke多径衰落数学模型,假设一个非频率选择性衰落信道有 N 条传播路径,则有:

$$g(t) = E_0 \sum_{n=1}^N C_n \exp[j(w_d t \cos \alpha_n + \phi_n)] \quad (5)$$

其中, E_0 为幅度系数, C_n 为随机路径增益, α_n 为入射波角度, ϕ_n 为传播路径的初始相位, w_d 是 $\alpha_n = 0$ 时的最大多普勒角频移。

由式5并令:

$$C_n = \frac{1}{\sqrt{N}} \quad (6)$$

$$\alpha_n = \frac{2\pi n}{N}, \quad n = 1, 2, \dots, N \quad (7)$$

$$\phi_n = 0, \quad n = 1, 2, \dots, N \quad (8)$$

Jakes推导出非常著名的针对瑞丽衰落信道的仿真

模型:

$$\tilde{r}(t) = \tilde{r}_1(t) + \tilde{r}_2(t) \tag{9}$$

$$\tilde{r}_1(t) = \frac{2}{\sqrt{N}} \sum_{n=0}^M a_n \cos(w_n t) \tag{10}$$

$$\tilde{r}_2(t) = \frac{2}{\sqrt{N}} \sum_{n=0}^M b_n \cos(w_n t) \tag{11}$$

同时, $N = 4M + 2$, 并且有:

$$a_n = \begin{cases} \sqrt{2} \cos \beta_0, & n = 0 \\ 2 \cos \beta_n, & n = 1, 2, \dots, M \end{cases} \tag{12}$$

$$b_n = \begin{cases} \sqrt{2} \sin \beta_0, & n = 0 \\ 2 \sin \beta_n, & n = 1, 2, \dots, M \end{cases} \tag{13}$$

$$\beta_n = \begin{cases} \frac{\pi}{4}, & n = 0 \\ \frac{\pi n}{M}, & n = 1, 2, \dots, M \end{cases} \tag{14}$$

$$w_n = \begin{cases} w_d, & n = 0 \\ w_d \cos \frac{2\pi n}{N}, & n = 1, 2, \dots, M \end{cases} \tag{15}$$

实验中,利用归一化多普勒频移代表不同的车辆速度,同时使用级联 Reed - Solomon编码和卷积编码来纠正突发差错及随机误码^{[8][9]}。表 - 1为信道 A和信道 B的抽头延迟线脉冲参数。

表 1 信道抽头延迟线脉冲参数

抽头	信道 A 相对时延 (ns)	信道 A 平均功率 (dB)	信道 B 相对时延 (ns)	信道 B 平均功率 (dB)	多普勒频谱
1	0	0	0	- 2. 5	Jake
2	310	- 1. 0	300	0	Jake
3	710	- 9. 0	8900	- 12. 8	Jake
4	1090	- 10. 0	12900	- 10. 0	Jake
5	1730	- 15. 0	17100	- 25. 2	Jake
6	2510	- 20. 0	20000	- 16. 0	Jake

实验中,在接收端使用迫零均衡器。由于变送器和接收机之间的运动造成了传输路径的改变,因此信道是时变的。仿真中,以信道 A和信道 B在不同的车辆行使速度下的误码率 (BER) - 信噪比 (E_b/N_o)性能曲线来研究,而车辆移动速度以归一化多普勒频移 ($F_d T_s$)来表示,并假设载波频率为 2.5GHz。

图 2 和图 3 中的曲线显示了运动车辆环境下 IEEE802. 20信道模型中车辆行使速度对于信道误码率的影响,并和使用级联 OFDM 技术 AWGN (加性白高斯噪声)信道曲线进行了对比。

通过仿真实验得到的曲线可以发现,级联编码 OFDM 技术可以很好的抑制误码的发生,使误码率保持在比较低的水平。随着车辆移动速度的上升,系统受到多普勒频移的影响也越来越大,在接收端信号产生频率弥散,发生时间选

