



An overview of Ad-Hoc and Peer-2-Peer systems

Costantino Pistagna
pistagna@dmi.unict.it



Ananas: An Ad-Hoc Architecture

Il sistema è basato sull'uso combinato di:

- **Un classico algoritmo di routing**
- **Interfacce adhoc virtuali**

Ananas permette un supporto completo per il protocollo IP su reti adhoc.
Sono inclusi i sistemi di auto-configurazione come ad esempio DHCP.

fornisce, inoltre:

- **Connettività internet.**
- **Compatibilita' con i servizi internet esistenti.**
- **Compatibilita' con i protocolli esistenti (ie. Multicast).**



Ananas propone un modo per risolvere alcuni problemi comuni a tutti i sistemi wireless odierni:

- **Il problema della scalabilità**
- **Il problema del partizionamento delle reti.**

Una rete adhoc consiste di un insieme di piattaforme mobili che utilizzano sistemi di comunicazione wireless.

In una rete *RAW*, non e' possibile usufruire di networking avanzato!

In un sistema *FLAT*, neanche gli schemi di comunicazione basilari sono supportati:

- Non è possibile comunicare con nodi fuori dal nostro range (*MULTIHOPS*)

Dal momento che le reti *adhoc* sono caratterizzate dall'assenza di una backbone *WIRED* / *WIRELESS* (comunque fissa)

Queste infrastrutture devono essere integrate nei sistemi mobili.



Per essere efficienti le strutture, i nodi devono cooperare e quindi:

auto-organizzarsi in accordo all'architettura

Quello che chiamiamo architettura è un insieme di regole e meccanismi che permettono l'utilizzo di servizi ed abilitano i nodi all'internetworking.

Esempi di servizi sono:

- **Routing multi-hops**
- **Multicast**
- **Broadcast**
- **Pieno supporto IP**
- **Auto-configurazione**
- **Connettività internet.**



Comunicazione tra peers distanti

La richiesta fondamentale per un ambiente **ad hoc** è permettere

La comunicazione tra tutti i peers del network

In termini piu' specifici, è richiesta **capacità** di **routing** mobile tra peers in un ambiente / dominio **puramente wireless**.

un generico nodo deve essere in grado di raggiungere ogni altro nodo!



Meccanismi di Routing

Alcuni nodi potrebbero essere fuori range, o non condividere nessun mezzo di trasporto (periferiche wireless incompatibili, ad esempio)

E' necessario, quindi, definire dei meccanismi più complessi di routing che permettano una sorta di routing MULTIHOPS tra nodi.

I meccanismi di routing devono essere implementati per garantire connettività intranet tra i nodi.

Questi meccanismi devono, inoltre, assicurare:

- **Unicast**
- **Broadcast**
- **Multicast**
- **Routing-unicast**



Routing Wired VS. Routing Wireless

Il paradigma di **routing** è il fattore principale che guida il disegno di una rete.

Il problema del **routing** in una struttura **adhoc** è un punto cruciale per l'interconnettività tra **peers**.

Il routing in un network ad-hoc puro, si scontra con due problematiche principali:

- Le soluzioni tradizionali proposte nel classico mondo di internet, o nei cellulari provano a propagare **velocemente** i cambiamenti di topologia.

Queste soluzioni si basano sull'assunzione che il network sia **stabile**.

Tali assunzioni *non possono* venire mantenute nelle reti **adhoc**!



Routing Wired VS. Routing Wireless

La seconda classe di assunzioni fatte dalle soluzioni di internetworking classico, riguardano la **conoscenza**:

- I networks odierni, si basano sulla possibilità di potere **accedere** a databases distribuiti mantenuti dagli operatori nella stessa rete o network dedicati.

Questo punto di vista non è compatibile con reti adhoc mobili!

Devono essere utilizzati, algoritmi di routing **specifici**

Il primo servizio da garantire riguarda l'**interconnessione** tra reti.

