



无线网状网

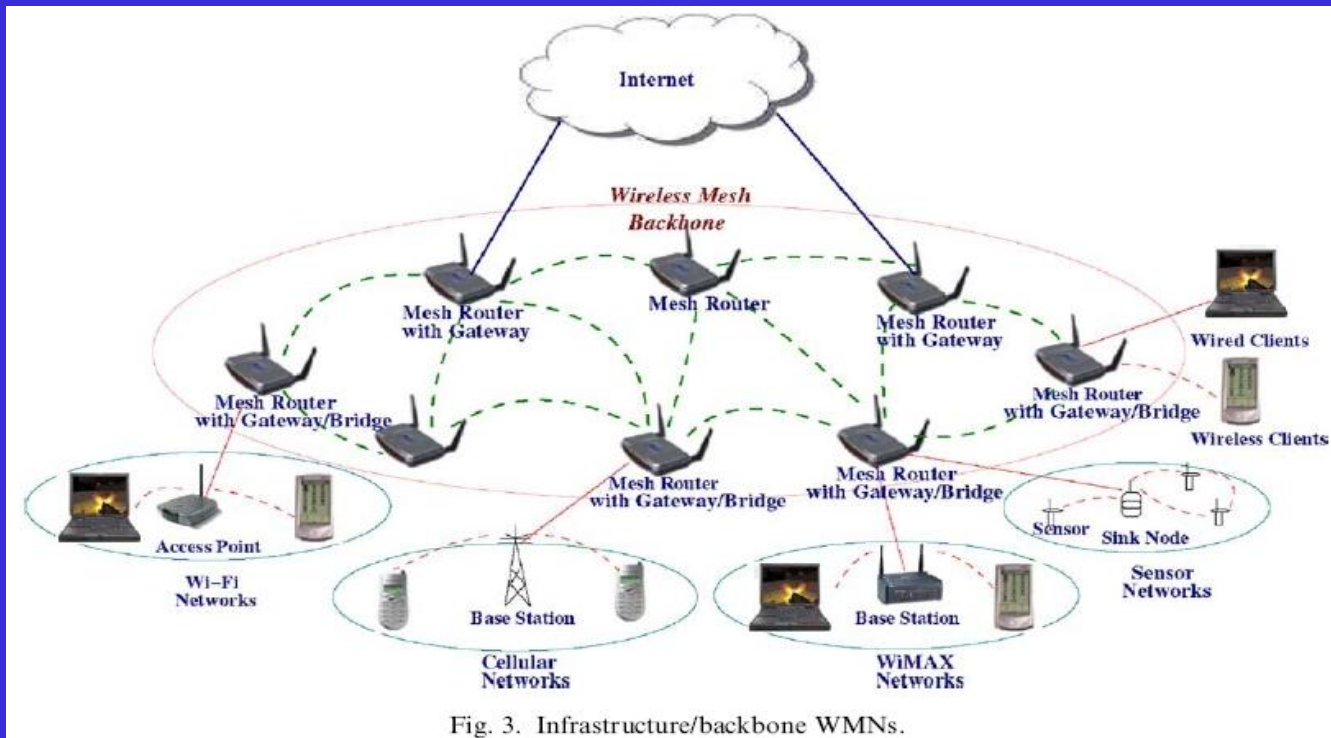


报告人：王兴伟

东北大学

概况

- √ 无线网状网WMN（Wireless Mesh Network）由节点组成
- √ 节点分成网状路由器（mesh routers）和网状客户机（mesh clients），每个节点都可以转发分组

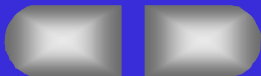
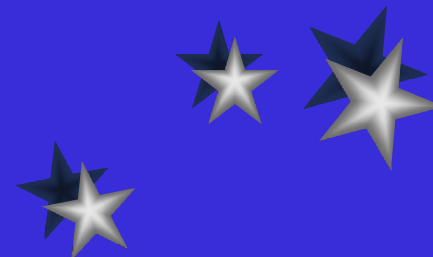


概况

✓WMN动态自组织和自配置，节点自动建立与维护其间的网状连接

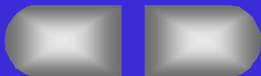
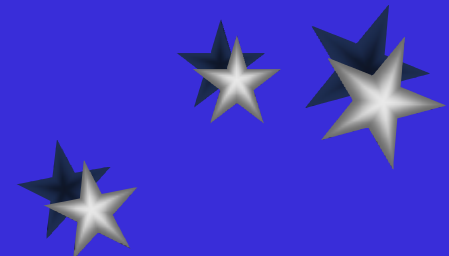
✓WMN优点

- ∅先期投入低
- ∅渐进部署
- ∅易维护
- ∅健壮
- ∅可靠服务覆盖



概况

- ✓ 配备无线网卡的节点可以直接、没有无线网卡的可以通过以太网等连接到无线网状路由器
- ✓ WMN有助于实现任何时间、任何地点、总在线
- ✓ 网状路由器的网关 / 网桥功能支持WMN和各种不同无线网络的集成
 - Ø 蜂窝
 - Ø 无线传感器
 - Ø Wi-fi
 - Ø WiMAX
 - Ø WiMedia



概况

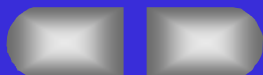
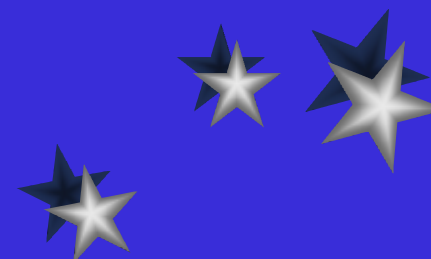
√WMN对很多应用来说是一项非常有前途的无线技术

∅宽带家居网络

∅小区网络

∅企业网络

∅楼宇自动化



概况

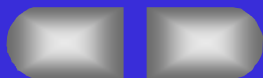
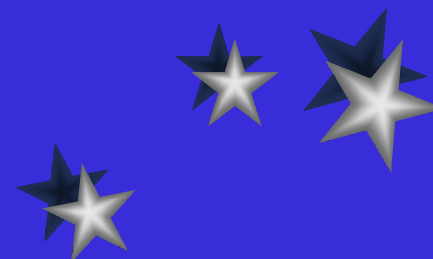
✓学术界已经开始从WMN的角度重新思考现有无线网络，特别是IEEE 802.11网络、移动自组织网络和无线传感器网络等的协议设计

✓标准化组织正在积极制定有关网状网的规范

ØIEEE 802.11工作小组

ØIEEE 802.15工作小组

ØIEEE 802.16工作小组



网状节点

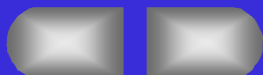
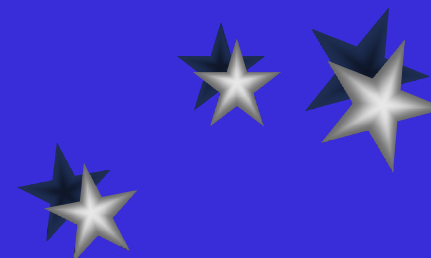
√网状路由器

∅网关 / 网桥 / 重发器功能

∅支持网状联网（网状路由器通常安装多块不同 / 相同无线接入技术网卡）

∅通过多跳通信可以用较低功率达到相同的覆盖区域

∅增强型MAC协议，以支持在多跳网状环境下达到高可伸缩性



网状节点

- Ø 基于专用计算机系统构建
- Ø 基于通用计算机系统构建

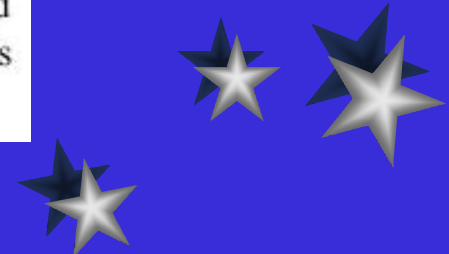
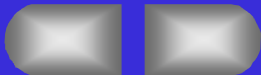


(a)



(b)

Fig. 1. Examples of mesh routers based on different embedded systems: (a) PowerPC and (b) Advanced Risc Machines (ARM).



