

Turbo 检测方式在 GSM 系统中的应用*

钟兵, 申敏

(重庆邮电学院, 重庆 400065)

摘要:在 GSM 系统里,由于带宽限制、多径传输、多普勒效应等因素的存在给信道中造成了不可避免的符号间干扰,从而给接收端的正确译码带来了很大的不便。介绍了一项新技术—Turbo 检测技术在一定程度上可以有效地减轻 ISI。这种检测方式是一种在可选频信道中的传输将“Turbo 原理”应用于迭代均衡技术和译码技术的新型检测技术。主要讨论了如何将 Turbo 检测技术应用于 GSM 系统的可行性。可以看到,在 GSM 系统中使用 Turbo 检测技术可以获得更好的系统性能,并能够满足第 2 代移动通信系统进一步发展的各种需求。

关键词:Turbo; 电子数据采集设备; 通用无线分组业务; GSM

中图分类号:TN912.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-5694(2003)02-0018-04

Application of Turbo Detection in GSM System

ZHONG Bing, SHEN Min

(Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, P. R. China)

Abstract: In mobile telecommunication systems, such as the GSM system, the receiver has to combat time-variant ISI due to limited bandwidth, multipath propagation and doppler effect. A very efficient way to combat ISI is the so-called Turbo-detection scheme. Turbo detection applies the "Turbo principle" to iterative equalization and decoding of data transmitted via frequency selective channels. In this paper, the authors mainly introduce the application of Turbo-detection in GSM. And it is evident that Turbo-detection will bring more ideal performance in GSM system, and be able to satisfy the requirement of the future GSM systems.

Key words: Turbo; EDGE; GPRS; GSM

0 引言

1982年由CEPT提出了GSM这一通信标准,标志着第2代GSM系统的兴起。GSM标准的提出是基于在考虑带宽效率技术后,在与新的服务进行结合的基础上,建立起的一个新的无线传输系统。GSM的phase 1标准于1990年正式推出,并于1995年提出了phase 2标准。和其他第2代无线移动通信标准(如D-AMPS, PDC等)一样,在GSM中所采用的均为数字传输技术。现有移动通信网络中,GSM

系统占有极大份额。

自从GSM标准开始实行以来,在1993年,其用户数达到了100万左右,并且到2000年,这一数字则已经逼近了400万。可以预见,其用户数目仍然将按照这一比例高速增长,见图1。

1 现存GSM系统的不足及改进方向

在GPRS(general packet radio services)和HSCSD(high-speed circuit switched data)中,分别引进了分组和环路交换业务的概念。这两项技术对

* 收稿日期:2002-07-10

作者简介:钟兵(1977-),男,四川人,重庆邮电学院在读研究生,研究方向为信号与信息处理;申敏,女,教授。

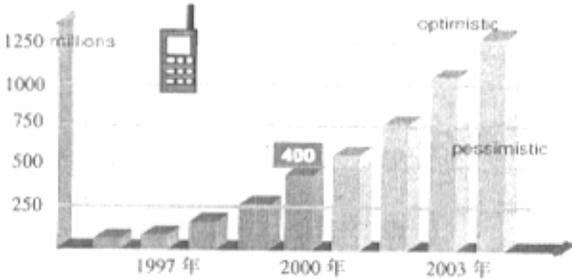


图1 全球移动电话用户数目增长趋势

Fig.1 Increasing Trend of Global Mobile Users

现有的调制技术和频谱功效提出了更高的要求,并由此产生了一个新兴技术 EDGE (enhanced data rates for GSM evolution)。在EDGE中,可以得到每时隙 69.2 kbit/s 的数据速率,这一速率比通用的 GSM 系统中的数据速率高3倍。但这一高性能的调制方式在大幅度增加数据速率的同时,也导致了由于信号失真所引起的数据质量在无线传输过程中更容易变坏。因此,为了增加原有GSM系统的容量,必须采用更先进的通信技术和编码方式,见图2。

