

## 一、MAC 层仿真

### 1、仿真一

(1) 仿真设定：所有 wifi 和 zigbee 设备数相等，并都在一跳范围内。所有设备的 Load 都是 10 packet/s (Load 单位是 pk/s, 指的是每个节点平均每秒有多少个包到达)。观察随着设备数增加，系统的参数变化情况。

(2) 仿真结果：

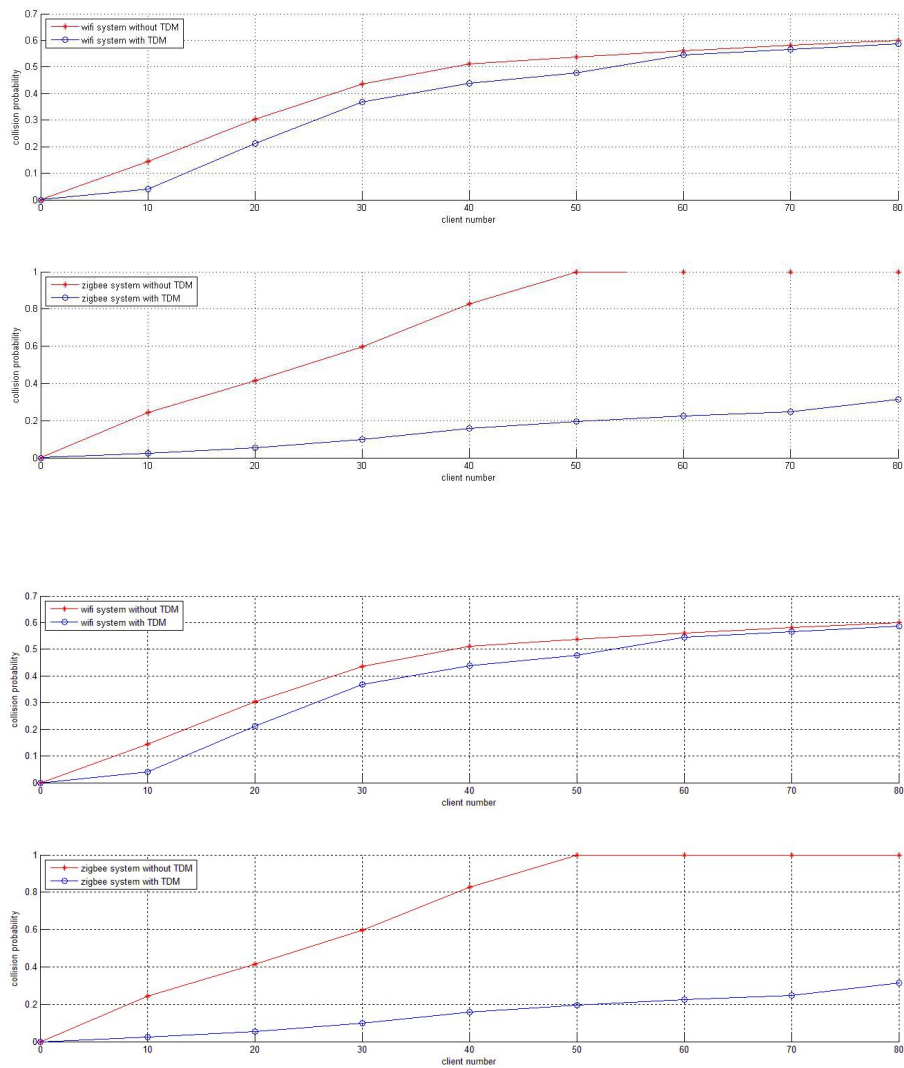


