

3G 系统中 AMR 语音业务的链路配置和模式切换的研究

万 蕾, 费泽松, 匡镜明

(北京理工大学电子工程系, 北京 100081)

摘 要: 本文针对 3G 系统中自适应多比特率(AMR) 语音业务的各种语音编码模式, 设计了采用 Turbo 码的不等保护信道编码为基础的链路配置方案. 为了研究 AMR 的链路适配, 提出了针对 3G 系统多业务、多接入速率特征的不等功率分配策略, 并在此基础上分析了 AMR 的不同编码模式对小区的接入容量的影响. 基于链路级的仿真和对系统容量的分析, 本文归纳了 3G 系统中 AMR 语音业务的链路配置和模式切换准则, 对实际系统中的无线资源管理具有参考价值.

关键词: 自适应多速率; Turbo 码; 不等保护信道编码; 不等功率分配; 模式切换; 3GPP2FDD

中图分类号: TN9291.533 文献标识码: A 文章编号: 03722112 (2002) 101555203

AMR Link2 Configuring and Mode2 Switch Investigation for 3G s system

WAN Lei, FEI Ze2song, KUANG Jing2ming

(Department of Electronics Engineering, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

Abstract: This paper introduces the unequal protected channel codes, in which Turbo code is applied, for AMR speech services in 3G system. To investigate the link adaptation of AMR, this paper proposes an unequal power assignment strategy for 3G system, and analyzes the influence of AMR modes to the admission capacity of the cells. Based on link2level simulations and the analysis of cell capacity, the link2configuring and mode- switching regulations of AMR speech service are summarized for 3G system, which are mean2ingful for radio resource management in practical systems.

Key words: Adaptive mult2rate (AMR); turbo code; unequal protected (UEP) channel code; unequal power assignment (UPA); mode switch; 3GPP2FDD

1 引言

自适应多比特率声码器已经被 3GPP 接纳作为提高系统容量和通话质量的有效措施. 因此在 3G 系统中, 如何根据实际情况选择合适的 AMR 编码模式以及合理链路配置, 对提高系统的接入容量具有很重要的意义.

2 AMR 语音业务的链路配置方案

3G 系统的 AMR 声码器共有八种语音编码模式^[1]. 为了降低成本和复杂度, 八种模式都采用 CELP(Code Excited Linear Prediction)算法, 所不同是参量的量化码本和量化比特数. 一般说来, 语音编码所提取的不同特征参量对信道误码的敏感程度各不相同, 对信道误码越敏感的参量在加扰后对合成语音的质量影响越大. 因此, 一般对语音业务采用不等保护信道编码^[2], 即根据对噪声的敏感程度, 将编码比特按重要性排序并分类, 对各类比特选择合适的信道编码. 由于 Turbo 码优异的纠错性能, 适用于语音业务的短交织长度的 Turbo 码被集成到 AMR 的链路配置方案中. 图 1 给出了基于 Turbo 码的链

路配置方案, 具体的链路配置参数参见表 1.

以 41.75 kbps 的 AMR 模式为例, 图 2 给出了在 3GPP- FDD 上行链路仿真平台, 扩频因子 256, IndoorA 传输信道下, 采用上述链路配置方案的译码性能. 通过对合成语音质量的主观评估, 合成语音的 MOS 分可以在信噪比 E_b/N_0 为 31.5 dB 时达到 2 分, 在 E_b/N_0 为 5 dB 时达到 4 分.

