

基于平均互信息量的物理层抽象算法^①

张金宝^② * ** 郑洪明 ** 谈振辉 *

(* 北京交通大学轨道交通控制与安全国家重点实验室 北京 100044)

(** 英特尔中国研究中心 北京 100080)

摘 要 针对物理层抽象技术缺乏理论模型以及等效指数信噪比映射(EESM)物理层抽象算法依赖调整参数和通用性较差的缺点,依据信息论、信号检测和概率理论,提出了物理层抽象的概率模型,并据此推导得出基于平均互信息量的物理层抽象算法——块平均接收信息率(RBIR)算法。基于采用 MIMO-OFDM 技术和最小均方误差(MMSE)检测算法的 WiMax II 系统的仿真结果表明,对于 ITU PedB 3kmph 和 ITU VA 30kmph 信道模型、多种调制编码方式,该算法都能够获得与 EESM 算法相当的性能,并且不需要相关的调整参数,从而使得该算法更具一般性,能够较容易地扩展到不同的无线通信系统中,实现物理层抽象。该算法的有效性进一步验证了本文提出的物理层抽象概率模型。

关键词 无线通信,物理层抽象,平均互信息量,多天线正交频分复用(MIMO-OFDM),WiMax II 下行链路

0 引 言

链路自适应(link adaptation, LA)技术因能够有效地提高无线通信系统的性能而受到了广泛的关注。物理层抽象(physical layer abstraction)技术能够确保 LA 为无线传输选择适当的传输模式,以获得最优化的无线传输性能。因此,物理层抽象算法的准确性将直接影响无线通信系统的性能^[1-4]。例如,不准确的物理层抽象将会得到过优或过差的无线信道质量预测结果,使得 LA 选择的传输模式过高或过低。过高的传输模式导致无线传输的差错概率过高,使得系统吞吐量降低;过低的传输模式会降低频谱效率。这两种情况都会损失无线通信系统的性能。同时,物理层抽象在系统仿真中起到了极其重要的作用,物理层抽象算法的准确性直接影响系统仿真结果的置信度^[5]。因此,物理层抽象技术对于无线通信系统的设计和分析是十分重要的。

目前,该领域的研究重点是等效信噪比计算,并据此估计无线信道质量,主要采用等效指数信噪比映射(exponential effective SNR mapping, EESM)算法^[6-8]。但遗憾的是这些研究仅仅从仿真的角度给出了物理层抽象技术实施的方法以及仿真结果,并

未给出理论上的详细阐述。而且,EESM 算法虽然能够比较准确地预测无线信道质量,但是其准确性依赖于调整参数,而这些参数与具体的无线信道模型以及调制编码方式(modulation and coding schemes, MCS)密切相关,使得 EESM 算法通用性比较差。

本文针对 WiMax II 系统采用的多天线正交频分复用(multi-input multi-output orthogonal frequency division multiplexing, MIMO-OFDM)和最小均方误差(minimum mean square error, MMSE)检测进行分析,提出比较完善的概率模型来描述物理层抽象技术。在此基础上,进一步推出基于平均互信息量的物理层抽象算法,即块平均接收信息率(received block information rate, RBIR)算法。仿真结果表明,RBIR 算法能够获得与 EESM 相当的性能,且不需要任何调整参数,更具一般性。

1 系统模型^[9]

1.1 MIMO-OFDM 无线传输模型

以 MIMO-OFDM 的空间复用垂直编码(spatial multiplexing vertical en-coding, SM VEC)系统为例,如图 1 所示。

① 863 计划(2007AA01Z277),国家自然科学基金(60772035)和高等学校博士学科点专项科研基金(20070004010)资助项目。

② 男,1981 年生,博士生;研究方向:宽带无线通信;联系人,E-mail: jinbao.zhang@gmail.com
(收稿日期:2008-04-10)

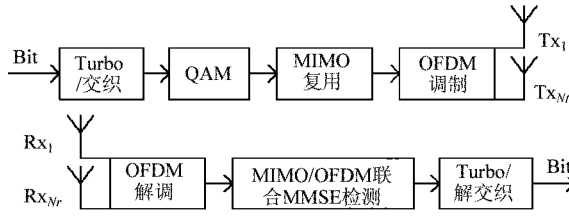


图1 MIMO-OFDM 无线传输模型

令发射天线和接收天线的数目分别为 N_t 和 N_r 。假定合理选择 OFDM 调制的循环前缀,则符号间干扰可以忽略不计,于是 OFDM 符号第 k^{th} 个子载波上的信号传输可以表示为

$$\begin{aligned} \mathbf{y}^{(k)} &= \mathbf{H}^{(k)} \mathbf{H}_{\text{STC}}^{(k)} \mathbf{x}^{(k)} + \mathbf{n}^{(k)} \\ &= \mathbf{H}_e^{(k)} \mathbf{x}^{(k)} + \mathbf{n}^{(k)} \end{aligned} \quad (1)$$