图 1.1: collision possibility

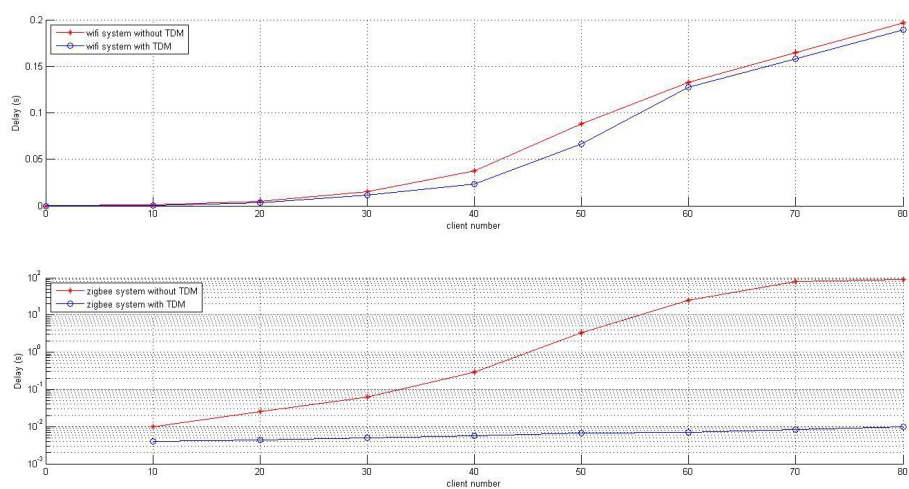


图 1.2: delay

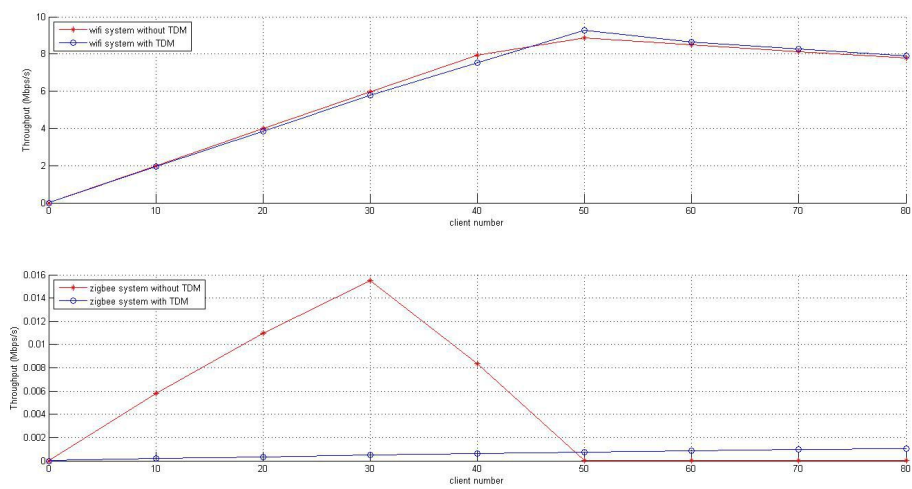


图 1.3: throughput

## 2、仿真二

- (1) 实验设定：所有设备的 Load 都是 20pk/s，其余设定同仿真一。
- (2) 仿真结果：

