

为了说明 CDMA 的工作原理, 我们关注第 i 个数据比特 d_i 。对于 d_i 比特传输时间的第 m 个微时隙, CDMA 编码器的输出 $Z_{i,m}$ 是 d_i 乘以分配的 CDMA 编码的第 m 比特 c_m :

$$Z_{i,m} = d_i \times c_m \quad (6-1)$$

简单地说, 对没有干扰的发送方, 接收方将收到编码的比特 $Z_{i,m}$, 并且恢复初始的数据比特 d_i , 计算如下:

$$d_i = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M Z_{i,m} \times c_m \quad (6-2)$$

读者可能想通过推敲图 6-5 所示例子的细节, 来明白使用式 (6-2) 在接收方确实正确恢复了初始数据比特。

然而, 这个世界远不是理想化的, 如上面所述, CDMA 必须在存在干扰发送方的情况下工作, 这些发送方用分配的不同编码来编码和传输它们的数据。但是当有一个发送方的数据比特和其他发送方发送的比特混在一起时, 一个 CDMA 接收方怎样恢复该发送方的初始数据比特呢? CDMA 的工作有一种假设, 即对干扰的传输比特信号是加性的, 这意味着, 例如在同一个微时隙中, 如果 3 个发送端都发送 1, 第 4 个发送端发送 -1, 那么在那个微时隙中所有的接收方接收的信号都是 2 (因为 $1+1+1-1=2$)。在存在多个发送方时, 发送方 s 计算它编码后的传输 $Z_{i,m}^s$, 计算方式与式 (6-1) 中的完全相同。然而在第 i 个比特时隙的第 m 个微时隙期间, 接收方现在收到的值是在那个微时隙中从所有 N 个发送方传输的比特的总和:

$$Z_{i,m}^* = \sum_{s=1}^N Z_{i,m}^s$$

令人吃惊的是, 如果仔细地选择发送方的编码, 每个接收方只通过式 (6-2) 中的同样的方式使用发送方的编码, 就能够从聚合的信号中恢复一个给定的发送方发送的数据:

$$d_i = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M Z_{i,m}^* \times c_m \quad (6-3)$$

图 6-6 中, 描述了两个发送方的 CDMA 例子。上部的发送方使用的 M 比特 CDMA 编码是 (1, 1, 1, -1, 1, -1, -1, -1), 而下部的发送方使用的 CDMA 编码是 (1, -1, 1, 1, 1, -1, 1, 1)。图 6-6 描述了一个接收方恢复从上部发送方发送的初始数据比特的情况。注意到这个接收方能够提取来自发送方 1 的数据, 而不管来自发送方 2 的干扰传输。

再回到我们第 5 章中鸡尾酒会的类比, 一个 CDMA 协议类似于让聚会客人使用多种语言来谈论; 在这种情况下, 人们实际上非常善于锁定他们能听懂的语言的谈话, 而过滤了其余的谈话。我们这里看到 CDMA 是一个划分协议, 因为它划分编码空间 (与时间或频率相对), 并且给每个结点分配一段专用的代码空间。

我们这里对 CDMA 的讨论是简要的; 实践中还必须处理大量的困难问题。首先, 为了使 CDMA 接收方能够提取一个特定的发送方的信号, 必须仔细地选择 CDMA 编码。其次, 我们的讨论假设在接收方接收到的来自不同发送方的信号强度是相同的; 这可能在现实中很难获得。有大量的文章讨论了有关 CDMA 的这些问题和其他问题; 详细内容见 [Pickholtz 1982; Viterbi 1995]。