

MIMO 系统中基于误码率的接受天线选择技术研究

臧荣堂

南京邮电大学通信与信息工程学院,南京,210003

摘要 本文主要是在原有 V - BLAST 系统的接收检测算法(串行干扰删除和并行干扰删除检测算法)的基础上,提出改进的串行 - 并行二阶检测算法,并对这些检测算法的误码率性能进行了分析比较。通过仿真结果表明,在相同的天线选择准则下,改进算法比使用串行和并行检测的天线选择算法误码率低。

关键词 MIMO 技术,天线选择,V - BLAST 系统,误码率

1 引言

MIMO 技术是无线通信领域的重大突破,它不但能使通信系统的容量成倍增加,显著提高无线通信系统的频谱利用率,还能极大的提高无线通信系统的抗衰落性能。天线选择是 MIMO 系统特有的关键技术,它能从 MIMO 系统的多个发射天线和多个接收天线中选择出性能最好的一个或几个天线,减少了系统中成本较高的射频收发链路的数量,极大地提高了 MIMO 系统的性价比。作为第一个问世的 MIMO 实验系统,也是目前最具代表性的一种 MIMO 系统,贝尔实验室开发的垂直 - 贝尔实验室分层空时(V - BLAST)系统,以其简单实用的结构和令人瞩目的频谱效率而被 3GPP 等标准所采用,成为近年来的一个研究热点。本文研究 V - BLAST 系统的接收天线选择算法,并提出一种改进算法,该算法能够有效地降低系统的误码率。

2 改进的二阶 V - blast 系统检测算法

一般情况下当信噪比较小时,并行检测算法比串行检测算法的误码率低,而当信噪比较大时,串行检测算法比并行检测算法的误码率要低。由此可以想到,如果将这两种检测算法联合起来用到 V - BLAST 系统的检测中去,会从整体上降低误码率,因此,有以下的串行 - 并行二阶检测算法,即先进行串行检测,再进行并行检测(ZF 检测)

2.1 ZF - OSIC - PIC 检测算法及性能仿真

第一步

(1) 初始化

$$i = 1, r_1 = r, G^1 = H^*$$

$$k_1 = \arg \min_j \| (G^1)_j \|^2$$

(2) 迭代

$$\begin{aligned} w_{k_i}^T &= (G^i)_{k_i}, \hat{s}_{k_i} = Q(y_{k_i}), r_{i+1} = r_i - \hat{s}_{k_i} H_{k_i} \\ G^{i+1} &= H_{k_i}^+ \\ k_{j+1} &= \arg \min_j \| (G^{i+1})_j \|^2 \\ i &= i + 1 \end{aligned}$$

第二步

(1) 初始化

$$\begin{aligned} k &= 1 \\ \hat{s}_{n,0} &= Q(y_{n,0}), n = 1, 2, 3, \dots, N \end{aligned}$$

(2) 迭代

$$\begin{aligned} r_{n,k} &= r - \sum_{l=1, l \neq n}^N \hat{s}_{l,k-1} (H)_l, n = 1, 2, 3, \dots, N \\ y_{n,k} &= G_n \cdot r_{n,k}, \text{其中 } G_n = (H_n)^+ \\ \hat{s}_{n,k} &= Q(y_{n,k}) \\ k &= k + 1 \text{ 表示干扰删除的级数} \end{aligned}$$

将这种改进的二阶检测算法称为迫零排序串行 - 并行干扰删除(ZF - OSIC - PIC)检测算法。

下面通过仿真来比较串行检测、并行检测和改进的串行 - 并行二阶检测算法 OSIC - PIC 的性能。

图1是迫零(ZF)、迫零排序串行干扰删除(ZF - OSIC)、迫零并行干扰删除(ZF - PIC)、迫零排序串行 - 并行干扰删除(ZF - OSIC - PIC)检测算法的性能仿真曲线。

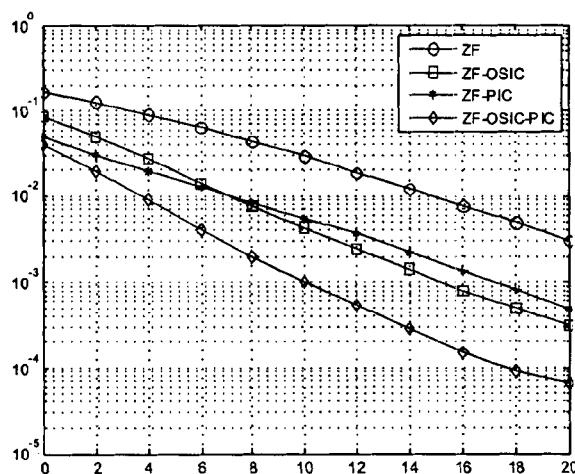


图1 ZF - OSIC - PIC, ZF - PIC, ZF - OSIC, ZF 检测性能比较(4发4收)