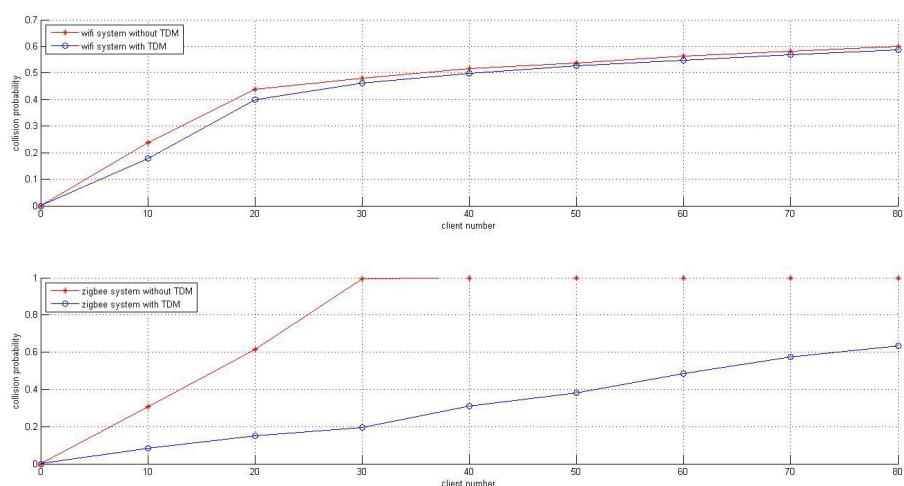


图 2.1: collision possibility

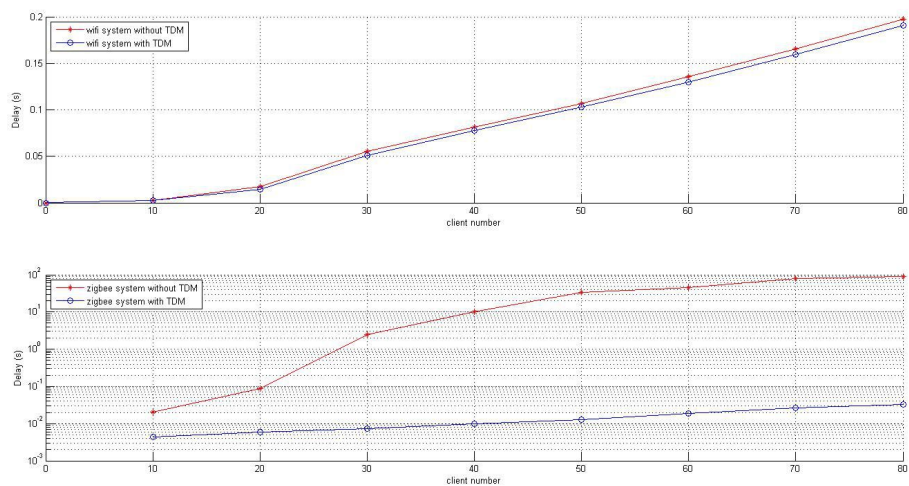


图 2.2: delay

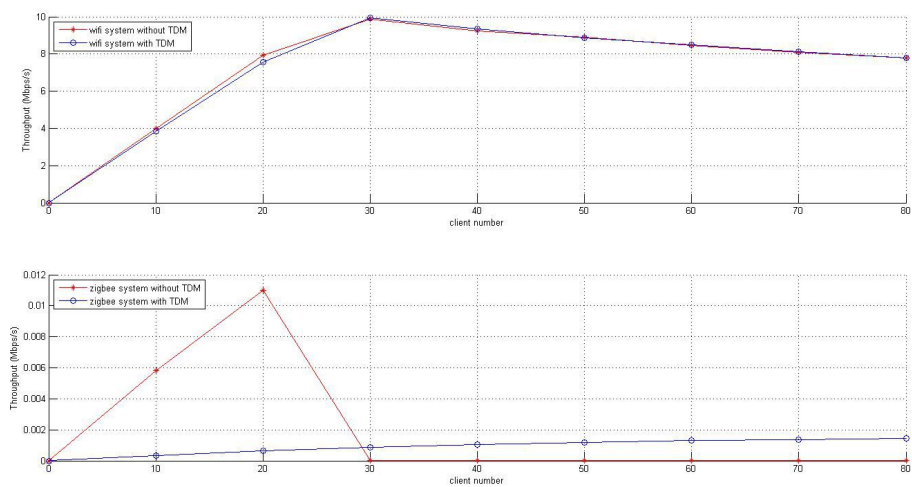


图 2.3: throughput

### 3、仿真三

- (1) 仿真设定：所有设备的 Load 都是 30pk/s。其余设定同仿真一。