网状节点

√网状客户机

∅必要的网状联网功能，可以重发分组，但一般没有网关 / 网桥功能

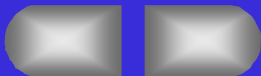
∅一般只安装一块无线网卡

∅硬软件平台都比网状路由器简单

∅可以是：笔记本、台式机、PDA、IP电话机、RFID阅读器等

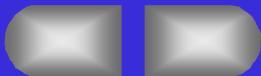
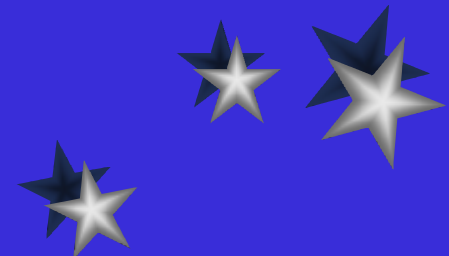


Fig. 2. Examples of mesh clients: (a) Laptop, (b) PDA, (c) Wi-Fi IP Phone and (d) Wi-Fi RFID Reader.



WMN体系结构

基于节点功能，可以把WMN体系结构分成三类。



WMN体系结构

√基础设施 / 主干WMN

∅网状路由器之间形成自配置与自愈合链路网

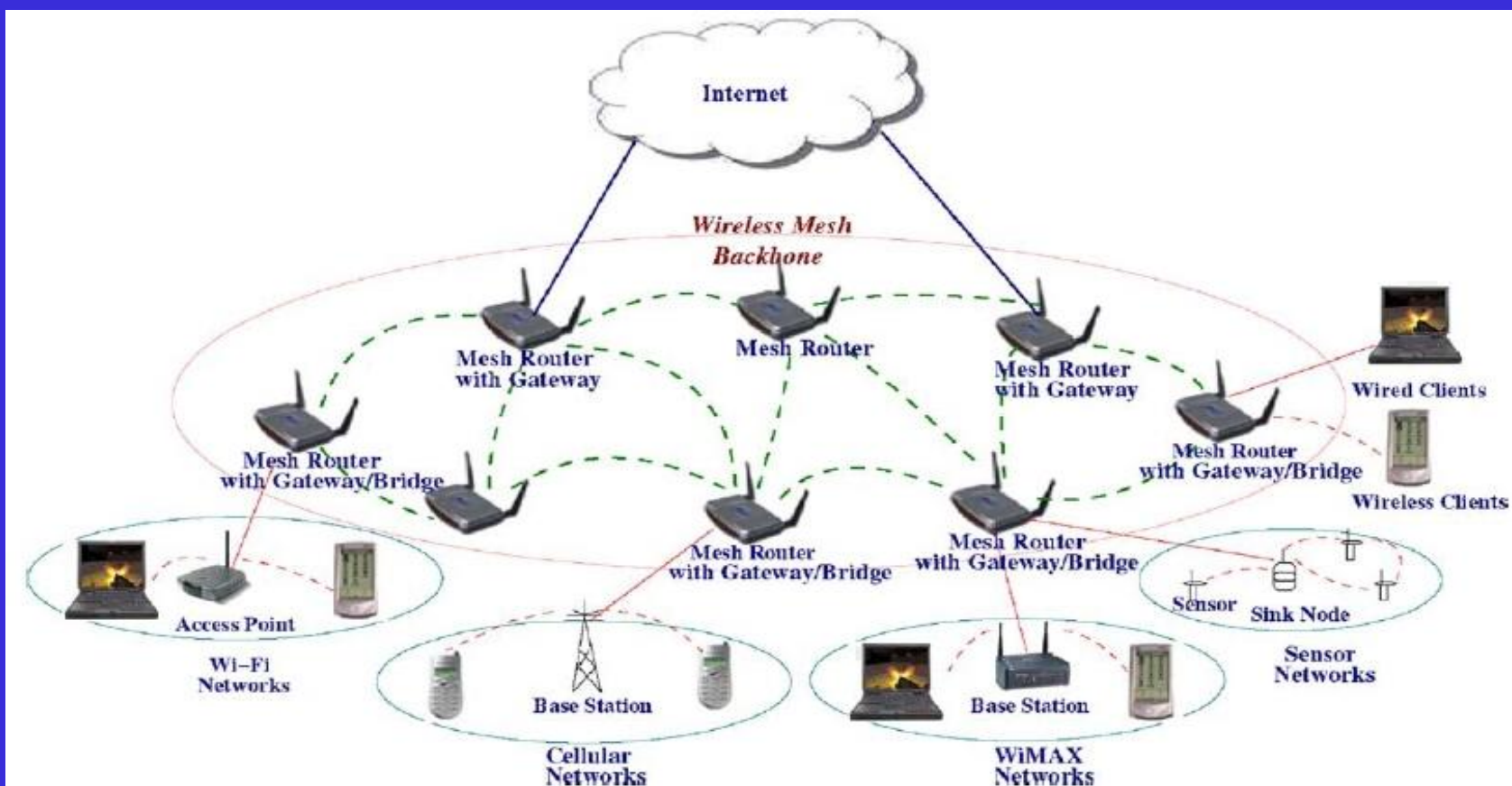


Fig. 3. Infrastructure/backbone WMNs.

WMN体系结构

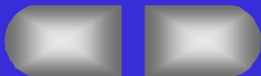
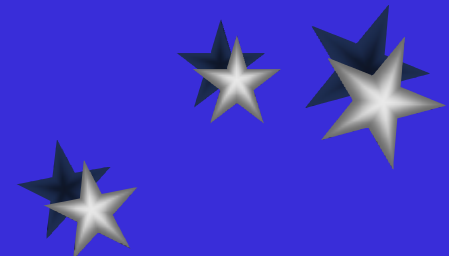
√基础设施 / 主干WMN

∅网状路由器具备网关 / 网桥功能，可连接现有无线网络，可接入Internet

∅网状路由器构成WMN基础设施 / 主干，供客户机连接

∅WMN基础设施 / 主干可以采用多种不同类型无线电技术构建

∅典型情况下，网状路由器使用两种无线电，一种用于主干通信，一种用于用户通信



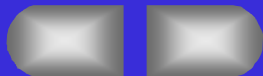
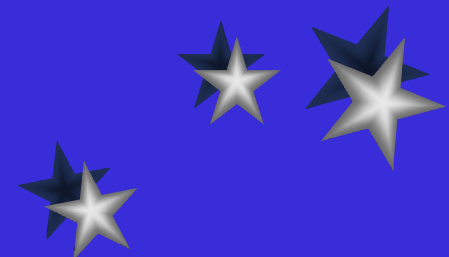
WMIN体系结构