表 1 AMR 的八种编码模式对应的信道编码和速率匹配参数(上行链路)

AMR 模式	比特/帧 (20ms)	A 类 比特数	B 类 比特数	C 类 比特数	Turbo 码 帧长	速率匹 配参数	编码帧扩频 比特数因子
0	95	42	53	0	103	P(321, 300)	300 256
1	103	49	54	0	111	P(347, 300)	300 256
2	118	55	63	0	126	P(390, 300)	300 256
3	134	58	76	0	142	P(438, 300)	300 256
4	148	61	87	0	156	P(480, 300)	300 256
5	159	75	84	0	196)	600 128
6	204	65	99	40	182	R(558, 560)	600 128
7	244	81	103	60	192	P(588, 528)	600 128

3 不等功率分配策略

为了研究 AMR 的不同编码模式对 3G 系统的小区接入容量的影响, 本节提出了一种新的不等功率分配策略。

设 3G 系统可以接入 I 类业务, 其中第 i 类业务的用户数在总用户数中所占的比例为 r_i 。记小区接入的总用户数为 K , 则第 i 类业务的用户数为 $r_i \# K$ 。每种业务的扩频因子和信噪比门限互不相同, 其中第 i 种业务的扩频因子记为 f_i , 对应于设定的链路配置和业务质量要求 (QoS) 的信噪比门限为 SIR_i 。

为了方便推导, 可以选择一种业务作为基准业务, 记其扩频因子为 f_0 , 信噪比门限为 SIR_0 , 要求的接收功率为 P_0 。不等功率分配的目的在于综合考虑所有业务的链路配置和质量要求, 求解满足所有业务质量要求, 且使得小区的接入容量最大的各业务的功率相对于基准业务功率的最优比值。

$$R_{p_i} = P_i / P_0, \quad i = 1 \sim I-1 \quad (1)$$

假设所有用户的背景噪声相等, 均为 E_b/N_0 , 对第 i 个用户而言, 上行链路中信号与多址干扰和噪声的功率比为:

$$SNR_i = \frac{R_{p_i}}{N_0 + \frac{K \left(r_0 + \sum_{j=1}^{I-1} R_{p_j} \# r_j \right) - R_{p_i}}{3 \# f_i}} \quad (2)$$

则已知第 i 类业务的信噪比门限 SIR_i 时, 为了满足第 i 类业务的质量要求, 单个小区所允许接入的最大总用户数为:

$$K_i = \frac{3 \# f_i \# \left(\frac{R_{p_i}}{2SIR_i} - \frac{N_0}{2E_b} \right) + R_{p_i}}{r_0 + \sum_{j=1}^{I-1} R_{p_j} \# r_j} \quad (3)$$

在所有业务的信噪比门限 $\{SIR_0, SIR_1, \dots, SIR_{I-1}\}$ 已知的情况下, 要满足所有业务的质量要求, 并且最大化小区接入容量, 即最大用户数 K_i ($i = 0, \dots, I-1$) 均相等, 因此求出各业务相对于基准业务的最佳功率比:

$$R_{p_i} = \frac{1 + \frac{3 \# f_0}{2SIR_0} - \frac{3N_0}{2E_b} (f_0 - f_i)}{1 + \frac{3 \# f_i}{2SIR_i}}, \quad i = 1, \dots, I-1 \quad (4)$$

可以看出, 最佳功率比只与业务的信噪比门限和扩频因子有关, 而与不同业务的用户数之比无关^[3]。

基于 3GPP2FDD 上行链路仿真平台, 考虑只有一类语音业务和一类数据业务共存的情况, 对上述推导做仿真和验证。假设语音业务采用 41.75kbps 的 AMR 模式, 物理数据信道的扩频因子为 256, 信道编码采用 Turbo 码, 性能见图 2; 而数据业务彩和 1/3 码率、交织长度为 400 比特时 Turbo 码, 扩频因子为 64, 在 IndoorA 传输环境下的误码性能如图 3 所示。如果语音业务的质量要求为 BER 低于 10^{-3} , 根据图 2 其对应的信噪比门限为 51.6dB; 而数据业务的质量要求为 BER 低于 10^{-6} , 由图 3 得出对应的信噪比门限为 31.2dB。根据公式 (4) 计算出数据业务与语音业务的最优功率比为 21.3。

图 4 给出了小区接入的总用户数相对于功率比的变化情况。可以看出, 无论语音用户数在总用户数中所占的比例如何取值, 小区容量均在同一功率比处达到最大值, 而这一功率比值恰好为 21.3, 等于公式 (4) 计算的最优功率比。可以得出结论, 本节介绍的不等功率分配策略适用于多业务、多接入速率的直接序列扩频码分多址系统。