其中, $\mathbf{y}^{(k)} = [y_1^{(k)}, y_2^{(k)}, \dots, y_{N_r}^{(k)}]^T$ 是接收信号向量; $\mathbf{x}^{(k)} = [x_1^{(k)}, x_2^{(k)}, \dots, x_{N_t}^{(k)}]^T$ 是发射信号向量; $\mathbf{x}^{(k)}$ 是等概地从 N_t 维向量信号星座中选择一个的向量信号,对于每一个分量 $x_i^{(k)}$ 都是从正交调幅 (QAM) 星座 $\mathcal{Q} = [q_1, q_2, \dots, q_N]$ 中选择的一点, N 表示 QAM 星座中点的数目, d 表示两个不同的星座点之间最近的距离; $\mathbf{H}^{(k)}$ 表示空间无线信道的频率响应矩阵,矩阵第 i^{th} 行、第 j^{th} 列元素 $h_{i,j}^{(k)}$ 表示第 j^{th} 个发射天线到第 i^{th} 个接收天线的无线信道频率响应; $\mathbf{H}_{\text{STC}}^{(k)}$ 是 MIMO 空时编码的矩阵表达,对于本文考虑的 SM 体系,可以认为是单位矩阵; $\mathbf{H}_e^{(k)}$ 可以看作考虑空时编码后的等效信道响应矩阵; $\mathbf{n}^{(k)}$ 是独立的复高斯白噪声。归一化发射功率得到

$$\begin{aligned} E\{\mathbf{x}^{(k)} [\mathbf{x}^{(k)}]^H\} &= \mathbf{I}(N_t) \\ E\{\mathbf{n}^{(k)} [\mathbf{n}^{(k)}]^H\} &= \sigma^2 \mathbf{I}(N_r) \end{aligned} \quad (2)$$

这里, $\sigma^2 = 1/\text{snr}$ 表示白噪声的平均功率, $\mathbf{I}(N)$ 表示 N 阶单位矩阵;略去 $\mathbf{H}_{\text{STC}}^{(k)}$ 和子载波角标 (k) , WiMax II 无线传输模型可以表示为

$$\mathbf{y} = \mathbf{H}\mathbf{x} + \mathbf{n} \quad (3)$$

1.2 MMSE 检测算法

WiMax II 采用最小均方误差准则对 OFDM 符号的每一个子载波进行检测,接收符号的检测判决输出为

$$\mathbf{x}_d = \mathbf{D}^{-1} \mathbf{M} \mathbf{y} \quad (4)$$

这里,根据正交性原理有

$$\mathbf{M} = \mathbf{H}^H [\mathbf{H} \mathbf{H}^H + \frac{1}{\text{snr}} \mathbf{I}(N_r)]^{-1} \quad (5)$$

令 $\mathbf{I} = \mathbf{M} \mathbf{H} - \text{diag}(\mathbf{M} \mathbf{H})$, $\mathbf{D} = \text{diag}(\mathbf{M} \mathbf{H})$, 于是有

$$\begin{aligned} \mathbf{x}_d &= \mathbf{D}^{-1} \mathbf{M} \mathbf{y} = \mathbf{x} + \mathbf{D}^{-1} \mathbf{I} \mathbf{x} + \mathbf{D}^{-1} \mathbf{M} \mathbf{n} \\ &= \mathbf{x} + \mathbf{n}_e \end{aligned} \quad (6)$$

利用高斯分布近似干扰与白噪声,有

$$\begin{aligned} \{n_{e,i}\}_{\text{real}}, \{n_{e,i}\}_{\text{imag}} &\sim N(0, \sigma_e^2/2) \\ \sigma_{e,i}^2(i) &= (\mathbf{D}^{-1} \mathbf{I}^H (\mathbf{D}^{-1})^H)_{ii} \\ &\quad + (\mathbf{D}^{-1} \mathbf{M} \mathbf{M}^H (\mathbf{D}^{-1})^H)_{ii} / \text{snr} \end{aligned} \quad (7)$$