- (2) 仿真结果：

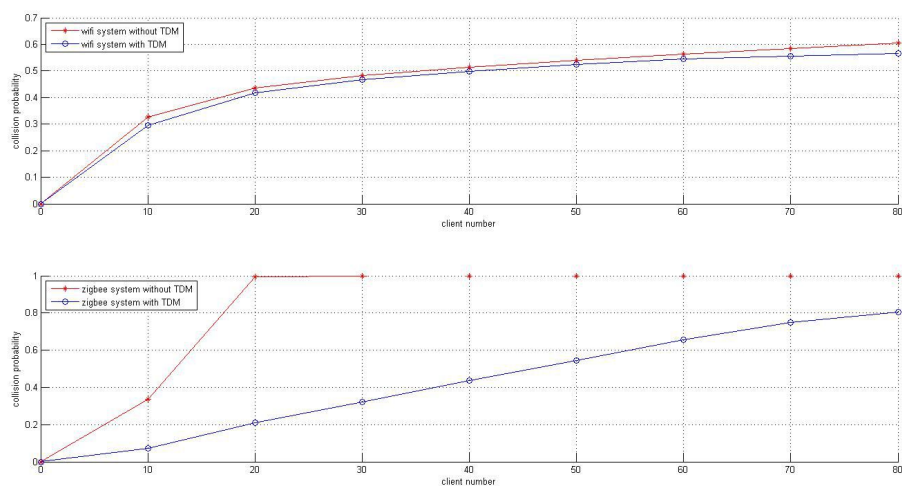


图 3.1: collision possibility

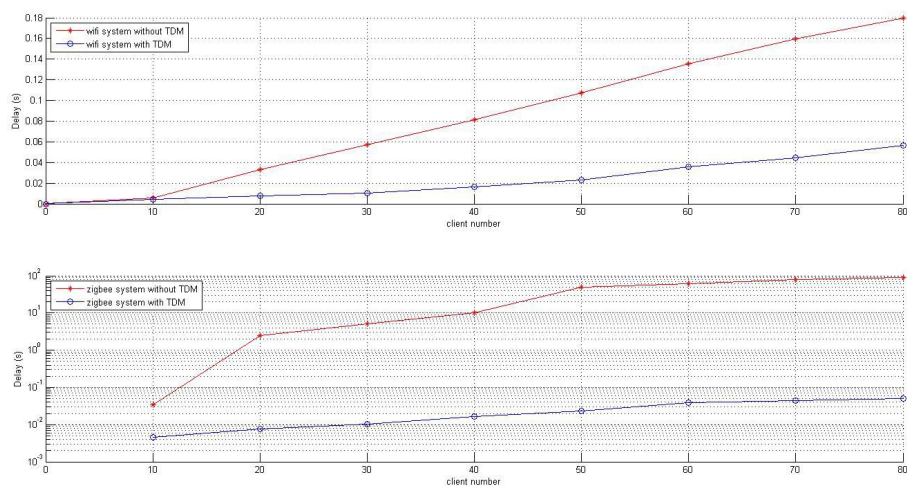


图 3.2: delay

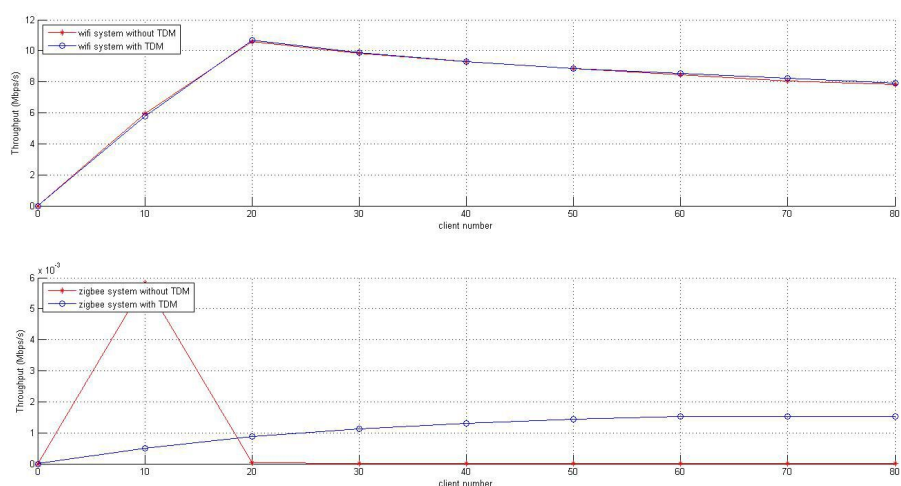


图 3.3: throughput

分析:

