

STBC 和 BLAST 相结合的 HSPA+天线配置方案

梁小涛, 郑建宏

(重庆邮电大学移动通信技术重点实验室 重庆 400065)

摘要:为了改进现有的 TD-SCDMA 系统, HSPA+在 TD-SCDMA 的基础上引入 MIMO 技术,从而获得更高的传输速率和更好的系统性能。本文结合 MIMO 空时码技术中分层空时码和空时分组码各自的特点,并针对 BLAST 抗衰落性能差和 STBC 编码速率不高的特点,研究了一种分层结构的空时分组编码方法,以期同时获得空间分集和复用增益。并将之运用到实际的多用户 HSPA+系统中,用于改进现有的 TD-SCDMA 系统。仿真结果证明该方法既能增强 HSPA+系统的数据传输速率,又能提高其性能。

关键词:MIMO; 空时编码; 分层结构的空时码; HSPA+

中图分类号:TN929.533 **文献标识码:**A

Antenna configuration combined STBC and BLAST of HSPA+

Liang Xaiotao, Zheng Jianhong

(Mobile Communication R&D Center of Chongqing University of Posts and
Telecommunications, Chongqing 400065, China)

Abstract: For updating the existing TD-SCDMA, HSPA+ system introduce MIMO technology based on TD-SCDMA, thereby obtain more transmit rate and system performance. The paper combine the respective strongpoint of layered space-time code and space-time block code, the article investigate a layered structured space-time block coding according to the poor anti-decline of BLAST and the low coding-rate of STBC to achieve spatial diversity and multiplexing gain, and apply the new method in multi-use HSPA+ system to improve the being TD-SCDMA. Simulation results show that the data transmit rate of HSPA+ is largely improved, as well as the performance is enhanced.

Keywords:MIMO; STBC; BLAST; HSPA+

0 引言

TD-SCDMA 是我国第一个拥有自主知识产权

的国际通信标准,它采用时分双工(TDD),将智能天线、软件无线电和联合检测等先进技术有机地结合在一起,形成一种有效的 TDD-CDMA 方式。随着 TD-SCDMA 的发展,为了满足用户日益增长的对高

速分组数据业务的需求,3GPP 在 R5 引入了 HSDPA 技术,在 R6 引入了 HSUPA 技术,使下、上行链路的传输速率和吞吐量得到了很大提高。HSPA(包括 HSDPA 和 HSUPA)的进一步演进和增强即为“HSPA+”,是 3GPP RAN 2006 年启动的一个研究项目。HSPA+技术的宗旨是要保持和 UMTS 第 6 版本(R6)的后向兼容性,同时提供低复杂度、低成本的从 HSPA 向 SAE/LTE 平滑演进的路径,以满足在近期内以较小的代价改进系统、提高系统性能的 HSPA 运营商的升级需求。HSPA+在物理层最大的变化就是引入了 MIMO 技术。空时网格码(STTC)、空时分组码(STBC)以及分层空时码(BLAST)是现行研究的热点。STTC 具有较高的分集增益和编码增益,但是编译码复杂度高,难以付诸应用;STBC 可以获得很好的分集增益,但数据吞吐量较小;BLAST 可以获得空间复用增益,数据吞吐量大,但抗衰落性能不好,本文针对 STBC 和 BLAST 各自的特点,研究了一种结合 STBC 和 BLAST 的空时码方案,结合两者的特点,并将此方案用到 HSPA+ 系统当中。

1 分层空时码与空时分组码的结合

本文根据分层空时码可以提高系统的数据传输速率的思想,并将其与 STBC 相结合,研究了一种分层结构的空时分组码,该方案为:在发射端,将天线分组,组内采用 STBC 编码,但整体上是 BLAST 分层方式。与 STBC 编码相比,该方法具有更高的频谱利用率和码速率,但要牺牲一定的分集增益;与 BLAST 相比,该方法具有更强的抗衰落性能,但要牺牲一定的码速率。

2 方案描述

4 根天线分成 2 个子组,每个子组中包含 2 根天线。首先,数据流经过串/并模块后分成 2 个独立的数据流。数据流 1 发送到子组 1 中,而数据流 2 则发送到子组 2 中。分配给每个数据流的信息比特取决于各个子组中所使用的调制编码方式和分别给下行用户的 OVSF 扩频字数。根据不同的调制编码机制,2 个