这里 $(\mathbf{A})_{ii}$ 表示矩阵 $\mathbf{A}$ 的第 i^{th} 行、第 i^{th} 列的元素, $i = 1, 2, \dots, N_t$ 。

2 物理层抽象建模

2.1 物理层抽象的概率模型

物理层抽象关心的是分组数据经过无线信道传输后的差错概率 (packet error rate, PER), 一个分组可能由多个独立的编码块构成^[2], 因此有

$$\text{PER} = 1 - \prod_{i=1}^{N_B} (1 - \text{BLER}_i) \quad (8)$$

这里, N_B 表示构成分组的编码块的数目, BLER_i 表示第 i^{th} 个编码块的差错概率 (block error rate, BLER)。因此物理层抽象的关键是建立无线信道响应与 BLER 之间的概率模型。而一个编码块是由多个子载波上传输的调制符号构成的, 假设是 N 个符号, 则 BLER 的概率模型为:

$$\text{BLER} = \text{BLER_func}(\mathbf{H}_1, \dots, \mathbf{H}_N, \sigma^2) \quad (9)$$

随着 N 增大, 式 (9) 描述的函数将变得十分复杂而难以描述, 无法适用于一般的无线通信系统。物理层抽象的目的是给出一个更为一般的、简单的关系来描述无线信道质量, 如图 2 所示^[1]。

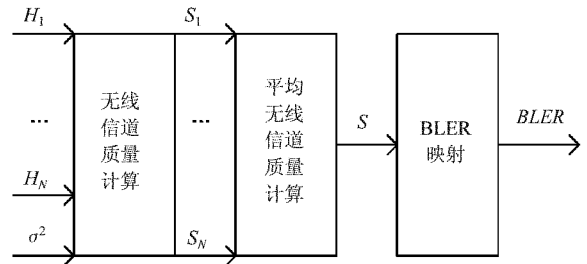


图2 物理层抽象的概率模型

具体实施步骤描述如下:

- (1) 从信道估计中得到无线资源块中各个子载波的信道频率响应以及白噪声功率;
- (2) 计算每一个子载波上的无线信道质量参数 $S_k, k = 1, 2, \dots, N$;
- (3) 计算无线信道质量参数的平均值 S , 作为无线信道质量参数;

(4) 根据物理层抽象的具体算法计算估计的 BLER。

2.2 EESM 算法的理论阐述

对于每一个子载波上被污染的信号,符号的差错概率(symbol error rate, SER)可以通过切诺夫界来逼近^[9]:

$$SER \approx \exp(-\gamma/\beta) \quad (10)$$

这里, γ 表示该子载波传输符号的检测输出信噪比, β 是与调制编码方式(MCS)相关的调整参数。所以,有

$$\begin{aligned} BLER &= 1 - \prod_{k=1}^N (1 - SER_k) \\ &\approx 1 - \prod_{k=1}^N [1 - \exp(-\gamma_k/\beta)] \\ &= 1 - (1 - SER_{\text{eff}})^N \\ &\approx 1 - [1 - \exp(-\gamma_{\text{eff}}/\beta)]^N \end{aligned} \quad (11)$$

使用所有符号传输 SER 的算术平均来近似 SER_{eff} , EESM 物理层抽象算法如下所示:

$$\begin{aligned} SNR_{\text{eff}} &= 10 \log_{10}(\gamma_{\text{eff}}) \\ &= 10 \log_{10} \left\{ -\beta \ln \left[\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \exp(-\gamma_k/\beta) \right] \right\} \end{aligned} \quad (12)$$

其中 β 是根据链路级仿真得到的训练数据进行优化得到的调整参数值,与仿真采用的无线信道模型以及 MCS 有密切的关系。因为 MMSE 检测将 MIMO 引入的符号间干扰近似处理为白噪声,所以通过输出信噪比计算得到的差错概率需要经过 β 调整才能比较准确地反映无线信道的特性,也使得 β 与信道模型和 MCS 有着密切的关系,影响了 EESM 算法的一般性。