从仿真一、二、三可以看出,保持 load 不变,随着 client 数目增加,在非 TDM 系统下,zigbee 的碰撞几率、包延迟都会急剧升高,吞吐量急剧下降。而在 TDM 系统下,可以在 client 数目较大的情况下,依然保证 zigbee 各项参数的基本正常。

同时观察 wifi,可以看出,随着 client 数目增加,在非 TDM 系统下,其碰撞几率和包延迟都明显高于 TDM 系统,而二者的 throughput 相差不大,尤其高 client 数目下面, TDM 的 throughput 还会略高于非 TDM。

同时对仿真一、二、三进行横向对比,可以发现 load 越高, zigbee 就会越早出现性能急剧下降。为了进一步观察 load 对系统性能的影响,接下来进行仿真四。

#### 4、仿真四

(1) 仿真设定: zigbee 和 wifi 设备都在一跳范围之内,并且数目都为 10。增加设备的 Load 参数,从 10pk/s 增加到 80pk/s,观察系统的性能。

(2) 仿真结果:

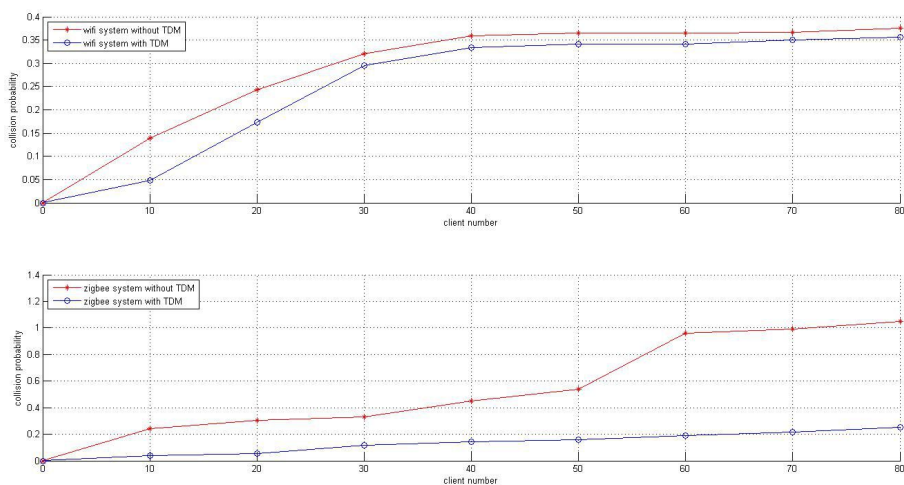


图 4.1: collision possibility

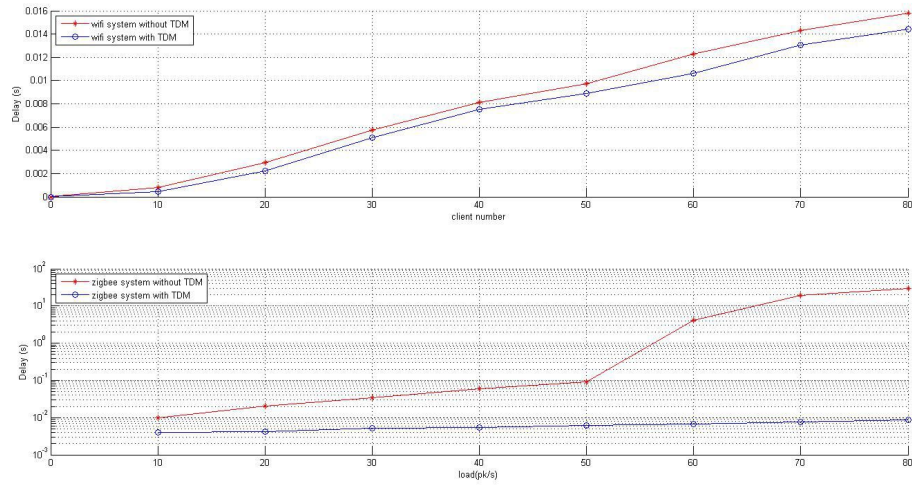


图 4.2: delay

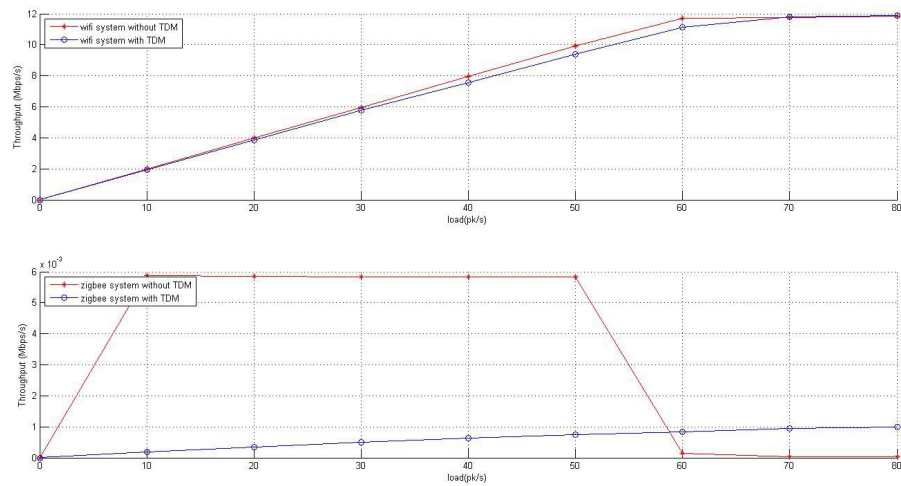


图 4.3: throughput

分析：从仿真结果可以看出，即使当 client 的数目比较小的情况下，当 load 增大时，非 TDM 系统的 delay、collision possibility 参数都明显弱于 TDM 系统。并且当 load 较大的时候，非 TDM 系统的 zigbee 性能会急剧下降。