子组的最终发射功率可以不同。对每个数据流,首先对串/并变换后的数据进行编码、交织和调制。调制后的符号流接着送至 STBC 编码。每个 STBC 编码均产生 2 个子流,分别送至该子组中 2 个天线中的一根。2 个数据子流都要继续分成 N 个并行数据流,每个流用一个 OVSF 码进行扩频。最后将它们合并后并进行加扰,随后发送到相应的天线上去。

4 根发射天线的方案发送端示意图如图 1 所示:对于 4 根发射天线的方案来说,数据被分为 2 层,这样系统的容量就提高了一倍。而每层又采用 STBC(Alamouti 方案)编码,又获得了分集增益,使系统性能得到一定的提高。

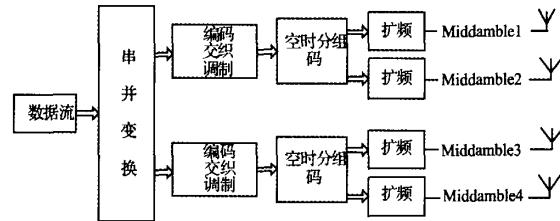


图 1 4 根发射天线的方案发送端示意图

对于一个具有 4 根发射天线的系统而言,其信号矩阵 H 可以表示为: $H = [h_1 \ h_2 \ h_3 \ h_4]$ 其中 h_i 是不同发射天线对应得信道响应。对于具有 2 根天线的系统来说,信号表示如下:

$$\begin{bmatrix} y_1(0) & y_1(1) \\ y_2(0) & y_2(1) \end{bmatrix} = H \begin{bmatrix} x_1 & x_2 \\ -x_2 * & x_1 * \\ x_3 & x_4 \\ -x_4 * & x_3 * \end{bmatrix} + n$$

式中: x_1 和 x_2 是子组 1 发送的符号,而 x_3 和 x_4 是子组 2 发送的符号。 n 是 2×4 的噪声矩阵。定义一个修改的信道矩阵 G 为:

$$G = [g_1 \ g_2 \ g_3 \ g_4] =$$

$\begin{bmatrix} h_1 & -h_2 & h_3 & -h_4 \\ h_2^* & h_1^* & h_4^* & h_3^* \end{bmatrix}$ 。此时修改的接收向量就变为:

$$\begin{bmatrix} y_1(0) \\ y_1^*(1) \\ y_2(0) \\ y_2^*(1) \end{bmatrix} = [g_1 \ g_2 \ g_3 \ g_4] \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 * \\ x_3 \\ x_4 * \end{bmatrix} + n'$$

根据联合检测算法,可以用合并后的接收信号 y 和系统矩阵 G 来对原始数据 X 进行联合检测并得到估计值 \hat{X} 。

$$\hat{X} = T^{-1} G^* y$$

$$T_{4NK \times 4NK} = \begin{cases} I_{4NK \times 4NK} & MF \\ G^* G & ZF \\ G^* G + \sigma^2 I_{4NK \times 4NK} & MMSE \end{cases}$$

但是由于发送端采用了空间复用和发射分集两种空时编码方式,使得各个发射天线并不是发送包含有相同信息的数据,从而降低了接收端译码的质量。

3 仿真结果与分析

仿真链路参考 TD-SCDMA 基本物理层链路模型、参数和算法设计,为了更好地表述 MIMO 对 TD 的影响,未采用信道编译码技术。信道基于 3GPP TR 25.996 V6.1.0 中的多径衰落传播环境给出的参数进行设置。在基于 MIMO 下行链路级仿真中,基站发送两个用户数据,每个用户占用 1 个码道;采用了空时编码的系统发射天线数目为 4 (基站端:天线间距为 4λ),接收天线数目为 3 或 4 或 6 (UE 端:天线间距为 0.5λ);发送端采用 QPSK 调制;各发射天线上的功率相等。