- Se un nodo che usa tecnologie wireless A e B (ie. 802.11, Bluetooth) deve comunicare con ogni altro nodo che possiede un'interfaccia con tecnologia A o B, allora deve operare su un **multigrafo**

Un **MULTIGRAFO** è composto da più **GRAFI** fisici, garantendo connettività tra ogni punto.

Il secondo servizio che deve essere supportato da una rete adhoc e' il **broadcast**.

- Come in altri network, un nodo puo' richiedere di inviare un messaggio a tutti gli altri nodi. Questa funzionalità deve essere supportata in maniera efficiente nel livello adhoc.

Una rete adhoc deve anche poter fornire **multicast**



Multicast ed AdHoc Layer

La fornitura del servizio di multicast a livello adhoc, è una sfida davvero grande, se comparata alle reti esistenti, principalmente per alcune caratteristiche intrinseche dei sistemi adhoc:

- **Mancanza di infrastrutture**
- **Natura del sistema altamente dinamica**

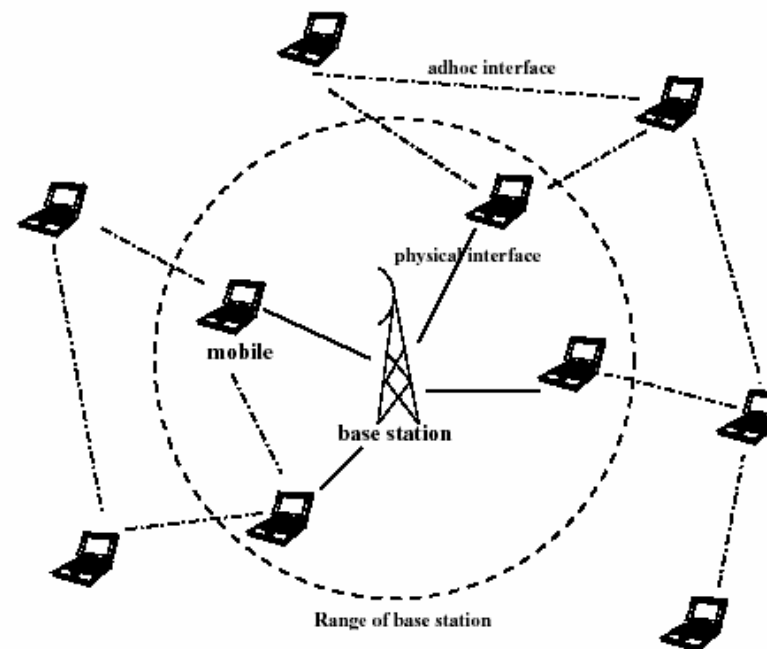
Un servizio **multicast** dovrebbe permettere a gruppi di membri di entrare o lasciare il network secondo le esigenze e non bisognerebbe imporre nessuna specifica assunzione circa la **mobilità** dei nodi.

Una volta che la **connettività fisica** e' stata fornita, il secondo servizio che bisogna offrire in una rete adhoc e' il sistema di stack **TCP/IP**.

Tutte le applicazioni odierne, sono sviluppate sul TCP/IP. Ogni nodo deve essere in grado di sfruttare tutte le caratteristiche offerte da TCP/IP.

