

软件无线电中的数字前端

邸平¹, 吴冬亮²

(1. 南京信息工程大学语言文化学院, 江苏南京, 210044; 2. 江苏省地方税务局计算中心, 江苏南京, 210024)

摘要: 介绍了软件无线电和数字前端, 论述了数字前端实现的问题。

关键词: 软件无线电; 数字前端; 射频; 基带

中图分类号: TN92 文献标识码: A

1 软件无线电

软件无线电 (Software Radios, SR) 的基本概念是 1992 年 MILTRE 公司的 Jee Mitola 首次明确提出的, 是利用不断增加的芯片处理速度和大规模集成电路技术, 将尽可能多的无线通信功能, 如调制技术、跳频、纠错及加密等用软件来实现, 使不同的系统和设备容易兼容和互联¹。

一个典型的 SR 通信系统的接收端使用一个宽带的、高动态范围的模数转换器 A/D (Digital to Analog Convert), 在发射端使用一个宽带的、高动态范围的数模转换器 D/A (Analog to Digital Convert), 其中 A/D 和 D/A 应该尽量靠近天线, 这样大部分的通信功能用数字部件来执行, 例如可编程器件数字信号处理器 DSP (Digital Signal Processor)。理想情况下, A/D 或者 D/A 和天线之间有简单的宽带接收和发射 RF 级 (见图 1)²。若在 SR 蜂窝移动基地站的接收机中实现 GSM 到 CDMA 的转换, 可以这样处

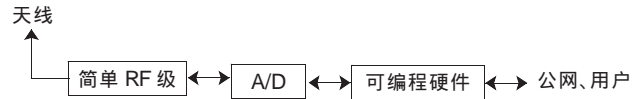


图 1 理想 SR 无线通信系统

理: 所有的数字滤波器带宽和中心频率调整到传送 CDMA 信号的合适的值, 同时对 GSM 调制解调器重新编程来传送 CDMA 信号。其他功能的参数可能也需要改变, 例如采样率转换 SRC (Sample Rate Conversion) 也需要调整到一个合适的值以接收 CDMA 信号。SR 系统应有足够的计算能力, 可以同时使用多种空中接口。

2 数字前端

收发信机的前端是天线和 DSP 之间的信号处理环节, 前端的性能可

$$\sum_{c=1}^k u_{i,c} = 1, u_{i,c} \in [0, 1] \quad i=1, 2, \dots, n; \quad c=1, 2, \dots, k$$

式中: U 为一个 $n \times k$ 分割矩阵, 用以表示每个例子所在的聚类, 其行和为 1; $Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_k$ 为聚类结果的集合; d_{ic}^2 表示第 i 个实例与第一个实例与第 c 个聚类中心的欧式距离的平方。即:

$$d_{ic}^2 = \|X_i - Q_c\|^2$$

该问题的求解过程是一个两阶段反复迭代过程。第一阶段指定聚类阶段, 即指定某个实例到某个聚类, 使得它与该聚类中心的距离比它与其他中心的聚类中心的距离要近; 第二阶段是修改聚类中心阶段。K 均值算法能有效处理大量数据, 迭代速度快, 大大缩短了用户的查询等待时间。

5 结语

视频数据具有人类视觉最敏感、最易接受的特点, 在多媒体数据中占有重要的地位。同时, 它数据量复杂且庞大。基于内容的视频处理和检索技术是目前计算机应用研究的热点, 国内外都进行了大量的研究。本文简要介绍了基于内容的视频处理和检索技术及主要步骤。重点介绍了几种常见的基本镜头边界检测技术及关键帧提取技术。为了更有效地对视频数据进行检索, 更好地满足人们对视频检索的需求, 基于内容的视频检索也有许多需要进一步研究的课题。

参考文献

[1] 许伟, 许宏丽. 基于颜色特征的视频数据库检索系统 J. 计算机工

程与设计, 2006(7): 1209-1210.