√ 典型应用

∅ 小区网络

ü 网状路由器安装到房顶联网

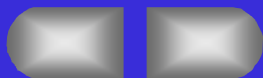
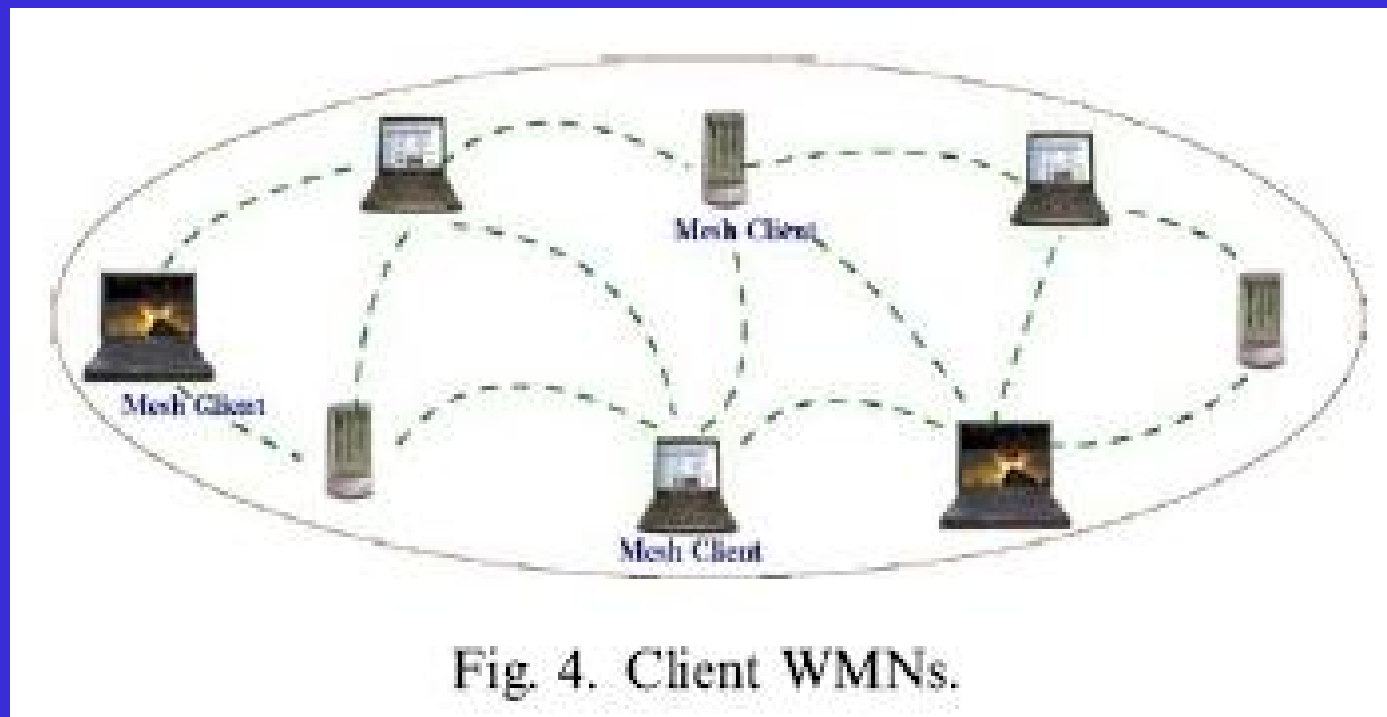
ü 用户在室内或户外均可接入



WMN体系结构

√ 客户机WMN

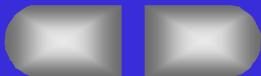
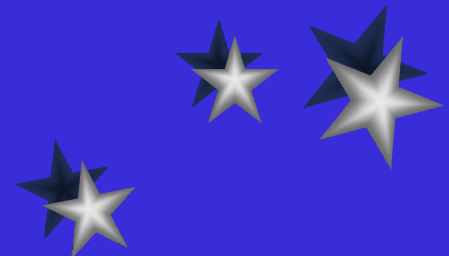
- ∅ 客户机组成实际网络，支持客户机之间的P2P联网
- ∅ 客户机执行路由和配置功能，不需要网状路由器



WMN体系结构

√ 客户机WMN

- ∅ 分组可能需要通过多个中间节点转发才能到达目的节点
- ∅ 通常基于同一种无线电技术构成
- ∅ 同基础设施 / 主干WMN相比，对客户机的要求提高



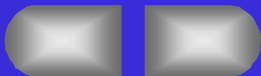
WMN体系结构

√混合WMN

∅前两者的结合



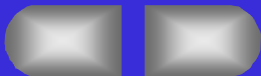
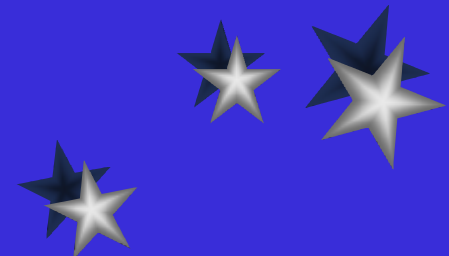
Fig. 5. Hybrid WMNs.



WMN体系结构

√混合WMN

- ∅网状客户机可以通过网状路由器访问网络，也可以直接与其他网状客户机联网
- ∅尽管WMN主干提供对其他网络的连通性，如Internet、Wi-fi、WiMAX、蜂窝和传感器网络等，但是客户机的路由能力可以改善WMN内的连通性和覆盖能力
- ∅混合结构最有应用前景



WMIN主要特征

√多跳无线网络

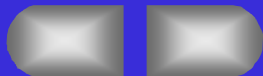
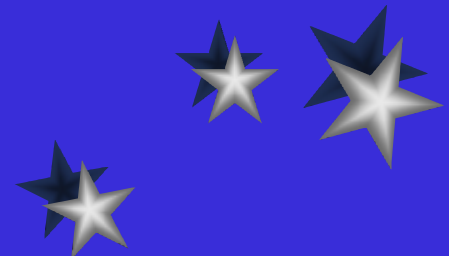
∅增大现有无线网络的覆盖范围，同时不牺牲信道容量

∅在没有视线链路的用户之间提供非视线连通性

∅网状风格的多跳连通性是必不可少的

ü可以使用较短的链路距离实现更高的吞吐量而不牺牲有效无线电范围

ü节点间干扰更小，频率重用更有效



WMN主要特征

✓支持自组织联网，具备自形成、自组织和自愈合能力

✓WMN增强网络性能

∅灵活的网络体系结构

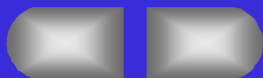
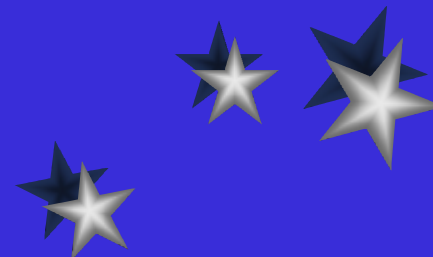
∅易于部署与配置

∅容错

∅网状连通

∅多点通信

✓WMN对前期投入要求低，可以按需渐进增长



WMN主要特征

√ 移动性依赖于网状节点类型

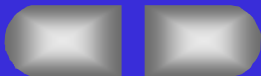
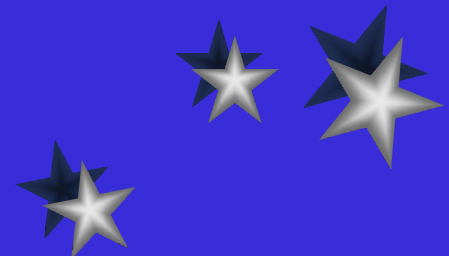
- ∅ 通常网状路由器具有最小的移动性

- ∅ 网状客户机可以是静止节点或移动节点

√ 多种网络接入类型

- ∅ 既支持访问Internet，也支持P2P通信

- ∅ 支持WMN与其他无线网络的集成，而且可以通过WMN向这些无线网络的用户提供服务



WMN主要特征

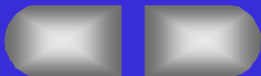
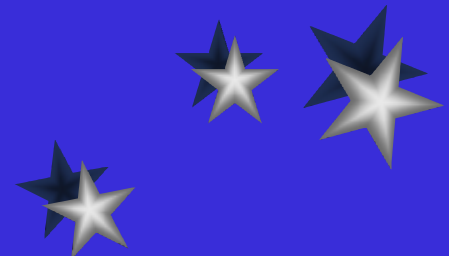
√ 功耗约束依赖于网状节点类型