择性衰落的概率也增大,使得系统性能下降。但是尽管如此,在高速运动的状态下,该系统仍能使性能曲线保持平稳线型的下降趋势,较好地维持了系统的稳定。所以我们相信使用了级联编码 OFDM 的 IEEE802. 20信道模型应用于智能交通系统的有效性和可行性。同时,由于信道模型均基于 Jake多普勒频谱,由此可以理解图 2和图 3中的曲线并没有显示信道的表现有大的区别。

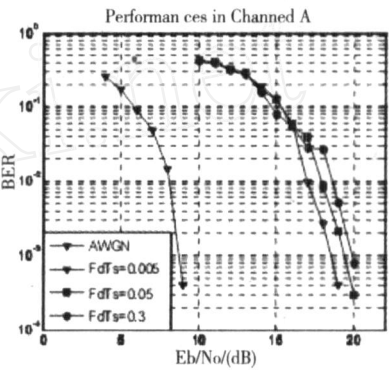


图 2 信道 A 的性能表现

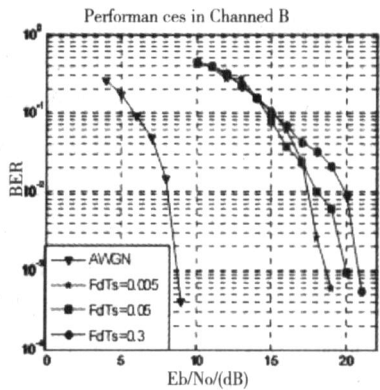


图 3 信道 B 的性能表现

4 关于地址和移动性管理

由于 IEEE802. 20是全 IP结构,为了支持网络层的移动性,所以引入了移动 IP管理技术。其主要目标是为移动节点在本地网络和外网之间提供无缝漫游和不间断的通信服务。移动 IP中网络层的特点使得在改变无线网络接入点时移动节点可以使用同一 IP地址进行通信,以提供连续的业务和应用。移动节点采用固定的 IP技术,而移动终端例如高速运动的车辆在不同子网间移动时,保持 IP地址固定不变从而保证整个通信过程的连续性^[10]。

但是,传统的 IPv4协议已经不能适应互联网的发展和应用领域的扩张,尤其无法满足智能交通系统领域应用的需要,而采用 128位地址位数的 IPv6协议能够解决 IPv4的许多问题,如地址短缺、服务质量保证等。同时,IPv6还对 IPv4作了大量的改进,包括路由和网络自动配置等。

(下转第 260页)

6 结论

本文针对现有的时间序列预测方法应用于广州市周发案量预测上的不足之处,提出了一种基于分段三次曲线拟合的时间序列预测方法,并给出了具体的建模、计算步骤。通过真实数据的检验,结果表明该预测方法在广州市周发案量的预测上效果较好。而且该方法操作简单,方便计算机编程,利于以软件形式实现,具有一定的理论与应用价值。

参考文献:

- [1] 谭跃进,陈英武,易进先. 系统工程原理 [M]. 长沙:国防科技大学出版社,1999, (1): 115
- [2] 龚绍琦,黄家柱,李云梅,黎刚. 时间序列分析法在太湖总含磷量动态模拟中的应用 [J]. 地理与地理信息科学, 2006, 22 (6): 89 - 93
- [3] 黄廷林. 地表水水质预测方法研究 [J]. 西安建筑科技大学学报 (自然科学版), 2004, 36 (2): 134 - 137.
- [4] 高伟,姜水生. 分段曲线拟合与离散度加权的数据误差处理方

法 [J]. 中国测试技术, 2005. 11: 55 - 56

- [5] S Roychowdhury. Fuzzy curve fitting using least square principles [C]. IEEE International conference on systems, man and cybernetics, 1998, 4: 4022 - 4027.
- [6] 马徐琨,邹冰. 分段曲线拟合在同步距离后置处理中的应用 [J]. 声学技术, 2004 - 9. 159 - 163