[2] 张维明. 多媒体信息系统 M. 北京: 电子工业出版社, 2002: 151.
 [3] 金红, 周源华. 基于内容检索的视频处理技术 J. 中国图像图形学报, 2000(4): 278-279.
 [4] 宛文红. 数字图书馆多媒体信息检索技术 J. 图书馆工作与研究, 2004(1): 58-59.
 [5] 张继东, 陈都. 基于内容的视频检索技术 J. 电视技术, 2002(8): 17-18.
 [6] 王莲, 张学福. 视频图像检索研究进展 J. 现代情报, 2005(4): 43-44.
 [7] 黄知义, 周宁. 基于内容视频检索的关键技术研究 J. 现代情报, 2005(10): 127-128.
 [8] 杨有山, 张秀丽. 基于内容的视频信息检索 J. 北京广播学院学报: 自然科学版, 2004(4): 29.
 [9] Wolf W. Key Frame selection, by motion analysis J. ICASSP, 1996(96): 1228-1231.

(本文其他参考文献因著录不全被删除)

(责任编辑: 邵曰剑)

第一作者简介: 武献宇, 男, 1974 年 8 月生, 现为四川大学公共管理学院情报学专业 2005 级在读硕士研究生, 四川省成都市四川大学公共管理学院 05 级情报学班, 610064.

The Video Processing and Retrieving Techniques Based on the Content

WU Xian-yu, XIA Shu-wei

ABSTRACT: Starting from the basic structure of video data, this paper probes into the common procedures of video processing based on the content, and probes into some newest techniques in the t processing.

KEY WORDS: video processing; video retrieving; video clustering

以从输入和输出信号的特性中推导出来。数字接收机的结构见图 2。从图 2 可以看出, 前端位于天线和数字接收机基带处理之间, 其中输入数字接收机的是一个模拟宽带信号, 由许多不同业务(空中接口)的多个信道组成^[3]。假设这里一共有 n 个业务, 其中第 i 个业务有 N_i 个子业务, 其中每个子业务信道的带宽是 B , 那么所有业务的总带宽是 $B = \sum_{i=1}^n N_i B$ 。

前端必须输出具有一定采样率的数字信号, 为基带处理做好准备, 采样率是由当前的空中接口决定的^[4]。数字接收机前端必须提供具有以下特点的数字信号: 具有固定的带宽 B ; 具有确定的中心频率 f_c ; 具有一定采样率 f_s 。

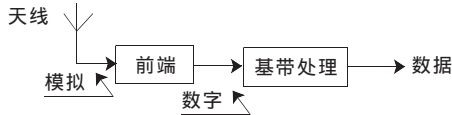


图 2 数字接收机

接收机前端的功​​能: 一是信道化, 把希望选择的信号从射频下变换到基带, 同时滤掉邻道干扰并尽可能匹配滤波; 二是数字化; 三是采样率转换; 四是同步, 有两个基本任务, 估计信道引起的偏差并校正。

数字前端 DFE (Digital Front End) 是射频与基带处理之间的桥梁, 数字接收机前端的结构见图 3。从图 3 中可以看出, 数字前端是前端的一部分, 它实现的是前端的数字化功能。

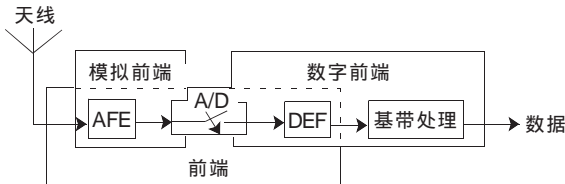


图 3 数字接收机前端结构

SR 要求最大限度地减少模拟前端 AFE (Analog Front End), 这样的结果是, 输入到 A/D 的是一个宽带信号, 其中包含了多个信道, 有希望选择的信道, 也有邻道干扰, 就像图 2 中的带宽 B 所表示的那样。在发射机中, 虚假信号的抑制必须满足数字信号处理和数模转换器的要求, 因此, 信号特性是一个很重要的问题。

3 数字前端实现的问题

为了能在数字域实现尽可能多的功能, 从而使无线电台能适应各种不同的空中接口, 必须将模数接口的采样速率选得很高。实际上, 模数接口的采样速率与 A/D 和 D/A 所允许的采样速率必须选得一致。所以, 实现 DFE 功能的这些算法也必须在很高的采样速率下进行运算。这里以数字下变频为例来说明这个问题, 假设一个数字镜频抑制混频器对每个复信号样本需要 4 次实数乘法。假设采样率为 100 MSPS, 这就需要 4×10^8 次/s 的乘法速率, 这样对 DSP 处理能力要求很高, DSP 资源可能无法满足这样的计算要求, 因此, 在一个数字信号处理器中实现数字下变频是不切实际的。原则上, 在信道化和采样率转换时同样需要考虑: 大动态范围信号在采样率很高时给数字信号处理器的应用带来问题。并且, 如果信号处理算法并不要求所依托的硬件平台非常灵活, 那么采用 DSP 也许并不合适。解决这个问题的一种方法是采用参数化法和可重配置的硬件, 参数化法是一种开发软件无线电台的设计工具, 它用适当的参数对基带信号处理器进行编程; 可重配置硬件是指标准模块一经要求