∅ 网状路由器通常对功耗没有严格限制

∅ 网状客户机可能要求功耗节约型协议

ü 具备网状联网能力的传感器要求其通信协议是功率有效的

∅ 对网状路由器优化的MAC或路由协议可能不适合网状客户机

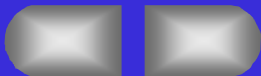
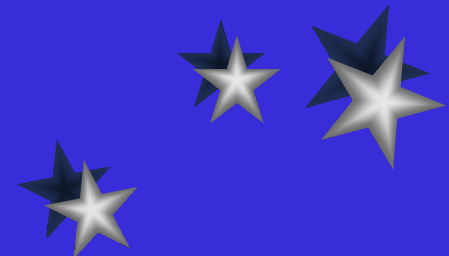


WMN主要特征

√与现有无线网络的兼容性和互操作性

Ø基于IEEE 802.11技术构建的WMN必须与IEEE 802.11标准兼容，以同时支持具备网状联网能力的客户机和Wi-fi客户机

Ø还需要和其他无线网络互操作，如WiMAX、Zig-Bee和蜂窝网络



WMN与自组织网络

√WMN与自组织网络的区别

∅无线基础设施 / 主干

ü通常WMN具备由网状路由器组成的无线主干，无线区域覆盖面积大，连通性和健壮性强

ü自组织网络的连通性依赖于可能并不可靠的各个端用户

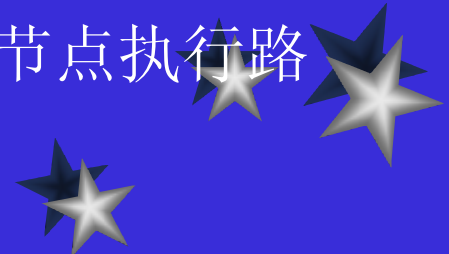
∅集成

ü支持与现有各种网络的集成

∅专门的路由与配置

ü在自组织网络中，端用户设备可以为其他节点执行路由自配置功能

ü在WMN中，网状路由器执行这些功能



WMN与自组织网络

∅多无线电

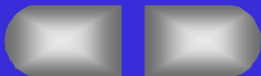
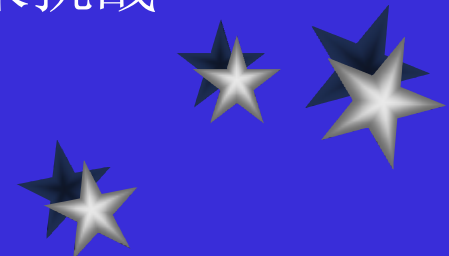
- ü在WMN中，网状路由器可以提供多无线电执行路由与接入功能

- ü在自组织网络中，这些功能是在同一信道上执行的

∅移动性

- ü在自组织网络中，网络拓扑和连通性依赖于用户的运动，对路由协议、网络配置与部署带来挑战

- ü在WMN中，主干通常保持不变



典型应用

宽带家居联网

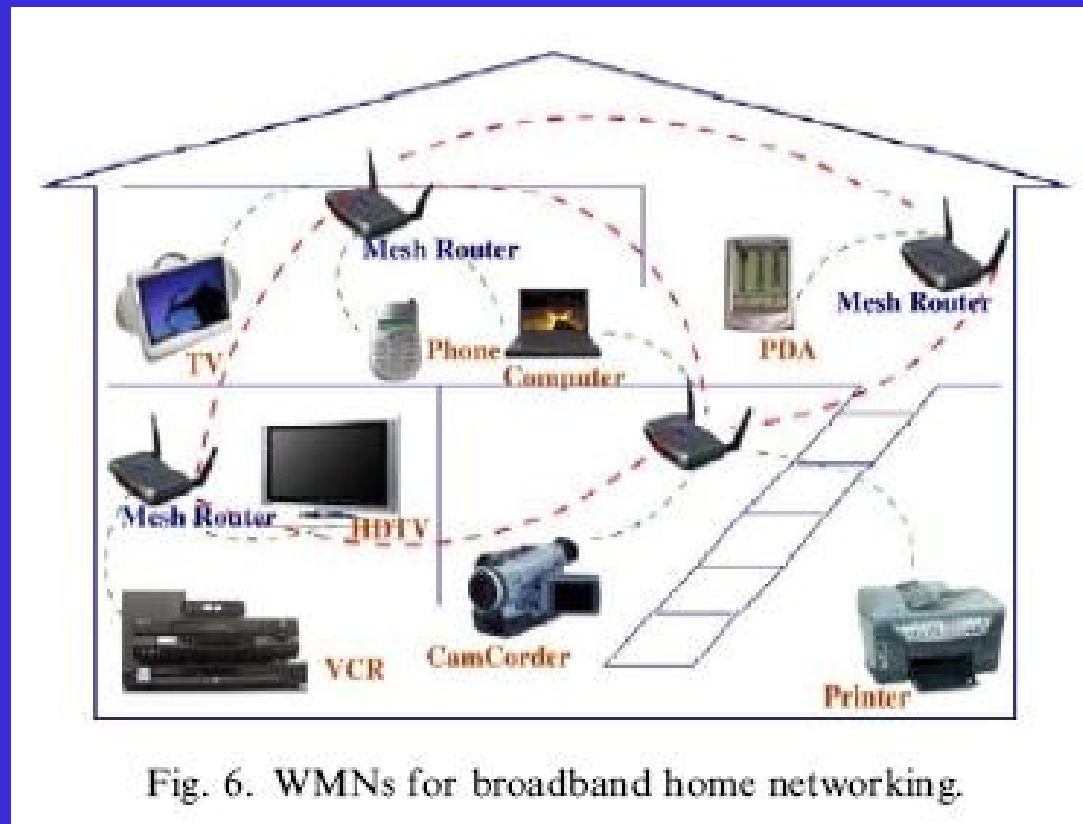
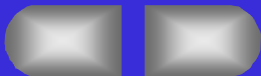


Fig. 6. WMNs for broadband home networking.