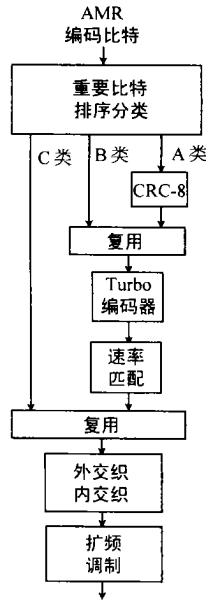


图 1 3G 系统中 AMR 业务的不等保护信道编码

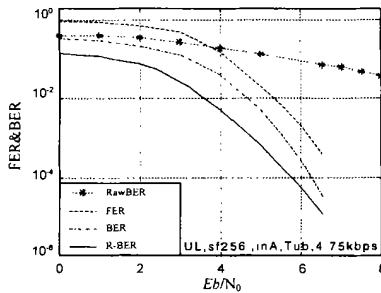


图 2 AMR 模式, 在 3GPP2FDD 上行链路扩频因子 256, IndoorA 环境

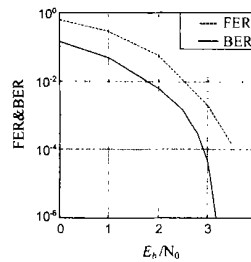


图 3 采用 Turbo 码, 扩频因子 64 的数据业务在 3GPP2FDD 上行链路 IndoorA、环境的仿真性能

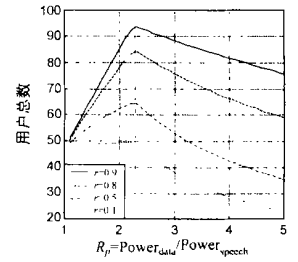


图 4 单个小区接入的总用户数与业务功率比之间的关系

4 AMR 编码模式对小区接入容量的影响

为了分析 AMR 不同模式对小区容量的影响, 以 41.75kbps 和 71.95kbps 两种模式为例, 分析语音业务和数据业务共存时, 3G 系统上行的接入容量。仍然以 BER 作为两种业务的质量标准, 则根据在 3GPP 上行链路、IndoorA 传输环境下的仿真性能和最优功率比计算公式, 计算出数据业务相对于 AMR 41.75kbps 模式和 71.95kbps 模式的语音业务的最优功率比分别为 21.3 和 11.57。

由于移动通信系统中的所有业务都有一个误帧率的指标, 在实际的通信中, 只有经过误帧校验码检测的传输帧才是有效的。因此定义数据业务的有效用户数如下^[4]:

$$A_d = (1 - FER_d) \# M_d \quad (5)$$

其中 M_d 为一个小区所接入的数据用户数。

设语音业务全部采用 41.75kbps 模式, 扩频因子为 128, 当

语音用户数一定,且质量要求全部满足时,有效数据用户数与小区接入的数据用户数的对应关系在图 5 中给出。而图 6 给出了语音业务为 7195kbps 模式,扩频因子为 256 时,有效数据用户数与数据用户数的对应关系。其中两种模式均采用 Turbo 码做信道编码。

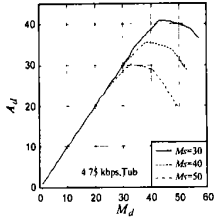


图 5 数据用户数和有效数据用户数的关系。
(41 75kbps 模式语音业务, 语音用户数一定)

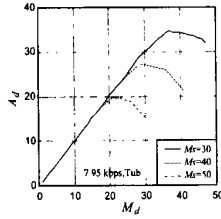


图 6 数据用户数和有效数据用户数的关系。
(71 95kbps 模式语音业务, 语音用户数一定)