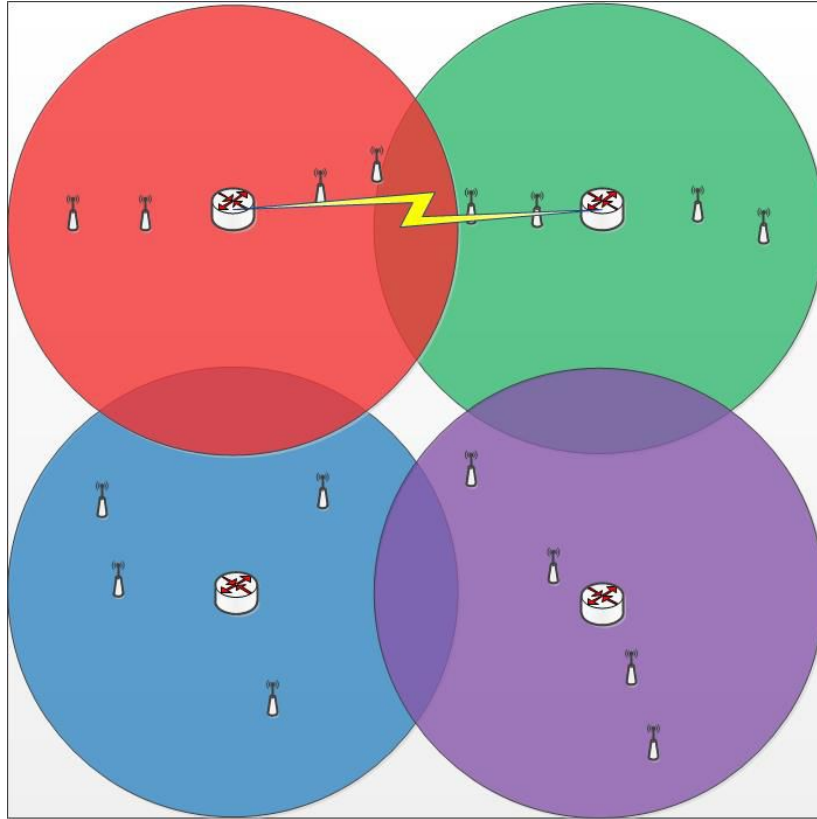
## 二、网络层仿真

### 1、仿真一

(1) 仿真设定：如下图所示。每一个圆代表一个 group，每个 group 的半径范围为 2 跳。整体的系统是一个边长为 2 个 group 直径的正方形区域，单位我们称作 L(group unit)。全网的节点密度为 60 nodes/group，随机分布。每个节点除了发送 data packet 之外，还会随机产生 TC (Topology Control) packet，产生的速率固定为 0.2 pk/s，也就是平均 5 秒产生一个 TC。在情形一中，系统没有使用分层结构，因此为了维护路由信息，每个节点的 TC 会向全网广播。



而在情形二中，使用分层结构，每个节点的 TC 只在 group 当中广播。  
观察节点的 data Load 增加的时候（即 data packet 的产生速率）data packet 的 collision possibility、delay 以及 throughput 的情况。