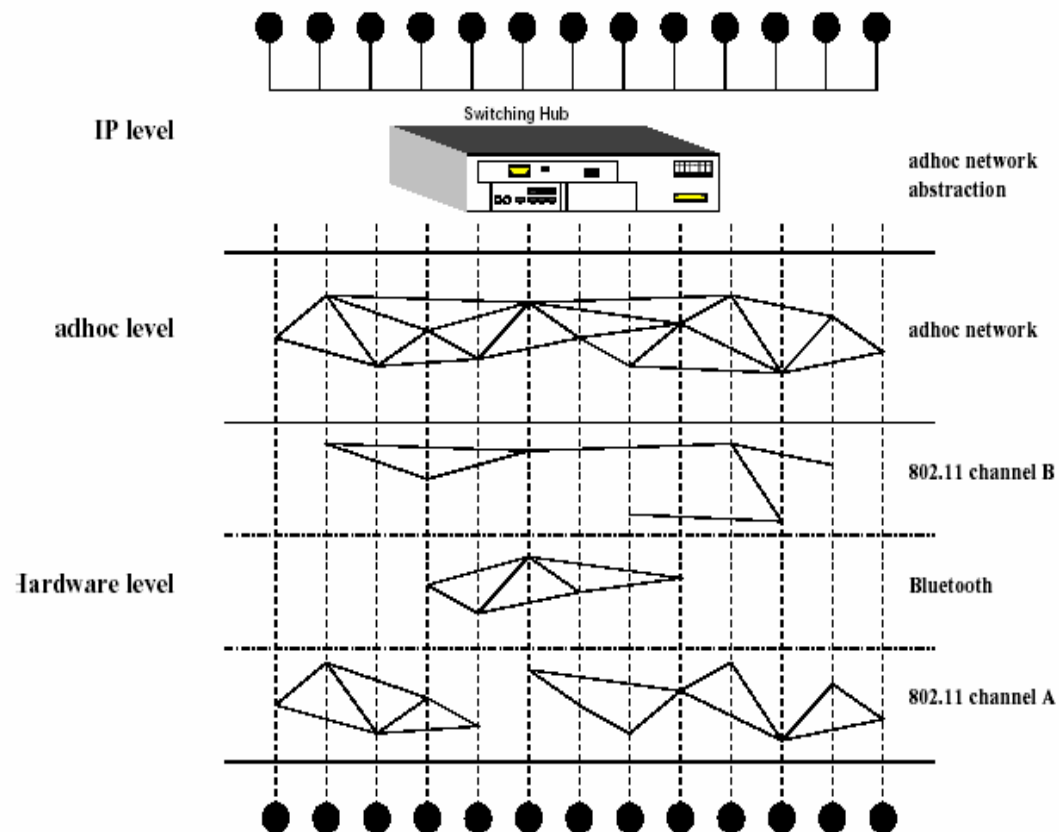
Infine è importante offrire un sistema di **IP Mobility**.

- Se è presente un sistema di **auto-configurazione**, un nodo mobile deve essere in grado di muoversi dentro il network adhoc, effettuare tutte le politiche di gestione IP necessarie per **mantenere** il proprio indirizzo e **continuare** la sua **sessione di lavoro**.