图 2 是接收天线分别为 3,4 和 6 根天线时的仿真图;从中可以看出随着接收天线数的增加,系统性能也越好,但接收机的复杂度越大。

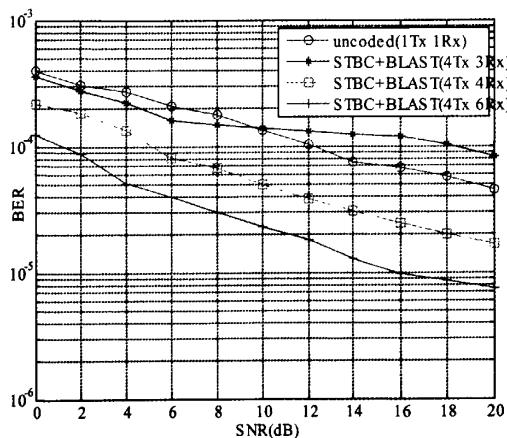


图 2 多径环境下(Case3)移动终端的误比特率性能

在已有的 BLAST 系统中,只有满足接收天线大于或者等于发射天线的时候,系统才能正常工作。从图 2 可以看到,由于采用了 BLAST(图 1 中的“串/并变换”模块)与 TD-SCDMA 系统结合,每根发射天线发送不同的数据,导致当接收天线数目比较少的时候,系统性能比较差。本方案中,由于 STBC 的存在,使得在当接收天线小于发射天线(4 发 3 收)的情况下,从整体上看系统误比特率相对较好,但是随着信噪比的升高,STBC 的作用相对减弱,因此在高信噪比下多天线系统性能没有未编码(1x1 单天线)的系统性能好;整体来看,接收天线越多,系统的误比特率特性越好,当然,接收端的复杂度也就越高。总的来说,假设发射天线数目为 M ,接收天线数目为 N ,则当 $N \geq M$ 时,该方案的系统性能比较理想,即在提高系统数据传输速率的同时又改善了系统误比特率性能。

4 结 论

本文针对 HSPA+ 系统的特点,提出了一种 STBC 和 BLAST 相结合的方案,用于改进现有的 TD-SCDMA 系统,有效地实现了系统容量和性能的兼顾,从仿真结果可以看出,将 MIMO 技术引入 HSPA+ 系统可以提高其性能和容量。

参考文献

- [1] LIU Z., GIANNAKIS G. B., ZHOU S., et al. Space-time coding for broadband wireless communications Wireless Communications and Mobile Computing[J]. IEEE. Jan. 2001, 1(1):1778-1782.
- [2] 3GPP TR 25.999 V7.0.1 (2007-12), High Speed Packet Access (HSPA) evolution; Frequency Division Duplex (FDD)(Release 7)[Z].
- [3] 3GPP TR 25.996 V6.1.0, Spatial channel model for Multiple Input Multiple Output (MIMO) simulations (Release 7), Sept. 2007[Z].
- [4] 李贺冰,张水莲. 空时分组码在 TD-SCDMA 系统中的应用技术研究[J]. 微计算机信息(管控一体化), 2005, 21(11-3):175-177.

(下转第 70 页)

出固定电平的程序,看是否正常输出即可。图 5 即为测试结果。

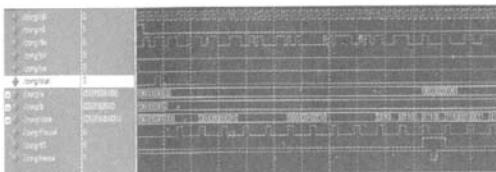


图 5 时序匹配图

5 结 论

无陀螺捷联惯导系统避开了因陀螺动态范围小而引起的一系列难题,其缺点是计算量大,在惯导系统中应用 DSP 可解决这个难题。根据旋转弹测量系统的要求进行总体方案和硬件电路的设计。由于软件主要用于解算算法的实现,整个程序采用 C 语言编程。通过以上对系统硬件电路和软件的分析,可以充分表明以 DSP 芯片为核心,采用 AD 转换对加速度计信号进行采集,并利用 CPLD 实现系统所需要的逻辑电路功能的捷联惯导系统能够满足数据处理能力,并具有结构简单、可靠性高和灵活性强特点。

参考文献

- [1] 曹咏弘,祖静,林祖森. 无陀螺捷联惯导系统综述 [J]. 测试技术学报,2004,18(3):269-273.