(2) 仿真结果：

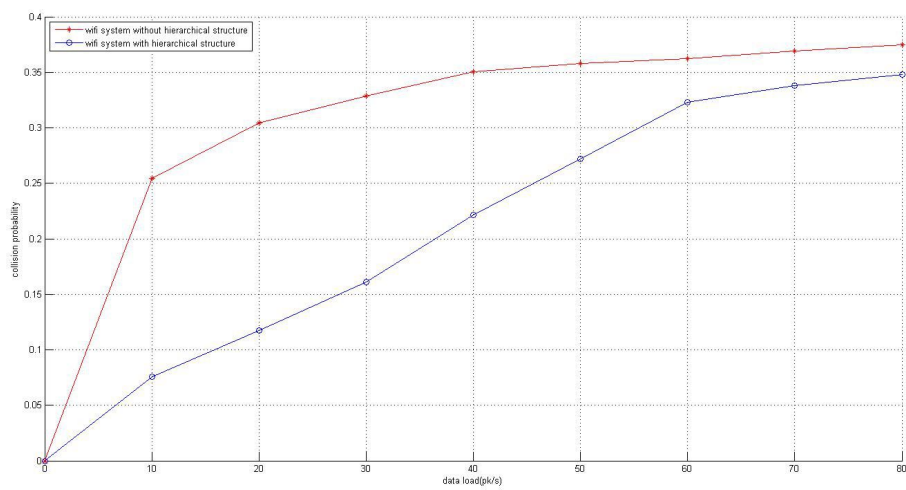


图 1: collision possibility

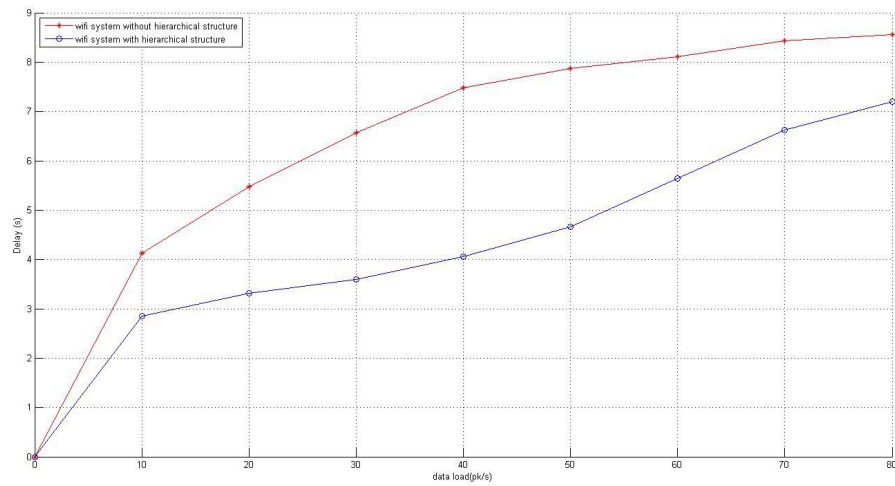


图 2: delay

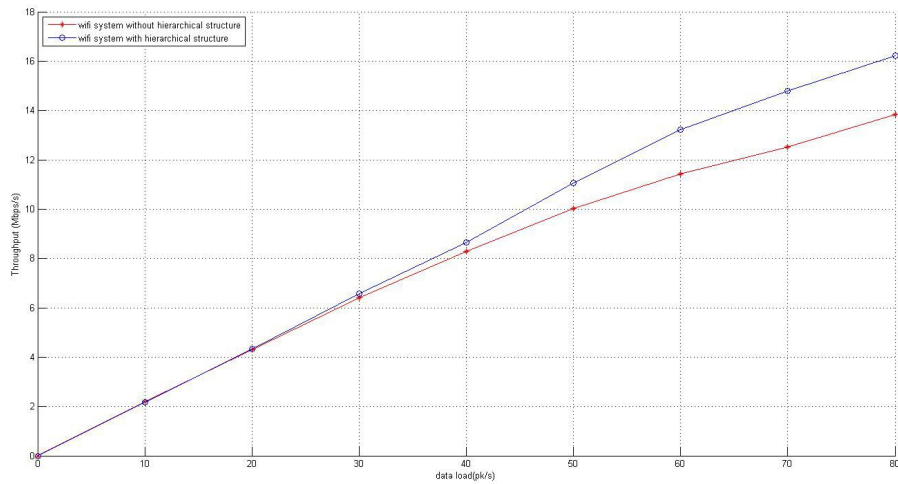


图 3: throughput

分析：从仿真结果可以看出，使用分层结构的情况下，data packet 的 collision possibility 和 delay 明显更小，同时系统的 throughput 更高。这主要是由于分层结构的 TC 仅仅在 group 中广播，因此开销比较小，而平面结构下，TC 在全网广播，会占据更多的发送机会并造成更多的碰撞和延迟。