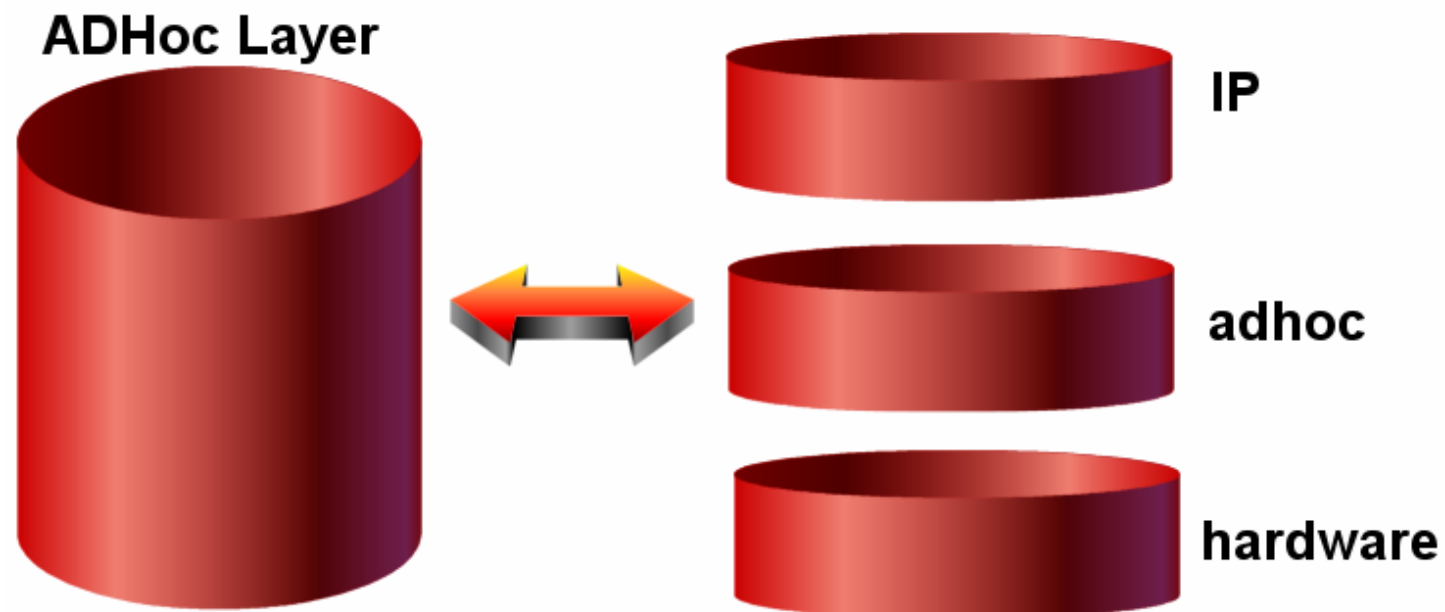
Per capire l'approccio usato, e' importante fornire una maggiore granularità nel layering dello stack TCP/IP.

Possiamo posizionare il livello **AdHoc** in uno stadio intermedio chiamiamolo **2.5** tra il livello 2 (**MAC**) ed il livello 3 (**IP**)



L'architettura proposta, spezza un network adhoc in 3 livelli di astrazione:

- **livello hardware**
- **livello adhoc**
- **livello IP**





hardware

- Il livello hardware si appoggia su una realtà fisica
- Gli altri due sono **astrazioni mentali**

Il livello hardware è un **insieme** di reti differenti.

Un network hardware è l'insieme di tutte le interfacce che sono fisicamente in grado di comunicare tra loro.

A questo livello, la nozione di **abilità di comunicazione** è legata alla **compatibilità** tra periferiche wireless

L'effettiva possibilità di comunicazione, non è considerata.



hardware

Due interfacce che appartengono alla stessa **rete hardware**, se per esempio, appartengono allo standard 802.11 emettono sullo stesso canale.

- In un network hardware, gli indirizzi fisici (**MAC**), identificano le interfacce.
- Non ci sono meccanismi di routing.
- L'unico schema di comunicazione disponibile è la trasmissione "ONE-HOP".



adhoc

Il livello adhoc **definisce** la rete adhoc.

Una rete adhoc è la **combinazione di tutte le reti fisiche.**

A questo livello, l'elemento base non è più l'interfaccia ma il **nodo**.

Non facciamo distinzione tra interfacce ma vediamo soltanto nodi con singole interfacce:

l'interfaccia adhoc connessa alla rete

Un'unica periferica adhoc e' astratta da tutte le periferiche wireless.

Il grafo di **connettività** è la fusione dei tre grafi di connettività fisica.



adhoc

In una rete **adhoc**, gli elementi sono chiamati usando un **identificatore** di nodo univoco: *l'indirizzo adhoc*.

E' presente il servizio **multi-hops**.

- Un nodo può **inviare** pacchetti ad un nodo **distante** svariati hops. I pacchetti sono **commutati** tra i nodi adhoc, in maniera dipendente dall'indirizzo adhoc di **destinazione**.
- Mentre è commutato, un pacchetto può raggiungere la destinazione attraverso una **qualunque** delle periferiche fisiche disponibili.
- Il percorso seguito è determinato dal protocollo di routing.
- Il protocollo di routing è dipendente dall'architettura scelta/usata.