3 RBIR 物理层抽象算法

3.1 RBIR 定义

针对 EESM 算法的局限性,本文从平均互信息量的角度分析了无线信道的差错概率特性,提出了 RBIR 物理层抽象算法。根据信息论中关于平均互信息的讨论^[10],考虑(3)式定义的接收信号,则在 N_t 维符号星座中与各星座点 $\mathbf{q}_k$ 之间的距离为

$$\begin{aligned} D_k | \mathbf{y} &= \|\mathbf{y} - H\mathbf{q}_k\|_F \\ &= \|\mathbf{H}(\mathbf{x} - \mathbf{q}_k) + \mathbf{n}\|_F \end{aligned} \quad (13)$$

对 N_t 维符号,星座中共有 N^N 个点。这里 $\|\cdot\|_F$ 表示矩阵/向量的 Frobenius 范数。因为发送的数据经过了交织以及随机化编码,所以可以认为发射信

号在星座点是均匀等概分布,所以此时发射符号是星座中某一点 $\mathbf{q}_m$ 的后验概率,可以表示为

$$\begin{aligned} P(\mathbf{q}_m | \mathbf{y}) &= P(\mathbf{q}_m, \mathbf{y}) / P(\mathbf{y}) \\ &= \frac{P(\mathbf{y} | \mathbf{q}_m) P(\mathbf{q}_m)}{\sum_{k=1}^{N_t} P(\mathbf{y} | \mathbf{q}_k) P(\mathbf{q}_k)} \\ &= \frac{P(\mathbf{y} | \mathbf{q}_m)}{\sum_{k=1}^{N_t} P(\mathbf{y} | \mathbf{q}_k)} \end{aligned} \quad (14)$$

又因为 $\mathbf{n}^{(k)}$ 是独立的复高斯白噪声,均值为 0、方差为 σ^2 , 所以有

$$\begin{aligned} P(\mathbf{y} | \mathbf{q}_k) &= P(H\mathbf{q}_k + \mathbf{n} = \mathbf{y}) \\ &= P(\mathbf{n} = \mathbf{y} - H\mathbf{q}_k) \\ &= \prod_{i=1}^{N_r} P(n_i = y_i - \sum_{j=1}^{N_t} h_{i,j} q_{k,j}) \\ &= \frac{1}{(\pi\sigma^2)^{N_r}} \exp\left(-\frac{|\mathbf{D}_k | \mathbf{y} |^2}{\sigma^2}\right) \end{aligned} \quad (15)$$

因此可以得到:

$$P(\mathbf{q}_m | \mathbf{y}) = \frac{\exp\left(-\frac{|\mathbf{D}_m | \mathbf{y} |^2}{\sigma^2}\right)}{\sum_{k=1}^{N_t} \exp\left(-\frac{|\mathbf{D}_k | \mathbf{y} |^2}{\sigma^2}\right)} \quad (16)$$

所以每个子载波上符号的归一化平均互信息量为

$$\begin{aligned} SI &= \frac{1}{N^N \log_2(N^N)} \sum_{i=1}^{N_t} E_n \left\{ \frac{\log_2 P(\mathbf{q}_i | \mathbf{y})}{\sum_{k=1}^{N_t} P(\mathbf{q}_k | \mathbf{y}) P(\mathbf{q}_k)} \right\} \\ &= \frac{1}{N^N \log_2(N^N)} \sum_{i=1}^{N_t} E_n \left\{ \log_2 \frac{N^N \exp\left(-\frac{|\mathbf{D}_i | \mathbf{y} |^2}{\sigma^2}\right)}{\sum_{k=1}^{N_t} \exp\left(-\frac{|\mathbf{D}_k | \mathbf{y} |^2}{\sigma^2}\right)} \right\} \end{aligned} \quad (17)$$

在(17)中, $P(\mathbf{q}_i | \mathbf{y}) / \sum_{k=1}^{N_t} P(\mathbf{q}_k | \mathbf{y})$ 表示发送符号 $\mathbf{q}_i$ 在经过信道和白噪声干扰后可以被正确检测的后验概率。于是 SI_k 表示第 k^{th} 个子载波信道在给定的调制方式下发送符号可以被正确检测的概率在以 2 为底的对数域上的期望值。所以 RBIR 和 BLER 具有一一对应的关系,可以将 RBIR 作为此时无线信道质量的度量标准。RBIR 计算如下:

$$RBIR = \sum_{k=1}^N SI_k / N \quad (18)$$

3.2 RBIR 到 BLER 的映射关系^[1]

通过链路级仿真可以确定 MMSE 检测, RBIR 到 BLER 的映射关系为

BLER =

$$\begin{cases} 1 & : BLER \geq 1 \\ \left[a_{C_r} \operatorname{erfc} \left(\frac{RBIR \times C_r - b_{C_r}}{\sqrt{2} c_{C_r}} \right) \right]^{N_b/480} & : BLER < 1 \end{cases} \quad (19)$$