[作者简介]

张浩 (1982 -),男 (汉族),湖南常德人,国防科技大学信息系统与管理学院硕士生。研究方向:军事运筹理论与方法与应用。

任义广 (1978 -),男 (汉族),山东聊城人,国防科技大学信息系统与管理学院博士生。研究方向: C³I 系统效能评估、战争设计工程、概念模型、军事运筹、作战仿真等。详细通信地址:湖南长沙国防科技大学信息系统与管理学院博士生队。

沙基昌 (1945 -),男 (汉族),上海人,国防科技大学信息系统与管理学院教授,博士生导师。研究方向:战争设计工程、军事运筹理论与方法与应用。

(上接第 256 页)

根据智能交通系统的特点,由于车辆的数量非常众多,而且在不断增长中,传统的 IPv4 协议无法满足智能交通系统的需要。而 IPv6 的出现首先解决了智能交通系统中车辆终端 IP 地址的问题,第二解决了管理性、安全性的问题,避免了以往以太网大规模应用暴露出的安全性、管理性的问题。假设现在的网络都是 IPv6,每辆汽车都可以分配一个网址,可以实时动态地看到每辆车在什么地方,路况怎样,这将在很大程度上提高和改善智能交通系统的效果和智能化程度。所以,IPv6 协议为实现智能交通系统中车间通信和车辆与互联网连接提供了必不可少的基础,使这一设想变成了可能。

5 结束语

通过以上对于移动宽带无线接入技术和移动 IP 技术的分析,结合智能交通系统的特点和需要,可以发现,无线通信技术已经成为实现交通智能化的关键技术,其发展和应用将在很大程度上决定着智能交通系统的发展和推广。无线网络的飞速发展正在使人们的很多设想变成现实。加强无线通信技术在智能交通系统的应用研究,对于推动我国交通智能化的研究和发展具有非常重要的现实意义。

参考文献:

- [1] [日] 社团法人交通工学研究会编. 智能交通系统 [M]. 董国良译. 北京:人民交通出版社, 2002: 182 - 191.
- [2] Lars Wolf, Marc Bechler, Sven Jaap. "Potentials and Technologies of Mobile Internet for Transportation" [C]. Proceedings of the ITS

Telecommunication, France, 2005.

- [3] 彭林. 第三代移动通信技术 [M]. 北京:电子工业出版社, 2003, 第一版.
- [4] 彭天笑,杨融. IEEE802.20 移动宽带无线接入 [J]. 通信世界, 2003, (9): 56 - 58.
- [5] 刘元安等编著. 宽带无线接入和无线局域网 [M]. 北京:北京邮电出版社, 2000, 第一版.
- [6] P. H. Moose. A technique for OFDM frequency offset correction [J]. IEEE Trans. Comm., October, 1994.
- [7] Draft 802.20 Permanent Document, Channel Model for IEEE 802.20 MBWA System Simulation [S], IEEE, Nov 6, 2003.
- [8] G. D. Fomey, "Convolutional codes, part I: algebraic structure," [J] IEEE trans. On Info. Theo., IT - 16, pp 720 - 738 November 1970.
- [9] G. L. Feng and K. K. Tzeng, "A generalization of the Berlekamp-Massey algorithm for multisequence shiftregister synthesis with applications to decoding cyclic codes," [J] IEEE Trans. Info. Theo., Vol. 37, pp. 1274 - 1287, Sept. 1991.
- [10] 孙利民,等. 移动 IP 技术 [M]. 北京:电子工业出版社, 2003, 第一版.



[作者简介]

张石 (1983.4 -),男,汉,陕西西安市人,西北工业大学电子信息学院硕士研究生,主要从事网络和多媒体通信研究。

张怡 (1958 -),女,汉,上海人,西北工业大学副教授、博士生,主要从事通信、导航、制导与控制及多媒体与计算机通信的研究。