## 2、仿真二

(1) 仿真设定：在刚刚的仿真一中，提到使用 group 的直径作为单位来衡量整个 square 的边长，称作  $L(\text{group unit})$ 。此次仿真中，square 的边长从 2 个 group unit 一直增加到 9 个 group unit，节点密度依然为 60nodes/group，全网中每个节点都会随机产生目的地为全网另一个随机节点的数据流。观察在平面和分层结构下网络数据流的平均跳数。

(2) 仿真结果：



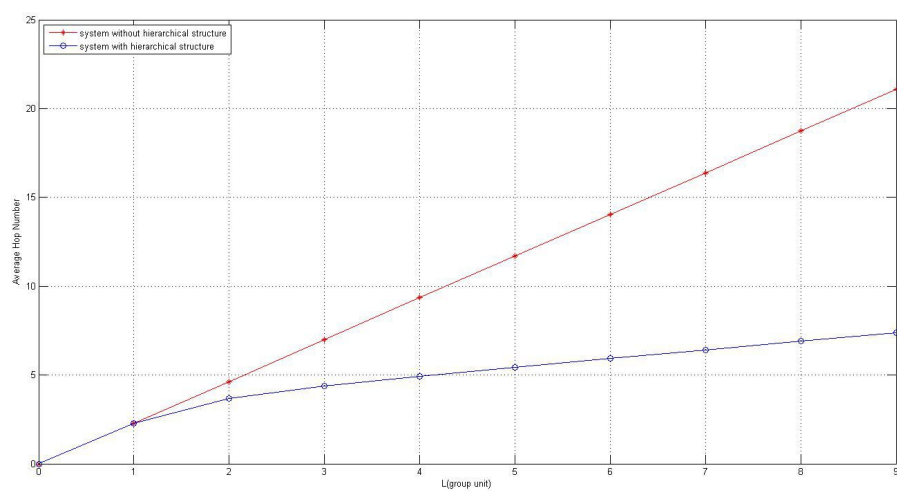


图 4: Average Hop Number

分析: 可以看到, 当 L 为 1 个 group unit 的时候, 平面和分层结构的平均跳数相同。而当 group unit 增加的时候, 可以看出分层结构的平均跳数增长速度明显小于平面结构, L 越大优势越明显。