典型应用

小区联网

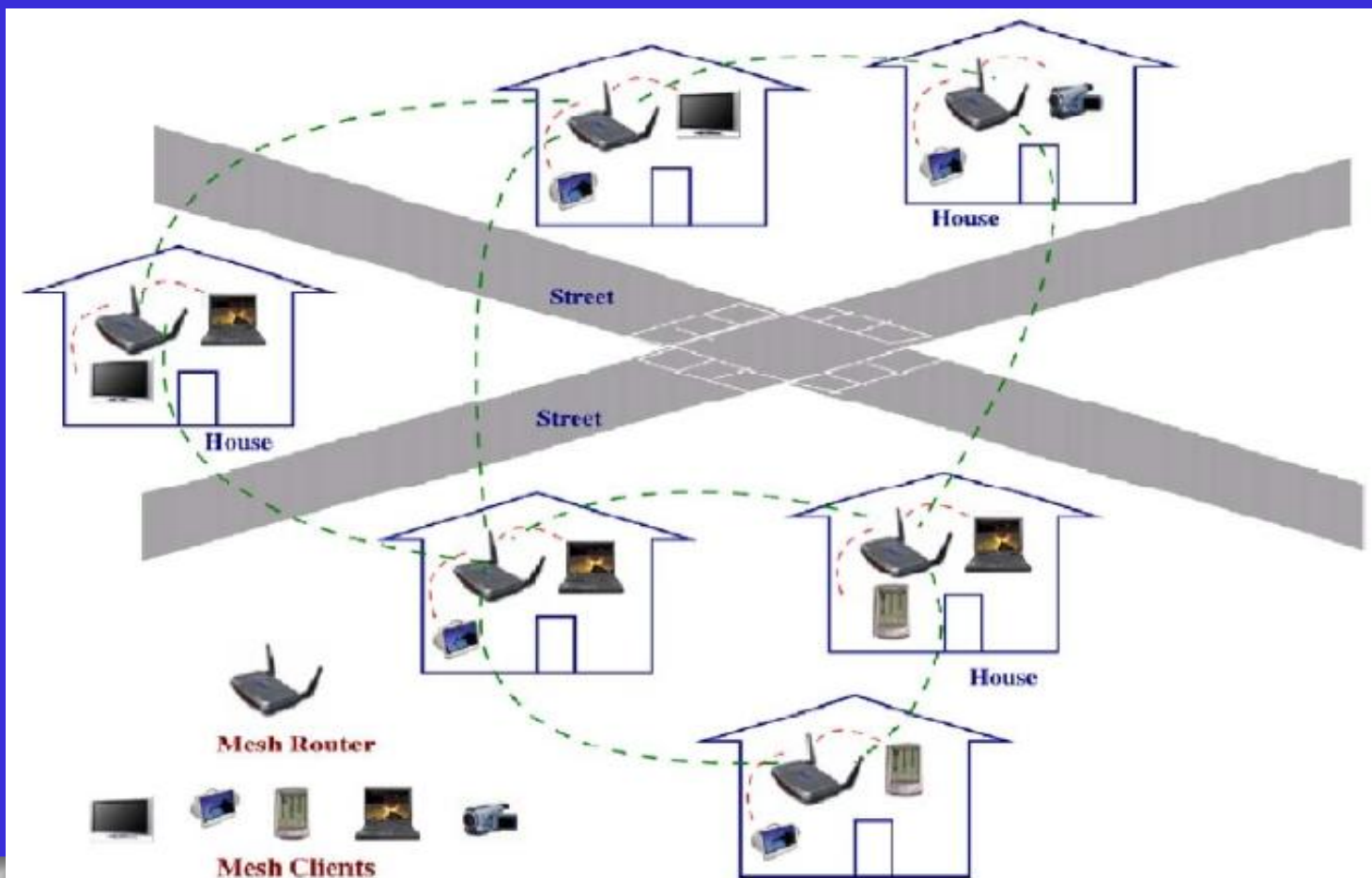
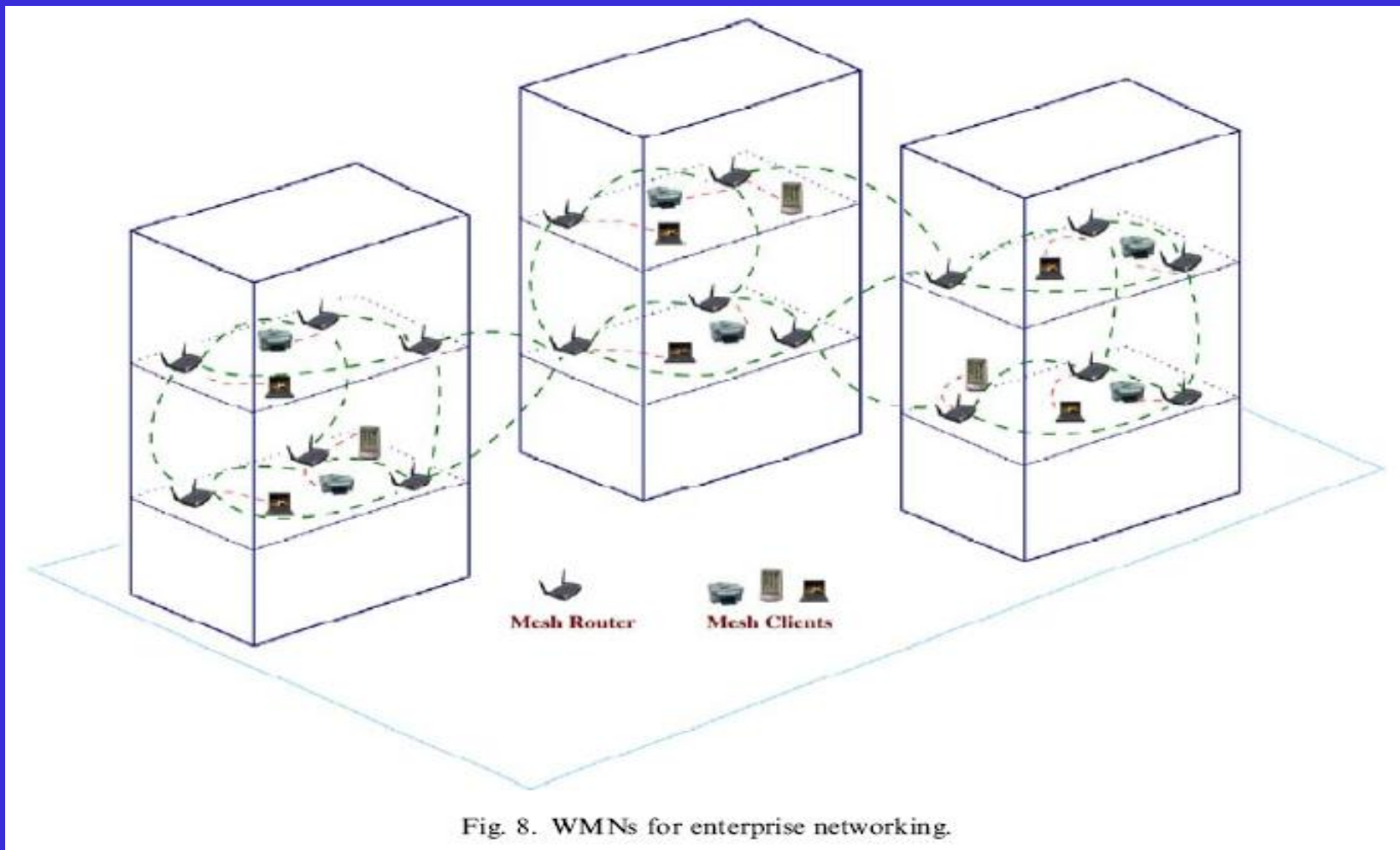


Fig. 7. WMNs for community networking.