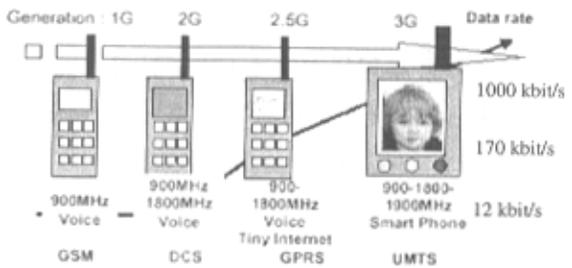


图2 无线移动通信系统的发展趋势

Fig. 2 Development Tendency of Wireless Mobile System

对即将到来的3G移动通信市场,人们首先想到的是从GSM 2G系统平滑过渡到3G,也就是说前期采取2G与3G共存的策略。而目前移动通信技术、软硬件支撑平台的发展都很快,如何将现在的一些先进技术应用到GSM系统中,提高GSM系统的性能,是可行的也是很有必要的。

到目前为止,一些GSM网络的接入用户数目已经达到了它的系统容限值。此外,由于在无线电传输领域(如多媒体应用和Internet)在数据传输中对于高速率传输的需要,对于更大的传输容量的需求也就相应地增大了。

由于半导体技术的飞速发展,使在译码过程中采用比较复杂的算法流程得以可能。这样,就可以在原有的硬判决算法流程的基础上,采用一种新的调制方式SISO (soft-in/ soft-out)。采用这种调制方式对增加解码器效率这一方面是很有好处的。

2 Turbo 检测技术简介及其在 GSM 系统中的应用

1993年,法国人Berrou等在ICC国际会议上提出了一种采用重复迭代Turbo译码方式的并行级联码,其采用的为SISO译码器,可以获得接近Shannon极限的性能,至少在大的交织器和BER近似为 10^{-5} 的情况下,可以达到这种性能。当采用平行卷积汉明码的时候,系统性能仅与Shannon极限相差0.27 dB。

Turbo译码方式的原理主要是采用迭代译码的方式来改善信道判决质量。这一译码方式也就是Turbo检测方式中所采用的迭代均衡技术,其迭代译码技术原理图如图3所示。由于Turbo检测方式仅需要在传输信道的接收端对其进行修正,因此,它可以应用于现今所存的许多无线信道的系统中,而无需对原有的传输标准做进一步的修改。

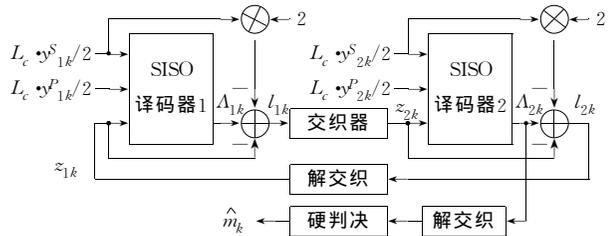


图3 传统LOG-MAP算法的Turbo译码器结构框图

Fig. 3 Frame of Turbo Decoder with LOG-MAP Algorithm

通过研究表明,在新兴的分组交换业务中,采用Turbo检测技术后,可以得到超过2dB的迭代增益。并且在考虑了整个网络系统的信噪比后,整个系统的频谱效率可以提高30%。并且,在如GPRS,EDGE等无线通信环境下,Turbo检测方式是否可以保证这些系统拥有较大的迭代增益。此外,将Turbo检测技术应用到现有GSM系统时,所得到的迭代增益与在不对系统进行改进的情况下相比,所得到的附加增益是非常明显的。

在Turbo检测技术应用于现存的GSM系统(以全速率语音为例)之前,为了不与原有系统造成不必要的冲突,必须对原有的Turbo检测方式进行某些方面的改变。同时,基于Turbo译码方式必须经过反复迭代,造成过大的传输时延而使整个系统性能无法接受,因此,也必须在这方面对其加以改进。