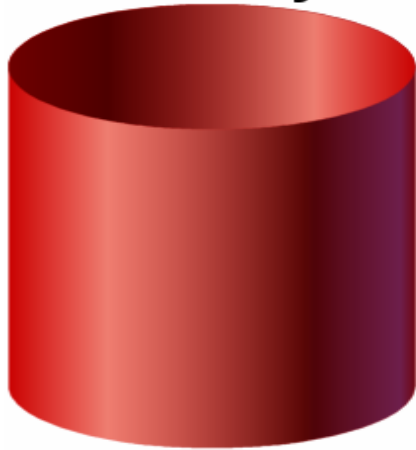
A questo livello, un network **ad hoc** è visto come un **bus ethernet**.

E' considerato come un link ethernet **switched**.

- Un nodo viene **cercato** come un' interfaccia ethernet classica.
- Un nodo con più periferiche di rete fisiche **possiede solo un interfaccia** da punto di vista IP
- I nodi sono identificati dagli indirizzi IP e viene effettuata **comunicazione IP classica tra i nodi**.
- I pacchetti IP sono emessi e ricevuto attraverso **l'interfaccia virtuale ad hoc**, transitando nel network IP astratto.
- Tutto il lavoro di commutazione effettuato a livello ad hoc e' **trasparente**.
- Questa architettura offre una completa compatibilità con il livello IP attuale.

255.255.255.255 - Raggiunge tutti i nodi di un network ad hoc!

ADHoc Layer



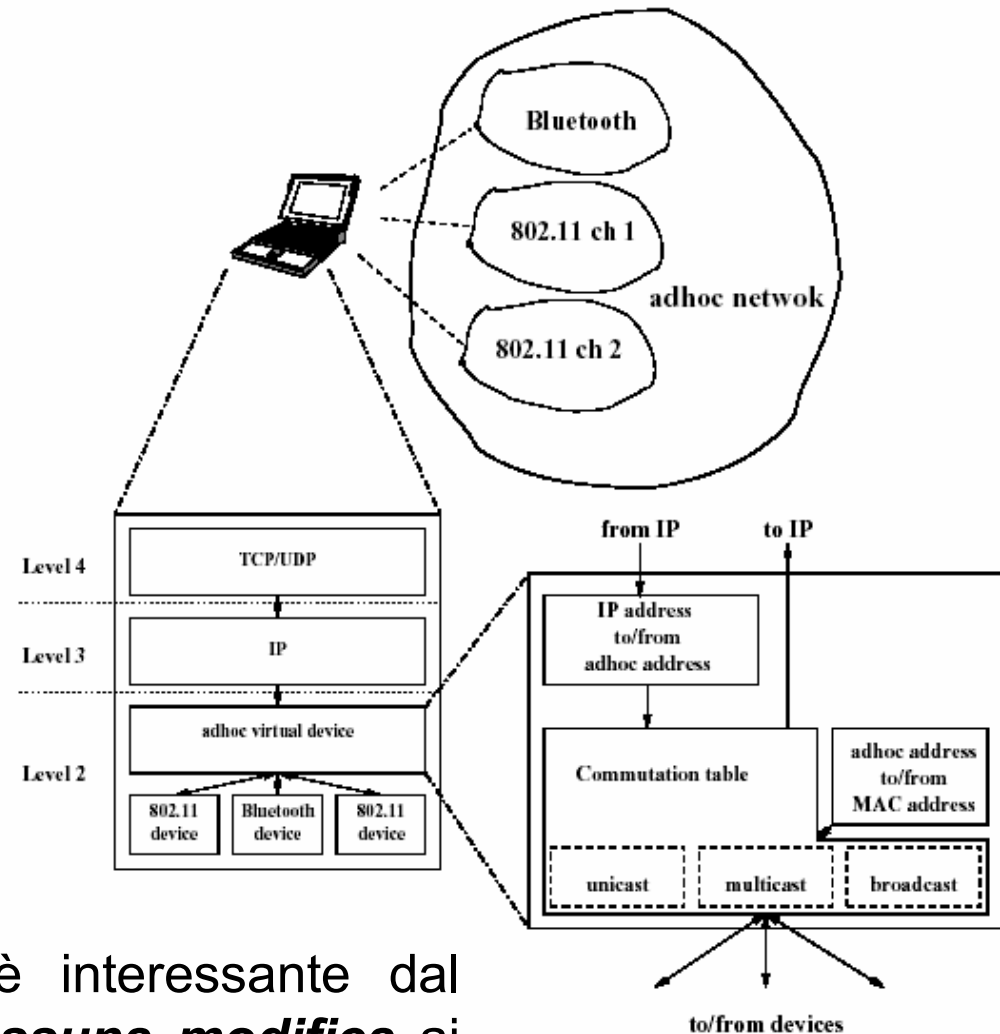
Effettuare un **DHCP** è possibile, dal momento che i nodi adhoc sono raggiungibili anche se non hanno un IP configurato.