2.2 MMSE – OSIC – PIC 检测算法及性能仿真

同样, MMSE 排序串行 – 并行干扰删除(MMSE – OSIC – PIC)检测算法可以描述如下

第一步

(1) 初始化

$$i = 1$$

$$r_1 = r, G^1 = H^+ / G^1 = (H^H H + \sigma_n^2 I_N)^{-1} H^H$$

(2) 迭代

$$\begin{aligned} w_{k_i}^T &= (G^i)_{k_i}, y_{k_i} = w_{k_i}^T r_i, \hat{s}_{k_i} = Q(y_{k_i}) \\ r_{i+1} &= r_i - \hat{s}_{k_i} H_{k_i} \\ r_1 &= r, G^1 = H^+ / G^1 = (H^H H + \sigma_n^2 I_N)^{-1} H^H \\ k_{j+1} &= \arg \min_j \| (G^{i+1})_j \| ^2 \\ i &= i + 1 \\ k_1 &= \arg \min_j \| (G^1)_j \| ^2 \end{aligned}$$

第二步

(1) 初始化

$$k = 1$$

$$\hat{s}_{n,0} = Q(y_{n,0}), n = 1, 2, 3, \dots, N$$

(2) 迭代

$$\begin{aligned} r_{n,k} &= r - \sum_{l=1, l \neq n}^N \hat{s}_{l,k-1} (H)_l, n = 1, 2, 3, \dots, N \\ y_{n,k} &= G_n \cdot r_{n,k}, \text{其中 } G_n = (H_n)^+ \\ \hat{s}_{n,k} &= Q(y_{n,k}) \\ k &= k + 1 \end{aligned}$$

k 表示干扰删除的级数

图2是最小均方误差(MMSE)、最小均方误差排序串行干扰删除(MMSE – OSIC)、最小均方误差排序串行 – 并行干扰删除(MMSE – OSIC – PIC)检测算法的性能仿真曲线。

从以上两图可以看出,排序串行 – 并行干扰删除检测算法与排序串行干扰删除和并行干扰删除检测算法相比,误码率有较大改善。

3 结束语

本章主要是在原有的串行和并行检测的基础上,提出一种改进的串行 – 并行二阶检测算法,并将其与串行、并行检测算法进行性能比较。最后通过仿真看出排序串行 – 并行干扰删除检测算法与排序串行干扰删除和并行干扰删除检测算法相比,误码率有较大改善。

参考文献

[1] Eur. Trans. Telecommun: I. E. Telatar. Capacity of multi – antenna Gaussian channels. , Nov.

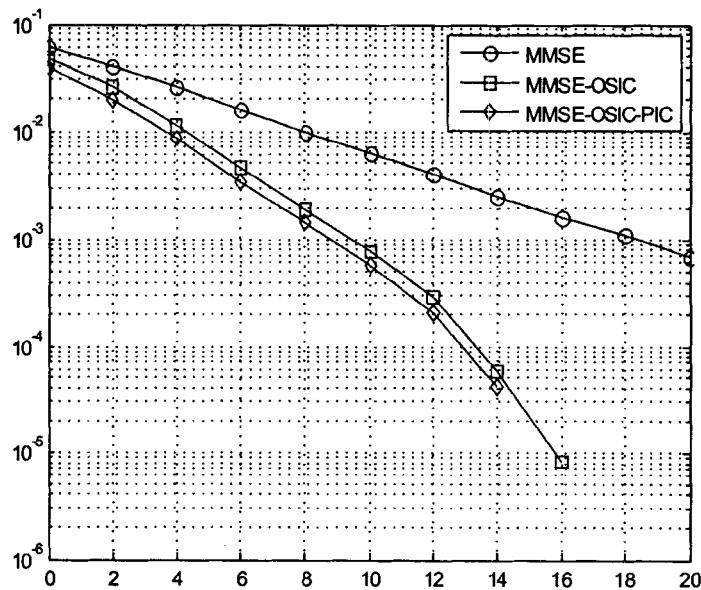


图 2 MMSEMMSE – OSICMMSE – OSIC – PICV – BLAST 检测性能比较(4 发 4 收)

– Dec. 1999 , vol. 10:585 – 596

- [2] Proc. IEEE ICC: R. Knopp and P. A. Humblet. Information capacity and power control in single cell multiuser communications. June 1995:331 – 335
- [3] IEEE microwave magazine: Moe Z. Win, Andreas F. Molisch. MIMO systems with antenna selection. 2004:46 – 56

Bit Error Rate Based Receive Antenna Selection Research for MIMO System

ZANG Rongtang

College of Telecommunications and Information Engineering
Nanjing University of Posts & Telecommunications, Nanjing 210003

Abstract This paper is major to put forward the improved detection algorithms – – the serial – parallel second detection algorithm, which is based on the original detection algorithm (serial disturb delete detection algorithm and parallel disturb delete detection algorithm). The performance of the bit error rate detection algorithm was analyzed and compared, which shows the improved algorithm under identical antenna selection has a lower bit error rate than using the antenna option of serial detection algorithm and parallel detection algorithm.

KeyWords Multiple Input Multiple Output Technique, Antenna Selection, Vertical Bell Labs Layered Space – Time System, Bit Error Rate

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>