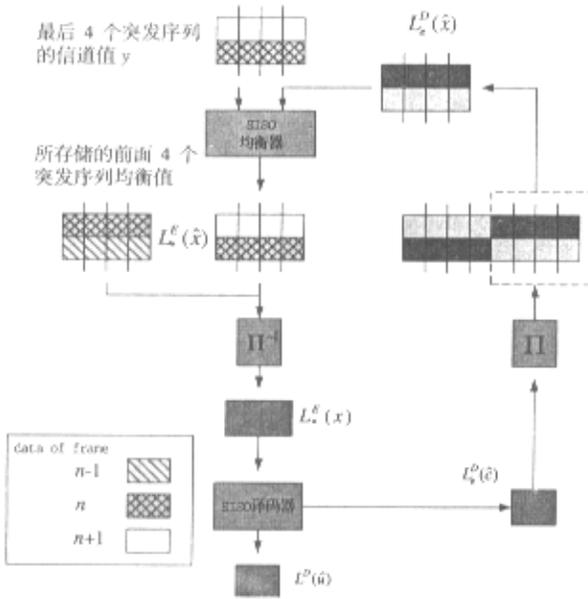


图 6 Turbo 检测技术在 GSM 交织中的应用
Fig. 6 Turbo Detection in the Interleaving of GSM

3.4 仿真结果

主要采取时不变 ISI 信道进行仿真处理,其信道冲击响应为

$$h[n] = 0.227\delta[n] + 0.46\delta[n - 1] + 0.688\delta[n - 2] + 0.46\delta[n - 3] + 0.227\delta[n - 4]$$

事实证明,这一具有很强的 ISI 的信道应用于不同的技术进行比较时,是非常恰当的。为了检测 Turbo 检测技术对于块间交织技术的影响,首先将忽略掉信道参数估计失真的影响。因此,假设对于接收端来说,信道系数和噪声功率均是已知的,且进行均衡和译码时所采用的算法为 MAP 算法。

原始技术具有最佳性能。在图 7,图 8 中,分别描述了在经过 9 次迭代译码之后,等级为 1 比特的

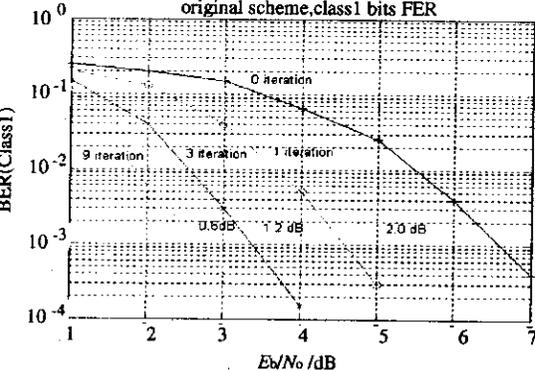


图 7 用 Turbo 检测技术时,等级为 1 比特的 BER(无时限限制)
Fig. 7 BER of Class 1 Bit(No Delay-Limit) with Turbo Detection Method

BER 和 FER。其中, E_b 为经过调制后的每个比特的

能量。并且,将分别对其给出经过第 1 次迭代、第 3 次迭代以及第 9 次迭代后所得到的迭代增益值。初始 BER 表示经过均衡之后的数据的 BER。

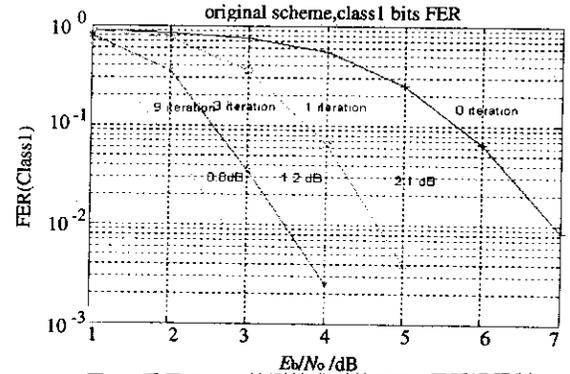


图 8 采用 Turbo 检测技术时的 FER(无延迟限制)
Fig. 8 FER(No Delay-Limit) with Turbo Detection Method

4 结束语

笔者简要地介绍了 Turbo 检测技术在 GSM 系统中应用的思想,并对其中所要涉及的一些关键技术及对 Turbo 码这一技术的改进方向进行了相关介绍。第 3 代移动通信系统的发展为我国提供了难得的机遇,争取在移动通信的关键技术中有所突破,形成自主开发的专利技术。在数字移动通信中,大部分系统所使用的基本原理都是相通的。在第 3 代移动通信中应用得比较多的 Turbo 技术,同样可用在第 2 代移动通信系统中,这将是值得研究和讨论的一个重要领域。

参 考 文 献

[1] SHANNON C E. A mathematical theory of communication [J]. Bell Sys. Tech. J., 1948,27(7):379-423.