就可以重新配置的硬件。现场可编程门阵列 FPGA 就属于这类硬件。目前, FPGA 对可用逻辑门阵列的使用效率比较低, 它的可编程路由结构会导致功耗增加; 而且, 对 FPGA 进行重构会消耗额外功率, 也需要大量的编程数据, 增加了系统存储器的负担。尽管 FPGA 能够进行重构, 但是, 如果完全使用 FPGA 的重构, 只能将其限制在从一种空中接口过渡到另一种空中接口时宏汇编一级发生变化的层次。一般在运行过程中, FPGA 的配置通常是不变的。

在移动通信系统的应用中, 其功能都是很明确的, 所要实现的算法数量是有限的。由于这个原因, 已经开发出来的硬件结构不如 FPGA 那么小巧。这就意味着标准模块的通用性不如 FPGA, 只是在应用中可以任意裁剪, 这就减少了硬件开销。如果硬件平台庞大, 那么硬件将不再可能重新配置, 但是参数可以改变。功能固定的专用标准模块可以高效地以专用集成电路 ASIC 的形式实现, 如果主要参数可调, 这些 ASIC 就可以应用于软件无线电收发信机中。上面提到的数字下变频器便是一个简单的例子, 它唯一必须可调的参数就是本振频率, 除此之外, 其余的硬件不需要改变, 在需要数字下变频时这种方式非常有效。在某些工作模式中, 不需要用到软件无线电中的数字下变频, 专用硬件模块就无法使用, 应把它们看成备用部分。但是, 对于数字接收机中模数转换器输出端的宽带信号来说, 大多数空中接口可能都需要 DFE 功能 (即信道化和采样率转换)。因此, 专用的参数化硬件模块的设想是一种有效的解决方案, 本文关于实现问题的所有讨论和研究都是把构成硬件当作可重配置的硬件。

4 结语

数字前端的功​​能是数字化 (即下变频和滤波) 和采样率转换。接收机中 DFE 的功能可以用依次排列的 3 个模块来概括, 分别是: 数字下变频、采样率转换和滤波处理。由于在软件无线电中, AFE 中的任务要尽可能多地转移到 DFE 中去, 数字化的宽带信号中同时包含了多个信道, 所需的信道位于哪个载波是随机的。信道化的功能就是把所需信道搬移至基带, 并利用数字滤波器滤除所有的邻道干扰。

由于信道化和采样率转换都需要滤波, 此处可以把这两种滤波结合起来考虑, 这样可以使结构得到简化, 可以采用多速率滤波。多速率滤波的思想是滤波和整数倍的采样率转换在一个级联结构中分段实现, 其中包含多级滤波和整数倍的采样率转换。一般来说, 这样可以降低对乘法器的速率要求和硬件复杂度。

参考文献

[1] Joe Mitola. Software Radios [J]. IEEE Communications Magazine, 1995 (5): 23- 25.
 [2] Hentschel T, Henker M. The digital front - end of software radio terminal§ J. IEEE Pers. Commun, 1999 6 : 40- 46.
 [3] Walter Tuttlebee. 软件无线电技术与实现 [M]. 杨小牛, 楼才义, 译. 北京: 电子工业出版社, 2004: 123- 151.
 [4] Salkintzis A K, Nie H, Mathiopoulos P T. ADC and DSP challenges in the development of software radio base station§ J. IEEE Pers. Commun, 1999 (6): 47- 55.

(责任编辑: 王永胜)

第一作者简介: 邱平, 女, 1980 年 12 月生, 2006 年毕业于南京工业大学 (硕士), 助理工程师, 南京信息工程大学语言文化学院, 江苏省南京市, 210044.

The Digital Front- end in the Software Radios

DI Ping, WU Dong-liang

ABSTRACT: This paper introduces the software radios and the digital front- end, discusses on the problem of realizing the digital front- end.

KEY WORDS: software radios; digital front- end; radio frequency; base band