其中 C_r 是 Turbo 的编码效率, a_{C_r} , b_{C_r} 和 c_{C_r} 分别是与 Turbo 编码效率有关的参数, N_b 是编码块载荷比特的长度。表 1 列出了参数取值。

表 1 RBIR 到 BLER 映射参数值

C_r	a_{C_r}	b_{C_r}	c_{C_r}
1/2	0.5	0.3837	0.0082
2/3	0.5	0.6031	0.0092
3/4	0.5102	0.7102	0.0082
5/6	0.5898	0.8122	0.0041

图 3 是上面描述映射关系的仿真结果验证, 仿真结果显示这样的映射关系对各种 MCS 都是准确的。

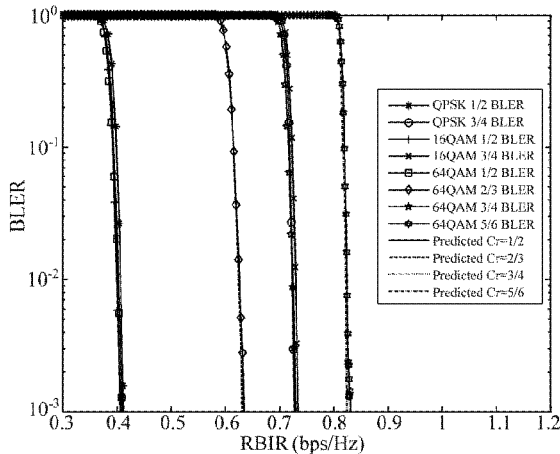


图 3 MMSE 检测下的 BLER(RBIR)

3.3 RBIR 物理层抽象算法流程

遵循如下步骤可以计算得到即时的无线信道质量:

- (1) 取出 N_c 个子载波的信道频率响应以及白噪声功率;
- (2) 对每一个子载波, 根据(17)计算平均互信息量 SI_k ;
- (3) 根据式(18)计算 RBIR;
- (4) 根据式(19)中 RBIR 到 BLER 的映射函数关系得到 BLER 的预测值, 即无线信道质量。

4 仿真验证

4.1 仿真环境

仿真基于 WiMax II 下行链路系统^[1], 具体的仿真参数设置如表 2 所示。

表 2 WiMax II 下行链路仿真参数

仿真参数	参数值
多天线设置	2by2 SM VEC
帧长	5 ms
带宽	10 MHz
OFDM 子载波数目	1024
信道估计算法	理想信道估计
无线信道模型	ITU PedB 3kmph 和 ITU VA 30kmph
信道编码	Turbo
MCS	QPSK 1/2; 16QAM 1/2; 64QAM 1/2;
无线资源块配置	16 子载波 × 6 符号/ 子载波连续分配
接收检测算法	MMSE 检测

4.2 仿真结果

根据 EESM 和 RBIR 物理层抽象算法对链路级仿真得到的 BLER、信道频率响应以及白噪声功率进行计算处理, 可以得到如图 4 至图 7 所示的仿真结果。图中, 曲线分别表示了各种 MCS 下 BLER 的预测值, 标记的点表示链路仿真得到的实际 BLER 值。显然, 对应于某种 MCS 的点到相应的曲线之间的偏差表示了物理层抽象算法的准确性。