可以看出,最大有效数据用户数只与最优功率比和接入的语音用户数有关。当小区的总接入用户数较小时,有效数据业务 A_d 基本上等于数据业务用户数 M_d , 且所有用户的质量要求均能满足; 但当 M_d 增大到一定数量时, A_d 并不是随着 M_d 的继续增加而线性增长; 直到 M_d 超过某一门限 $M_{d, b}$, A_d 迅速下降, 意味着数据业务的有效传输帧迅速减少, 这一门限对应着小区的最大有效容量。当超过小区的最大有效容量时, 一些数据业务的通话由于质量急剧恶化而不能也不应当维持连接, 应当做掉话处理。上述分析中的 $M_{d, g}$ 为对应于语音用户数 M_s 的最优数据用户容量; 而 $M_{d, b}$ 为对应于语音用户数 M_s 的最大接入数据用户的容量。

从图 5 和图 6 可以看出, 就接入容量而言, 采用高扩频因子的 41 75Kbps 模式要优于采用低扩频因子的 71 95Kbps 模式。

5 结论

本文从链路级的仿真和系统容量的角度, 分析了 AMR 语音业务的信道编码和扩频因子等链路配置因素, 以及 AMR 的编码模式对小区容量的影响, 可以对 AMR 的链路配置和模式切换规则总结如下:

(1) 从节省容量的角度考虑, 3G 系统中语音业务应在满足质量要求的前提下, 尽可能地选择低速率的信道, 如对应于上行链路中专用物理数据信道的扩频因子可以选择 256 或 128。

(2) 针对 AMR 不同编码模式的信道编码方案, 采用 Turbo 码的不等保护方案性能优于卷积码方案。如果语音业务的传输质量下降, 在无线资源富裕的情况下, 则只需通过调整发射功率来保证传输质量。而在无线资源紧张的情况下, 则可以选择低接入速率的信道, 并切换到低的 AMR 模式和稳健性更好的信道编码以提高传输质量; 如果物理信道配置不能改变, 则可以选择低的 AMR 模式和相应的更稳健的信道编码。

(3) 如果无线资源趋于紧张, 则需要通过将语音业务切换到更低的 AMR 模式, 以及选择高扩频因子的信道来提高小区容量; 如果物理信道的扩频因子已达到最高, 则可以通过采用更低的 AMR 模式和更稳健的信道编码, 并降低发射功率来提高容量。

在实际系统中, 不同业务的信噪比门限与链路配置方案和传输环境密切相关, 无线网络控制器可以根据实测结果设定相应的门限值, 并根据上述规则对 AMR 业务进行配置和模式切换管理。

参考文献:

- [1] TS 26. 101. Mandatory speech codec speech processing functions; AMR speech frame structure, 3rd Generation Partnership Project (3GPP); TSG2SA Codec working group[S].
- [2] GSM Recommendation 05. 03. Digital cellular telecommunications system; channel coding. ETSI[S].
- [3] Wilson W S Wong, Elvino S Sousa. Power assignment strategies and traffic control for wireless multimedia DS-SS/CDMA systems [A]. Proc. of IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, PMRC[C]. Taipei: IEEE, 1996.
- [4] Q Shen, A W Krzymien. Power Assignment in CDMA personal communication systems with integrated voice/data traffic [A]. Conference Record/ IEEE Global Telecommunications Conference [C]. London: IEEE, 1996.

作者简介:



万 蕾 女, 1974 年 4 月生于山东省东营市, 2001 年 3 月获得北京理工大学通信与信息系统专业博士学位, 现任爱立信公司研究院研究工程师, 主要研究兴趣集中在移动通信系统的传输技术, 包括信道编码、空时码、多用户联合检测和自适应天线等, 以及 3G 系统中的无线资源管理等技术。



费泽松 男, 1977 年 10 出生于安徽省庐江县, 1999 年 7 月毕业于北京理工大学电子工程系通信专业; 1999 年 9 月至今在北京理工大学电子工程系通信与信息系统专业攻读博士学位, 主要研究方向包括信道编码, 干扰删除, 无线资源管理, 链路适配等技术。