[2] MATTHEW C. Valenti. Iterative detection and decoding for wireless communication [M]. Virginia Polytechnic Institute and State University, 1999.

[3] BAH L R. COCKE J. JEINEK F, et al. Optimal decoding of linear codes for minimizing symbol error rate[J]. IEEE Trans. Inform. Theory, 1974,20(3):284-287.

[4] HAGENAUER J, OFFER E, PPKE L. Iterative decoding of binary block and (下转 35 页)

从以上的分析可以看出,在闭环功率控制过程中,网络根据相关参数指定 PC 符号的值,UE 只是被动的执行功率控制命令(PC 符号)。在 3GPP 的相关标准中,对此作了新的补充,即 UE 也可以控制网络的发送功率,这使得在闭环功率控制过程中 UE 的地位发生了变化,而且这也使得网络和 UE 可以缩短发送功率调整时间,较快达到相对平衡的稳定状态。UE 侧的功率控制范围为 80 dB,网络侧(BSS)的功率控制范围为 30 dB。

在接收到正确的 UA 帧后,UE 将在 FACCH 向网络发送“切换完成”消息。至此,切换过程结束,但是闭环功率控制将随着业务的进行一直延续下去,直至业务终止。

2 结束语

以 TSM 异步切换过程为例,对相关的功率控制的实现过程进行了详细地说明。实际上,功率控制是 CDMA 移动通信系统特别是 3G 系统(3G 的三个主流标准都采用了 CDMA 技术)的关键技术之一。它很好地解决了码分多址接入中的“远近效应”问题,对于提高系统容量和保证链路通信质量起到非常关键的作用。而且功率控制还可以使每个用户终端的发射功率最小,以节省功耗,延长电池的使用寿命。因此,功率控制在 3G 系统中是必不可少的。

参 考 文 献

[1] TSM 04. 08; version 2. 2. 0-2002. 3G digital

cellular telecommunications system; Mobile radio interface layer 3 specification; Part 1: Radio Resource Management[S].

[2] TSM 05. 08; version 2. 2. 0-2002. 3G digital cellular telecommunications system; TD-SCDMA system for Mobile (TSM); Radio subsystem link control[S].

[3] TSM 05. 02; version 2. 2. 0-2002. 3G digital cellular telecommunications system; TD-SCDMA system for Mobile (TSM); Multiplexing and multiple access on the radio path [S].

[4] 邱玲. 第三代移动通信技术[M]. 北京:人民邮电出版社,2001.

[5] 常大年. 现代移动通信技术与组织[M]. 北京:北京邮电大学出版社,2000.

[6] 张平. WCDMA 移动通信系统[M]. 北京:人民邮电出版社,2001.

[7] 李小文,杨贵亮. 从 2 代过渡到 3 代—TSM 移动通信系统[J]. 重庆邮电学院学报(自然科学版),2002,14(1):28-32.

[8] 黄意,唐红,杨龙波. TSM 中的 RLC 协议与实现[J]. 重庆邮电学院学报(自然科学版),2002,14(1):47-50.

(编辑:郭继笃)

(上接 21 页)

convolutional codes[J]. IEEE Trans. Inform. Theory, 1996, IT-42(3):429-445.

[5] YUFEI Wu. Design and implementation of parallel and serial concatenated convolutional codes[M]. Virginia Polytechnic Institute and State University, MA: MIT press, 1999.

[6] YUFEI Wu, BRIAN D. Woerner. The influence of quantization and fixed point arith-

metic upon the BER performance of Turbo codes [M]. Virginia Polytechnic Institute and State University, 1999.

[7] ANWER A. Khan. Iterative decoding and channel estimation over hidden markov fading channels [M]. Blacksburg, Virginia, 2000.

(编辑:刘勇)