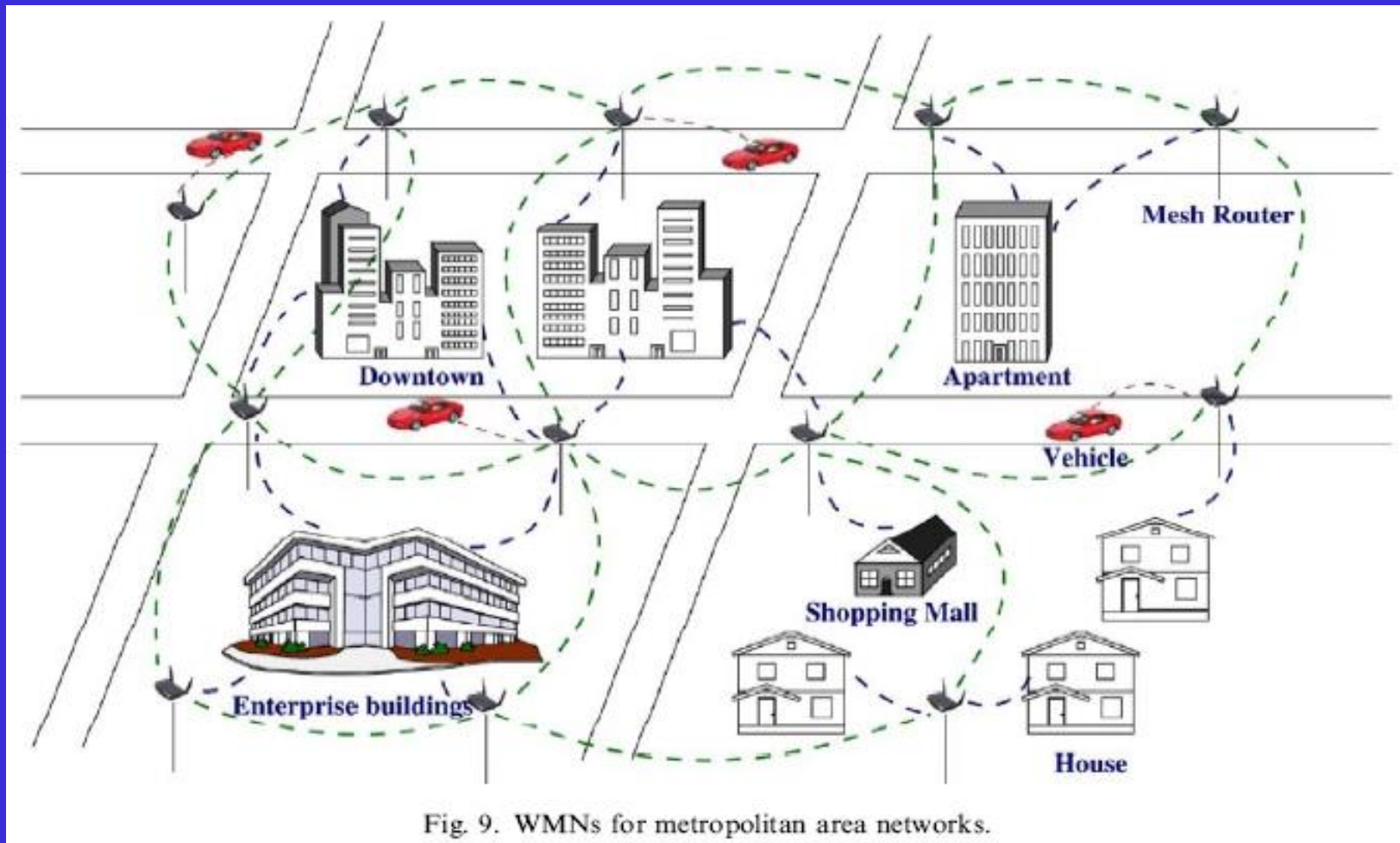
典型应用

企业联网



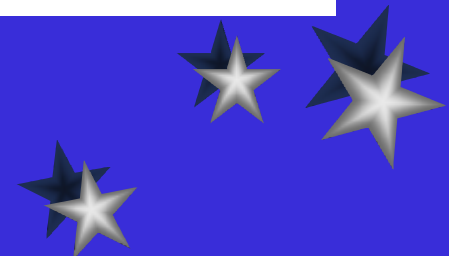
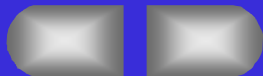
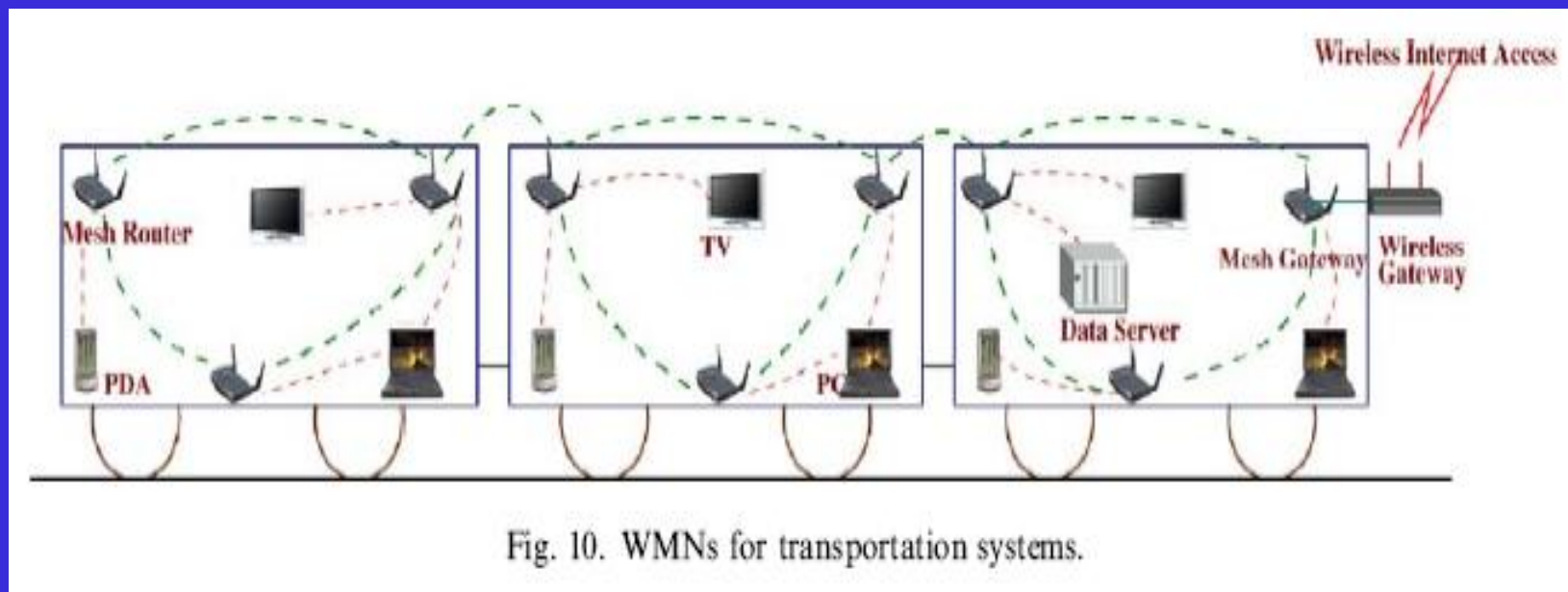
典型应用

