

## 历史事件

## Norm Abramson 和 ALOHAnet

Norm Abramson 是一名有博士学位的工程师，对冲浪运动很有激情，而且对分组交换很感兴趣。这些兴趣的结合使他在 1969 年到了夏威夷大学。夏威夷是由许多巨大的岛屿组成的，安装和运营基于陆地的网络是困难的。当不冲浪的时候，Abramson 思考如何设计一种在无线信道上完成分组交互的网络。他设计的网络有一个中心主机和几个分散在夏威夷各个岛上的二级结点。该网络有两个信道，每个信道使用不同的频段。下行链路信道从中心主机向二级主机广播分组；上行信道从二级主机向中心主机发送分组。除了发送信息分组，中心主机还在下行信道上对从二级主机成功接收到的每个分组发送确认。

因为二级主机以分散的方式传输分组，在上行信道上出现碰撞是不可避免的。这个观察导致 Abramson 设计了如本章所描述的那种纯 ALOHA 协议。在 1970 年，通过不断从 ARPA 获得的资助，Abramson 将他的 ALOHAnet 与 ARPAnet 相连。Abramson 的工作是很重要的，不仅因为它是无线分组网络的第一个例子，而且因为它激励了 Bob Metcalfe。几年之后，Metcalfe 修改了 ALOHA 协议，创造了 CSMA/CD 协议和以太网局域网。

## 3. 载波侦听多路访问 (CSMA)

在时隙和纯 ALOHA 中，一个结点传输的决定独立于连接到这个广播信道上的其他结点的活动。特别是，一个结点不关心在它开始传输时是否有其他结点碰巧在传输，而且即使有另一个结点开始干扰它的传输也不会停止传输。在我们的鸡尾酒会类比中，ALOHA 协议非常像一个粗野的聚会客人，他喋喋不休地讲话而不顾是否其他人在说话。作为人类，我们有人类的协议，它要求我们不仅要更为礼貌，而且在谈话中要减少与他人“碰撞”的时间，从而增加我们谈话中交流的数据量。具体而言，有礼貌的人类谈话有两个重要的规则：

- 说话之前先听。如果其他人正在说话，等到他们说完话为止。在网络领域中，这被称为载波侦听 (carrier sensing)，即一个结点在传输前先听信道。如果来自另一个结点的帧正向信道上发送，结点则等待直到检测到一小段时间没有传输，然后开始传输。
- 如果与他人同时开始说话，停止说话。在网络领域中，这被称为碰撞检测 (collision detection)，即当一个传输结点在传输时一直在侦听此信道。如果它检测到另一个结点正在传输干扰帧，它就停止传输，在重复“侦听 - 当空闲时传输”循环之前等待一段随机时间。

这两个规则包含在载波侦听多路访问 (Carrier Sense Multiple Access, CSMA) 和具有碰撞检测的 CSMA (CSMA with Collision Detection, CSMA/CD) 协议族中 [Kleinrock 1975b; Metcalfe 1976; Lam 1980; Rom 1990]。人们已经提出了 CSMA 和 CSMA/CD 的许多变种。这里，我们将考虑一些 CSMA 和 CSMA/CD 最重要的和基本的特性。

关于 CSMA 你可能要问的第一个问题是，如果所有的结点都进行载波侦听了，为什么当初会发生碰撞？毕竟，某结点无论何时侦听到另一个结点在传输，它都会停止传输。对于这个问题的答案最好能够用时空图来说明 [Molle 1987]。图 5-12 显示了连接到一个线