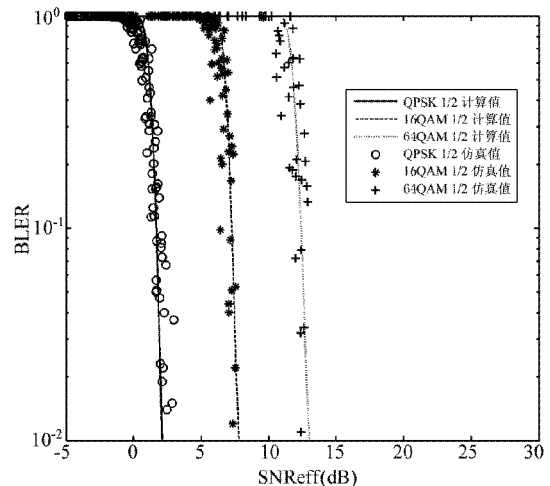


图 4 PedB 3kmph 信道 EESM 物理层抽象算法仿真结果

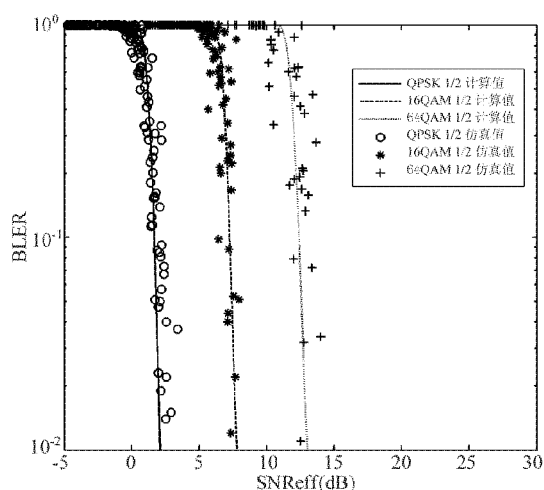


图 5 PedB 3kmph 信道 RBIR 物理层抽象算法仿真结果

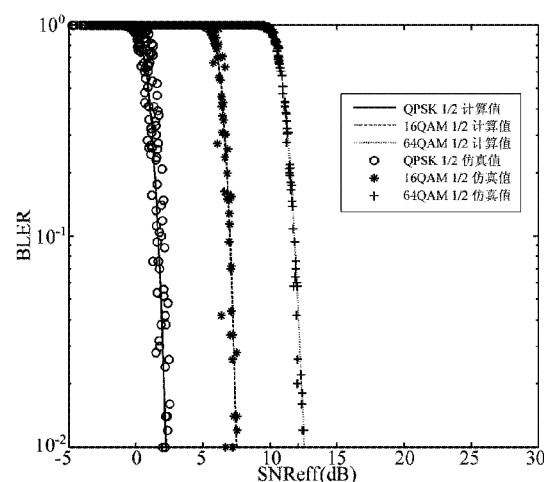


图 6 VA 30kmph 信道 EESM 物理层抽象算法仿真结果

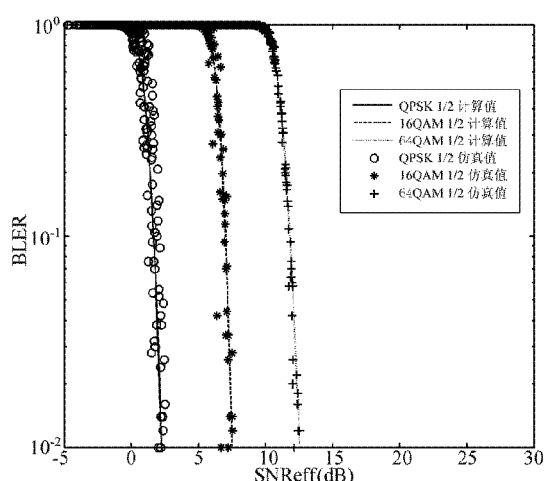


图 7 VA 30kmph 信道 RBIR 物理层抽象算法仿真结果

从图 4 至图 7 所示的仿真结果中可以看到, EESM 和 RBIR 物理层抽象能够得到准确度相当的无线信道质量估计。

根据仿真训练数据可以优化得到 EESM 的参数 β 如下表 3 所示^[5-8]。

表 3 EESM 的参数 β

MCS	QPSK 1/2	16QAM 1/2	64QAM 1/2
β (PedB 3kmph)	0.8	3.4	11
β (VA 30kmph)	0.6730	2.2810	12.8

表 3 表明, EESM 对无线信道质量估计的准确性依赖于参数 β 。而且表 3 所示的 β 值是与无线信道模型以及 MCS 密切相关的。对于实际应用, 无线信道的模型是无法预知的, 这导致了 EESM 在实际应用中受到了很大的限制。与此相比, RBIR 物理层抽象的方法在保证无线信道质量估计准确性的前提下, 不依赖于任何信道相关的优化参数, 这使其更具有实际应用意义。

5 结论

本文研究了 MIMO-OFDM 无线通信系统的物理层抽象的概率模型和具体算法。理论分析与仿真结果表明, EESM 物理层抽象算法虽然能够比较准确地预测无线信道质量, 但是依赖于调整参数。这些参数与无线信道模型和 MCS 有着密切的关系, 然而在实际应用中, 无线信道的模型是无法预知的, 这导致了 EESM 在实际应用中受到了很大的限制。针对 EESM 的局限性, 本文依据信息论原理和本文提出的物理层抽象的概率模型, 推导得出了更具一般性的 RBIR 物理层抽象算法。

