

# 一种蜂窝系统基站协作干扰抑制方法

孙丽楠 张中兆 沙学军 蒋韡琳

(哈尔滨工业大学通信技术研究所, 哈尔滨 150001)

**摘要** 基站协作可有效抑制相邻小区用户间的干扰。设计了一种利用基站协作进行干扰抑制的方法。在所有协作基站中选择一个作为主基站, 每个基站使用干扰消除, 解调出所有超过信噪比门限的用户信号, 并将剩余信号发送给主基站, 主基站将来自协作基站的剩余信号与本地的剩余信号合并后再做一次干扰消除。第一次干扰消除有效区分了强弱信号, 将弱信号在主基站处的合并可以引入路径分集增益, 再次采用干扰消除可有效地检测出较弱的信号, 最终达到干扰抑制的目的。

**关键词** 基站协作 联合检测 干扰消除 分集

中图分类号 TN929

文献标志码 A

基站协作允许基站联合译码接收到的信号。该技术的性能增益首次在文献[1]中从信息论的角度做了研究。在文献[2]中延伸到衰落信道, 并假设基站由一个高容量, 低延时的链路相连。目前对基站协作的研究主要集中于协作基站的分组<sup>[3]</sup>, 多用户联合检测方法<sup>[4-6]</sup>等。联合检测主要分为两种方法: 分布式干扰消除和分布式天线系统, 主要考虑的是信号怎样合并, 是先译码然后传给协作基站进行干扰消除, 还是先传给协作基站进行合并然后再译码等。没有明确指出基站之间交换的是哪些用户的数据, 以及将哪些用户的信号发给哪些基站。于是面临这样的问题: 例如, 与一个小区相邻的小区有六个, 这七个小区的基站协作进行联合检测, 如果把一个小区内的所有信号发给所有的协作基站, 反而会引入不必要的干扰; 如果把本小区内的强信号发给邻近的协作基站, 也会对小区边缘用户的弱信号造成干扰。针对上述问题, 本文提出了一种利用基站协作抑制相邻小区用户间干扰的方法, 在联合检测的过程中对强弱信号加以区分, 使得干扰抑制更加有效。

## 1 系统模型

### 1.1 基站协作的基本原理

基站协作通过基站之间对用户信息的交换与合并, 积极利用小区间干扰, 而不是将其作为噪声对待, 来有效的对多用户进行检测, 同时消除小区间干扰的影响。如图1, 以3基站3用户模型为例, 假设在基站A所在的小区内用户a首先被检测译码, 它的信息传给基站B和C。在基站B, 来自于用户a的干扰进行重构, 并且从接收信号中减掉。这种干扰消除后的信号用于检测用户b, 它的信息传给基站C, 在那里用户c最终被检测出来。

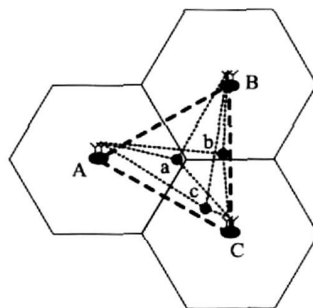


图1 基站协作模型

### 1.2 基站协作干扰抑制的具体方法

2008年11月27日收到

国家重点研究发展计划(973)

(2007CB310601)资助

第一作者简介: 孙丽楠(1983—), 女, 博士研究生。研究方向: 协作

通信。E-mail: lnsun\_hi@126.com。

括以下几个步骤:

(1) 根据定向天线的数量将小区分为若干扇区, 在每个扇区以及与该扇区相邻的两个不同小区的扇区中分别选择一个基站作为协作基站, 从协作基站中选出一个作为主基站;

(2) 每个协作基站和主基站对其接收到的用户信号设置信噪比门限;

(3) 如图 2 所示, 每个协作基站和主基站对其接收到的用户信号使用干扰消除, 并依次解调出强于信噪比门限的用户信号;

(4) 将解调出的用户信号发送给本地基带处理单元, 每个协作基站将接收信号中未解调出的剩余用户信号发送给主基站;

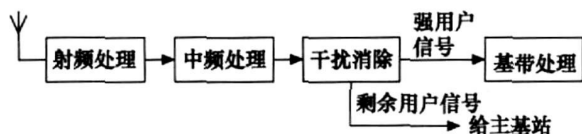


图 2 协作基站接收机原理示意图

(5) 主基站将来自协作基站的剩余用户信号与本地未解调的剩余用户信号进行比较选出所有剩余用户信号的交集, 并将交集集中的相同用户信号合并后使用干扰消除、解调后发送给本地基带处理单元。主基站接收机的构成如图 3 所示。