城域网



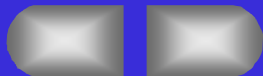
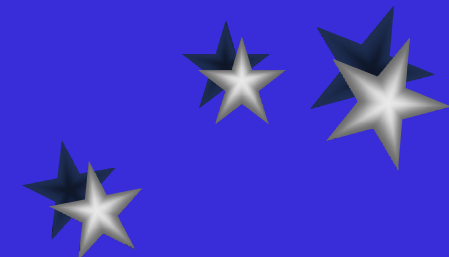
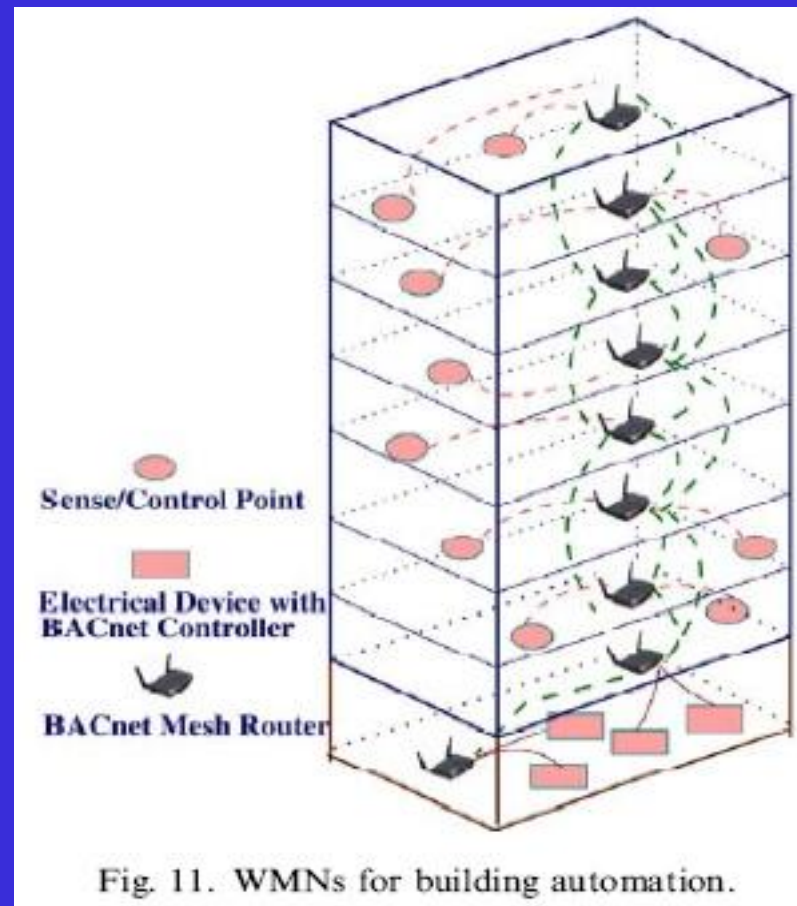
典型应用

运输系统



典型应用

楼宇自动化



影响WMN性能的关键因素

√ 无线电技术

- ü 智能天线

- ü MIMO系统

- ü 多无线电 / 多信道系统

√ 可伸缩性

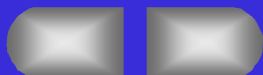
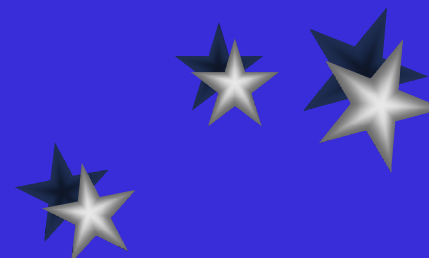
- ü 多跳通信

√ 网状连通性

√ 宽带与QoS

√ 兼容性与互操作性

√ 安全性



关键技术一物理层

√ 正交频分复用OFDM

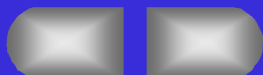
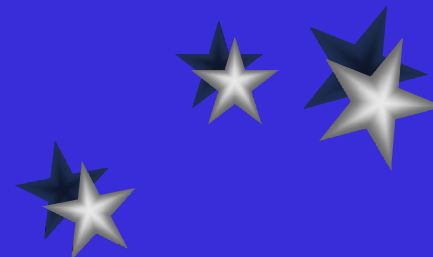
Ø IEEE 802.11 11Mbps->54Mbps

√ 超宽带UWB技术

Ø 只适合于短距离应用，例如WPAN（Wireless Personal Area Network）

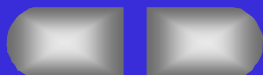
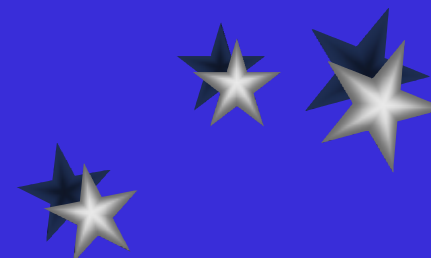
Ø 如果希望在WLAN或WMAN中使用，则需要新的物理层技术

√ 智能天线技术



关键技术 — MAC层

- √支持多跳通信、多点通信
- √分布式与协作式
 - ∅无集中式控制器
- √具备网络拓扑知识，支持网络自组织
- √支持移动管理
 - ∅移动动态改变网络配置
 - ∅网络节点之间需要交换网络拓扑信息



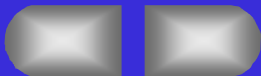
关键技术—MAC层

√单信道MAC

- ∅改进现有MAC协议，结合先进物理层技术跨层设计
- ∅新型MAC协议
 - ü用于WMN的TDMA或CDMA MAC协议

√多信道MAC

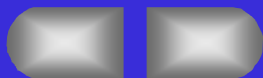
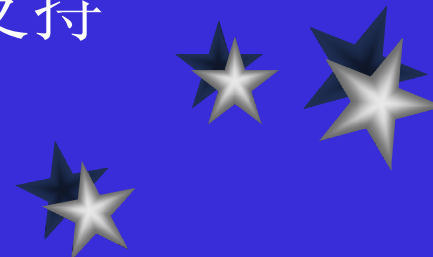
- ∅多信道单收发器MAC
- ∅多信道多收发器MAC
- ∅多无线电MAC
 - ü网络节点支持多无线电，每个都有自己的MAC层和物理层
 - üMUP协议(Multi-radio Unification Protocol)



关键技术 — 网络层

√ 需要考虑的因素

- Ø IP兼容
- Ø 性能指标
- Ø QoS
- Ø 对链路故障的容错能力
- Ø 负载平衡
- Ø 可伸缩性
- Ø 对网状路由器和客户机的自适应支持



关键技术——网络层

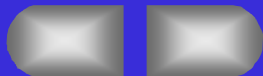
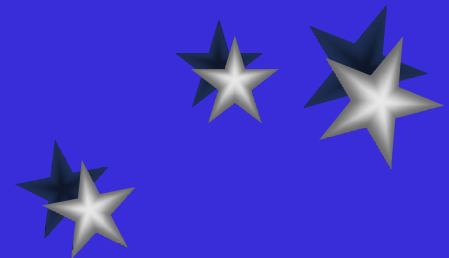
√支持不同性能指标的路由协议

ü链路质量源路由LQSR(Link quality source routing)

√多无线电路由

ü为路由协议设计一个新的网络性能指标—加权累积期望传输时间WCETT (weighted cumulative expected transmission time), 同时考虑链路质量指标和最小跳数

√多路径路由, 支持负载均衡和容错



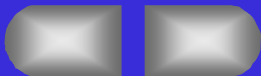
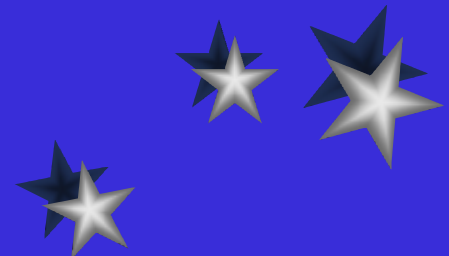
关键技术——网络层

√ 层次路由

- ü 采用一定自组织模式把网络节点分成簇
- ü 每个簇有一个或多个首领
- ü 簇内路由和簇间路由可能使用不同机制

√ 地理路由

- ü 转发分组时仅使用邻近节点和目的节点的位置信息



关键技术——传送层

到目前为止还没有专门为WMN设计的传送协议

√可靠数据传送协议

∅TCP变体

ü区分拥挤和非拥挤丢失

§显式链路故障通知(ELFN)

ü网络不对称

§SACK过滤

§SACK拥挤控制

∅全新传送协议

ü自组织传送协议ATP (Ad hoc Transport Protocol)

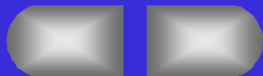
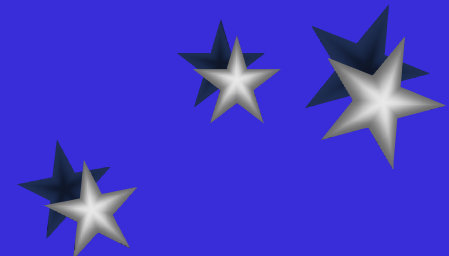
§基于速率