基于 WiMax II 系统的仿真结果表明, 在 ITU PedB 3kmph 和 ITU VA 30kmph 信道模型下, 对 MMSE 检测算法和多种 MCS, RBIR 物理层抽象能够提供与 EESM 准确性相当的预测, 并且不需要 EESM 中与信道模型和 MCS 相关的调整参数, 从而使得该算法更具一般性, 能够较容易地扩展应用到不同的无线通信系统中, 实现物理层抽象。

进一步的研究将对更多的信道模型以及 MCS 进行更为全面的仿真, 以验证 RBIR 物理层抽象方法的有效性。而且, 随着最大似然检测(maximum likelihood detection, MLD)算法的发展与完善, MLD 在 MIMO 系统中表现出了很好的性能增益, 因而将 RBIR 物理层抽象扩展到 MIMO MLD 的物理层抽象具有很高的研究和应用价值。

参考文献

- [1] Roshni S, Jeff Z, Louay J, et al. Draft IEEE 802.16m evaluation

- methodology document. <http://ieee802.org/16/>; IEEE, 2007
- [2] Zhang S J, Zheng H M, Zhang J B, et al. Proposed text for deriving PER of a burst with multiple FEC blocks in section 4. <http://ieee802.org/16/>; IEEE, 2007
- [3] Zhang S J, Zheng H M, Zhang J B, et al. Proposed text modification in section 4.7: PHY Abstraction for HARQ. <http://ieee802.org/16/>; IEEE, 2007
- [4] Classon B, Sartori P, Blankenship Y, et al. Efficient OFDM-HARQ system evaluation using a recursive EESM link error prediction. In: Proceedings of the Wireless Communications and Networking Conference, Las Vegas, USA, 2006. 1860-1865
- [5] 3GPP-TSG-RAN WG1 # 35. System-level evaluation of OFDM-further considerations (R1-031303). <http://www.3gpp.org/>, 2007
- [6] Liu H, Cai L Y, Yang H W, et al. EESM based link error prediction for adaptive MIMO-OFDM system. In: Proceedings of the Vehicular Technology Conference, Dublin, Ireland, 2007. 559-563
- [7] Mumtaz S, Gameraio A, Rodriguez J. EESM for IEEE 802.16e: WiMax. In: Proceedings of the 7th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science, Istanbul, Turkey, 2008. 361-366
- [8] Sandanalakshmi R, Palanivelu T G, Manivannan K. Effective SNR mapping for link error prediction in OFDM based systems. In: Proceedings of the IET-UK International Conference on Information and Communication Technology in Electrical Sciences, TamilNadu, India, 2007. 684-687
- [9] Paulraj A. Introduction to Space-Time Wireless Communications. England: Cambridge University Press, 2003. 178-199
- [10] Shannon C E. A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 1948, 27: 379-423, 623-656

A mean mutual information based algorithm for physical layer abstraction

Zhang Jinbao^{* **}, Zheng Hongming^{**}, Tan Zhenhui^{*}

(^{*} State Key Laboratory of Rail Traffic Control and Safety, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044)

(^{**} Intel China Research Center, Beijing 100080)

Abstract

In consideration of the problems that the physical layer abstraction technique lacks theoretical model support and the exponential effective SNR mapping (EESM) algorithm has a limited universality and is dependent on tuning parameters, the paper proposes a theoretical model to describe the physical layer abstraction. Then, the received block information rate (RBIR) algorithm, a mean mutual information based algorithm for the physical layer abstraction, is deduced with this proposed model. The results of the simulation from the WiMax II down link system, with MIMO-OFDM and MMSE detections, for ITU PedB 3kmph and ITU VA 30kmph channel models and various modulation and coding schemes, show that the proposed algorithm can obtain the same accuracy as the EESM algorithm, without any tuning parameters. Thus the proposed algorithm is more general and easily extended to various wireless systems to implement the physical layer abstraction. The validation of the proposed algorithm also proves that the proposed model is accurate.

Key words: wireless communications, physical layer abstraction, mean mutual information, multi-input multi-output orthogonal frequency division multiplexing (MIMO-OFDM), WiMax II down link