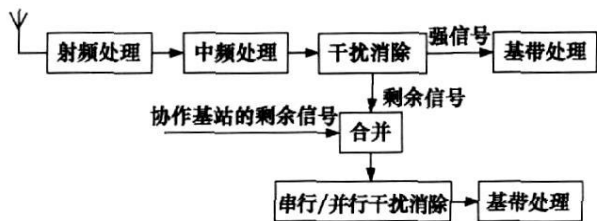


图 3 主基站接收机原理示意图

## 2 关键技术

### 2.1 用户分组

如图 4 所示, 每个基站将其接收的所有用户信号通过预先设置的信噪比门限分为强信号和弱信号两组。分组所带来的好处是, 在本地基站可以将较强的信号检测出来, 并利用现有的干扰消除技术

将它们去掉, 以减少对较弱信号的干扰, 同时使得基站协作时只需考虑那些较弱的信号即可, 因此也减少了基站间链路的负荷, 降低了协作的复杂度。

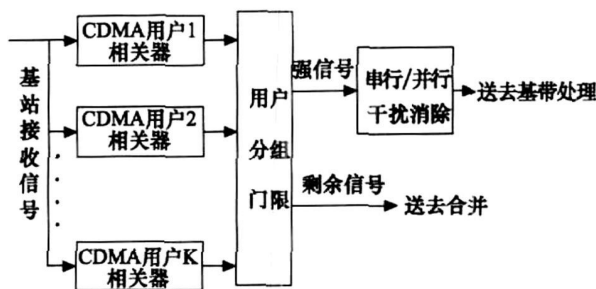


图 4 用户分组及干扰消除示意图

### 2.2 干扰消除

这里的干扰消除可以采用串行干扰消除或并行干扰消除技术。当使用串行干扰消除时, 接收机先根据接收信噪比对用户进行排序, 然后解调出信噪比最高的用户, 从总的接收信号中减去该用户的估计值, 将结果作为下一级的输入信号, 从而减掉了最强用户的干扰分量。重复这一步骤, 直到所有满足信噪比门限要求的用户全部检出。当使用并行干扰消除时, 一般采用多级结构, 检测器根据上一级的输出在每个用户的接收信号中减去由所有其他用户对它的干扰, 并用修改过的接收信号对每个用户进行下一级的重新检测。重复这一步骤, 直到所有满足信噪比门限要求的用户全部被检出。

## 3 CDMA 系统的实现过程

以 CDMA 系统, 3 个协作基站为例, 假设有  $K$  个 CDMA 用户, 对每个用户作相关之后, 与一个用户分组门限 (比如前面提到的信噪比门限) 进行比较, 高于门限的信号送去串行/并行干扰消除单元, 低于门限的信号送往主基站进行合并。

如图 5 所示, 基站通过协作进行干扰消除的过程如下:

假定在基站 A 周围有六个协作基站, 按基站 A 的扇区方向来划分, 在扇区 1 的方向, 基站 B 和 C 与 A 协作, 在扇区 2 的方向, 基站 D 和 E 与 A 协作, 在扇区 3 的方向, 基站 F 和 G 与 A 协作。以基站

A、B、C协作为例,其它基站协作过程同理,假设在该协作区域内有用户  $a$   $b$   $c$   $d$   $e$  并且所有的基站已知该区域内的所有用户列表。

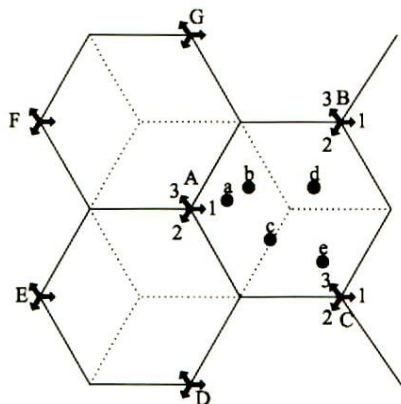


图5 CDMA系统中基站协作干扰抑制的实现

假设A为主基站,并且A可以检测所有用户的信号。基站A将所有用户的信噪比与预先设定的信噪比门限进行比较,假定这里用户  $a$ 和  $b$ 高于信噪比门限,当系统使用串行干扰消除时,将高于门限的用户的信噪比进行排序,这里为  $a > b$ 。采用串行干扰消除技术将用户  $a$ 和  $b$ 的信号检出,并在接收信号中减掉  $a$ 和  $b$ 。然后生成本地未检测用户列表  $c$   $d$   $e$ 。同理对于协作基站B来说,可能上述所有列举用户的信号都是弱信号,基站B将用户  $a$   $b$   $c$   $d$   $e$ 的混合信号作为剩余信号发给主基站A。对于协作基站C来说,高于信噪比门限的只有用户  $e$ 的信号,基站C检测出用户  $e$ 的信号,同时将剩余信号发给主基站A,并告知主基站A,它没有检测出来用户列表为  $a$   $b$   $c$   $d$ 。