(上接第 44 页)

- [5] 3GPP TR 25.876 V7.0.0(2007-03), Multiple Input Multiple Output in UTRA (R7)[Z].
- [6] 3GPP TSGR1JHJ37(04)0431, Text proposal for Double-ASTTD with Sub-Group Rate Control, Hawaii, Montreal, Canada, 10th-14th May 2004[Z].
- [7] 3GPP TSGR1JHJ37(04)0583, Text proposal for MIMO TR23.876 (MIMO proposal for UTRA TDD), IPWireless, Montreal, Canada, 10th-14th May 2004[Z].
- [8] FOSCHINI G. J. Layered space-time architecture for wireless communication in a fading en-

- [2] 李岩, 基于 DSP 的无陀螺捷联惯导系统的实现研究 [D]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学, 2006.
- [3] TMS320C6000 Peripherals Reference Guide [Z]. Texas Instruments, Incorporated, February 2001.
- [4] 史震, 于秀萍, 马澎田. 无陀螺捷联式惯性导航系统 [M]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社, 2005:41-50.
- [5] 江思敏, 刘畅. TMS320C6000DSP 应用开发教程 [M]. 北京:机械工业出版社, 2005.
- [6] 毛刚. 微型惯性测量系统的设计与应用研究 [D]. 北京:清华大学, 2001.
- [7] 陈哲. 捷联惯导系统原理 [M]. 北京:宇航出版社, 1986:194-212.
- [8] 陈世友, 李春花. 无陀螺捷联惯导系统捷联方案研究 [J]. 航空学报, 1999, 11:566-568.

作者简介



赵倩,在读硕士研究生,主要研究方向为动态测试计量及研究。
地址:山西省太原市中北大学864#,030051
E-mail:butterflyyy@126.com

马铁华,博士生导师,主要研究方向为动态测试技术与智能仪器,新型传感技术与系统,光通信技术,加速度传感器技术。

vironment when using multi-antennas[J]. Bell Labs Tech. J., IEEE. 1996, 1(2):41-59.

作者简介



梁小涛,硕士研究生,主要研究方向为第三代移动通信,
地址:重庆市重庆邮电大学 信科 12 楼,算法部,400065

郑建宏,教授、博导,主要研究方向为第三代移动通信。

如何学习天线设计

天线设计理论晦涩高深，让许多工程师望而却步，然而实际工程或实际工作中在设计天线时却很少用到这些高深晦涩的理论。实际上，我们只需要懂得最基本的天线和射频基础知识，借助于 HFSS、CST 软件或者测试仪器就可以设计出工作性能良好的各类天线。

易迪拓培训(www.edatop.com)专注于微波射频和天线设计人才的培养，推出了一系列天线设计培训视频课程。我们的视频培训课程，化繁为简，直观易学，可以帮助您快速学习掌握天线设计的真谛，让天线设计不再难…



HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书，课程从基础讲起，内容由浅入深，理论介绍和实际操作讲解相结合，全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程，可以帮助你快速学习掌握如何使用 HFSS 软件进行天线设计，让天线设计不再难…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

CST 天线设计视频培训课程套装

套装包含 5 门视频培训课程，由经验丰富的专家授课，旨在帮助您从零开始，全面系统地学习掌握 CST 微波工作室的功能应用和使用 CST 微波工作室进行天线设计实际过程和具体操作。视频课程，边操作边讲解，直观易学；购买套装同时赠送 3 个月在线答疑，帮您解答学习中遇到的问题，让您学习无忧。

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/cst/127.html>



13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程，培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合，全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作，同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习，可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试…

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



关于易迪拓培训:

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,一直致力于专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;后于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com),现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 **ADS**、**HFSS** 等专业软件使用培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年, 10 多年丰富的行业经验
- ※ 一直专注于微波射频和天线设计工程师的培养, 更了解该行业对人才的要求
- ※ 视频课程、既能达到了现场培训的效果, 又能免除您舟车劳顿的辛苦, 学习工作两不误
- ※ 经验丰富的一线资深工程师主讲, 结合实际工程案例, 直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>