§快启动

§基于延迟的拥挤检测

§无重传超时

§拥挤控制与可靠性



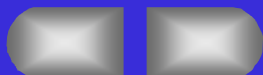
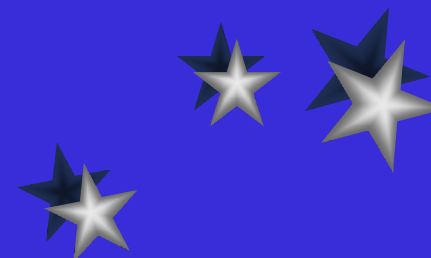
关键技术——传送层

√ 实时提交协议

Ø RTP / RTCP

Ø RCP (Rate Control Protocol)

Ø 自适应检测速率控制 ADTFRC (adaptive detection rate control) 模式 -> MANET



网络管理

√ 移动管理

- ∅ 位置管理与切换管理

- ∅ 位置管理负责位置登记与呼叫提交

- ∅ 切换管理负责切换初始化、新连接生成和呼叫切换的数据流控制

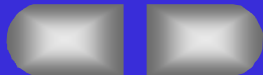
√ 能量管理

- ∅ 网状路由器通常对能耗没有限制

- ∅ 网状客户机通常希望协议是功率有效的

√ 网络监控

AAA(Authentication, Authorization, and Accounting)



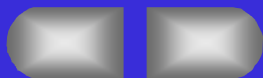
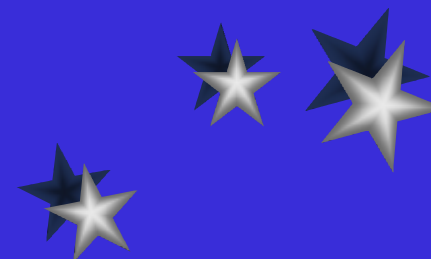
标准

√IEEE 802.11网状网

Ø802.11s标准化ESS(Extended Service Set)

ü为网状网定义MAC层和物理层，增大覆盖面积，同时无单一故障点

ü802.11蜂窝无线LAN接入点逐跳中继信息



标准

√ IEEE 802.15 网状网

Ø IEEE 802.15.3a

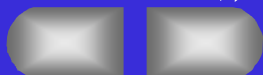
ü 使用UWB，高达480Mbps

Ø IEEE 802.15.4

ü 遥测：低数据速率，长电池寿命，低设备成本

Ø IEEE 802.15.5

ü 确定在WPAN中实现网状联网而在物理层和MAC层所必需的机制



标准

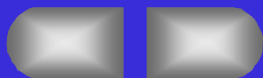
√IEEE 802.16网状网

ØIEEE 802.16的目标

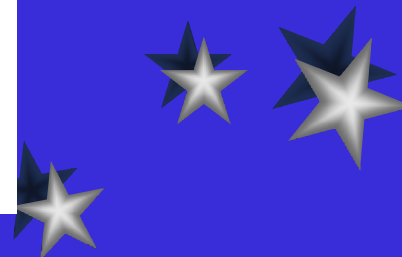
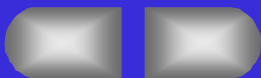
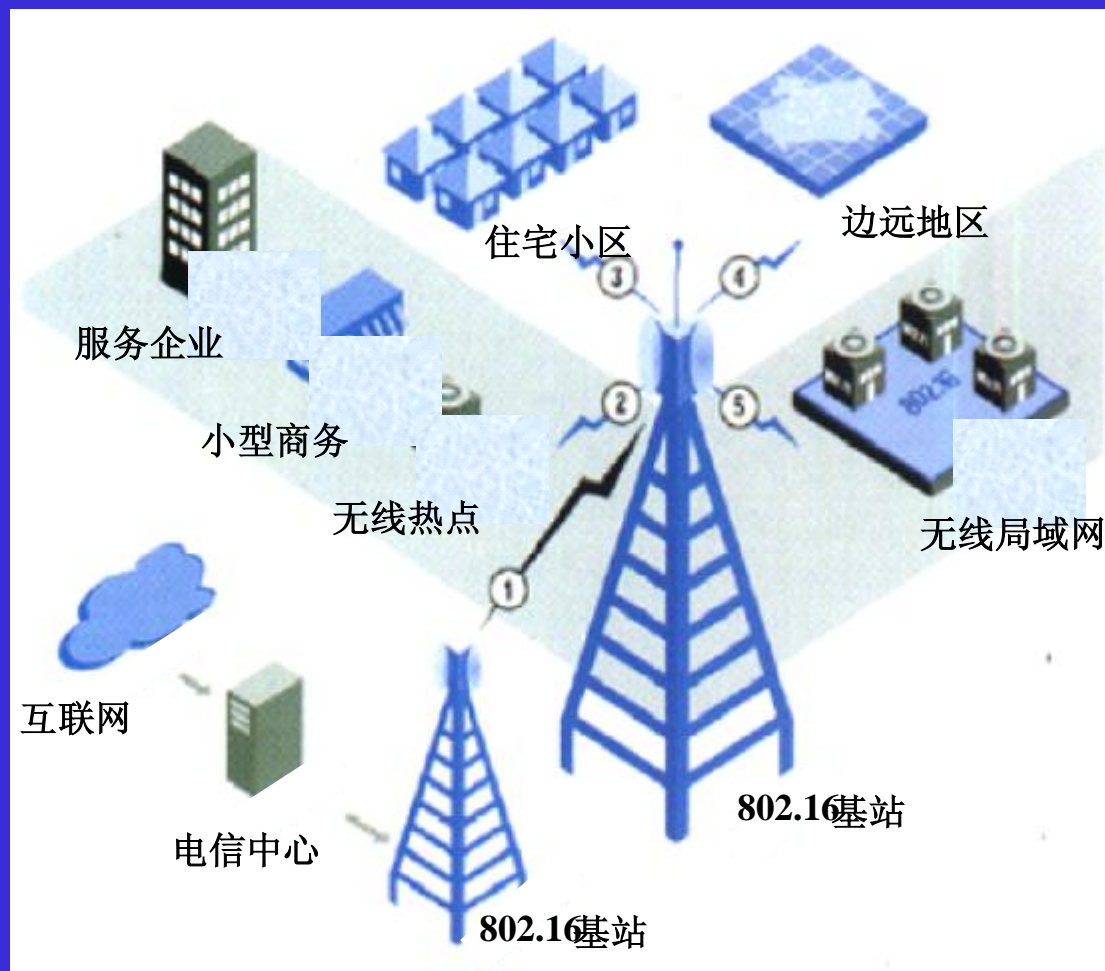
ü在城域网中提供宽带无线接入服务，从而拓展光纤主干

ü支持点对多点QoS通信

üWiMAX是IEEE 802.16标准的业界版本



WiMAX网络结构



WiMAX协议——802.16系列标准

IEEE802.16标准族对比简表

	802.16	802.16a	802.16e
完成时间	2001年12月	2003年1月	预计2005年底到2006年初
工作频段	10~66GHz	2~11GHz	2~6GHz
通道状态	视距 (2km)	非视距 (50km)	非视距
数据速率	32~134Mbps (28MHz频段)	超过75Mbps (20MHz频段)	超过15Mbps (5MHz频段)
调制技术	QPSK、16-QAM、 64-QAM	OFDM (次级信号) QPSK、16-QAM、 64-QAM	与802.16a相同
可移动性	固定	固定	一定的可移动 (慢速), 区域漫游
信道频宽	20、25、28MHz	1.25至20MHz可调	上行链路与802.16a 相同 (节能)
有效范围	2km左右	最大50km	2km左右

谢谢!