主基站A收到所有来自于协作基站B和C的剩余信号及未检测用户列表之后,与本地未检测用户列表取交集,则未检测用户只剩下  $c$ 和  $d$ 。将用户  $c$ 和  $d$ 来自三个基站的数据分别合并(也可能来自于其中的两个或一个基站),这里假定用户  $d$ 的数据来仅自于基站B,用户  $c$ 的数据来自于基站A和基站C。由于路径分集,合并后用户  $c$ 的信噪比得以改善。当系统使用串行干扰消除时,将用户的信噪比进行排序,这里假设为  $c > d$ 依次将用户  $c$ 和  $d$ 的信号检出,最终送到基带单元处理。

同理对基站A扇区2和扇区3方向上协作系统中的用户也作同样的处理。由于三个扇区方向上的处理相互独立,只需一套基站设备即可。

当系统使用并行干扰消除时,原理与串行干扰消除相同。

## 4 结论

本文给出了一种基站协作干扰抑制的方法。在每个基站处设置一个信噪比门限,将信号区分为较强信号和剩余信号,然后对较强信号采用干扰消除技术,即实现了对较强信号的检测,又消除了较强信号对较弱信号的干扰,并将剩余信号送给主基站。在只有弱信号和噪声的背景下,将来自不同基站的弱信号进行合并,引入路径分集的增益,并再次采用串行或并行干扰消除技术,有效的检测出较弱的信号,达到干扰消除的目的。

## 参考文献

- Wyner A D. Shannon theoretic approach to a gaussian cellular multiple access channel. IEEE Transactions on Information Theory, 1994, 40(11): 1713—1727
- Somkh O, Shama S. Shannon theoretic approach to a gaussian cellular multiple access channel with fading. IEEE Transactions on Information Theory, 2000, 46(7): 1401—1425
- Papadogiannis A, Gesbert D, Hardouin E. A dynamic clustering approach in wireless networks with multicell cooperative processing. EC 2008 Proceedings, 4033—4037
- Amichai S, Oren S, Shkono S. Uplink macro diversity with limited backhaul capacity. IEEE International Symposium on Information Theory, 2007: 11—15
- Marsch P, Fettweis G. Rate region of the multicell multiple access channel under backhaul and latency constraints. WCNC 2008 proceedings, 830—834
- Khattak S, Fettweis G. Low backhaul distributed detection strategies for an interference limited uplink cellular system. Vehicular Technology Conference, VTC Spring 2008, 693—697

## Kind of Interference Suppression for Cellular System Using Base-station Cooperation

SUN Linan, ZHANG Zhong-zhao, SHA Xue-jin, JIANG Wei-lin

(Communication Research Center, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, P. R. China)

**[Abstract]** Interference from other cells can be treated efficiently by base-station cooperation. A kind of interference suppression using base-station cooperation is introduced. A central base-station is chosen from all the cooperative base-stations. User signals higher than SNR threshold are demodulated using interference cancellation by each station, and residual signals are sent to the central base-station. Local residual signals are combined with those from other cooperative base-stations by the central base-station, and interference cancellation is used again. Strong signals and weak signals are efficiently distinguished by the first interference cancellation, and diversity can be introduced by the combination at the central base-station, then interference cancellation is used again in order to efficiently detect weak signals, so the aim of interference suppression can be achieved at last.

**[Key words]** base-station cooperation joint detection interference cancellation diversity

(上接第 1271 页)

## Design and Implementation of Serial Communication of Internal Combustion Engine Governor

XIAO Ning, SHUANG Kai, CHEN Jun-feng<sup>1</sup>

(Department of Mechanical and Electrical Engineering, China University of Petroleum (Beijing), Beijing 102249, P. R. China)

Research Institute of Petroleum Exploration and Development<sup>1</sup>, Beijing 100083, P. R. China)

**[Abstract]** The design and implementation of serial communication is introduced in the governor of internal combustion engine. The system adopts dual-core control structure that the control core is DSP TMS320F2812. Serial communication circuit is designed between AT89C51 and F2812 that all adopt C programming language. At the same time, DSP plays the feature of communication enhancement and realizes the system serial communication according to the data communication protocol set. This design is successfully used in the governor of internal combustion engine. The practice proves that the system has stable running and high reliability; moreover, the design has a wide range of applications which is suitable for communication of a variety of control systems.

**[Key words]** serial communication DSP F2812 AT89S51 governor