La comunicazione e' effettuata a livello **adhoc**, quindi non sono richiesti indirizzi ip per comunicare.

*Il ruolo di un interfaccia **adhoc virtuale**, è nascondere le differenze fisiche tra le periferiche di comunicazione.*

- Fornisce l'**illusione** di una singola **Rete Virtuale**.
- A livello **AdHoc**, questa rete è un rete **Wireless Multi-Hop**.
- A livello **IP**, la stessa rete, e' un link **Ethernet Standard**.
- Per i livelli sopra, l'interfaccia viruale agisce come un'interfaccia classica.

- Per il livello sottostante, ad esempio il **link layer**, l'interfaccia virtuale agisce come un **protocollo a livello superiore**.
- Dopo la ricezione di un pacchetto che è transitato attraverso il **network adhoc**, il pacchetto è passato verso **l'interfaccia virtuale**.



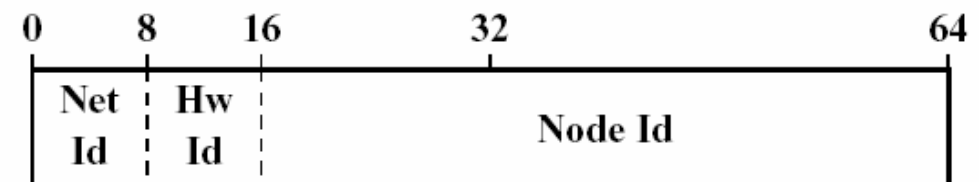
Questa particolare architettura è interessante dal momento che non è richiesta **nessuna modifica** ai **drivers** delle periferiche e/o allo **stack tcp/ip**.

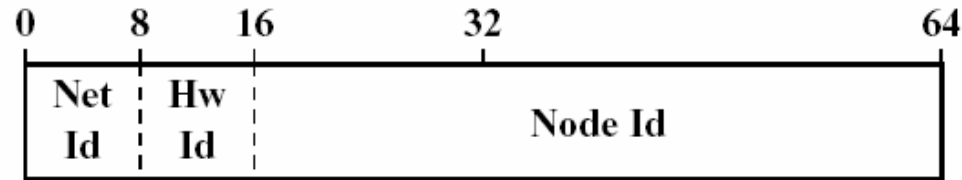
Per trasmettere pacchetti da un nodo **adhoc** all'altro le interfacce virtuali devono essere **indirizzate**.

Introdurre un network logico e interfacce logiche, richiede l'introduzione di un corrispondente processo di assegnazione di nomi logico.

Le interfacce virtuali sono **indirizzate** usando indirizzi **adhoc**. la struttura di un indirizzo ha tre campi:

- **identificazione rete**
- **identificazione hardware**
- **identificazione nodo.**





- **NetId** ci dice a quale network adhoc l'interfaccia è connessa. Il valore di default e' 0; significa che non e' definita nessuna rete particolare oppure che l'interfaccia non e' ancora stata configurata.

Per ogni *interfaccia virtuale*, è estratta una *periferica fisica*

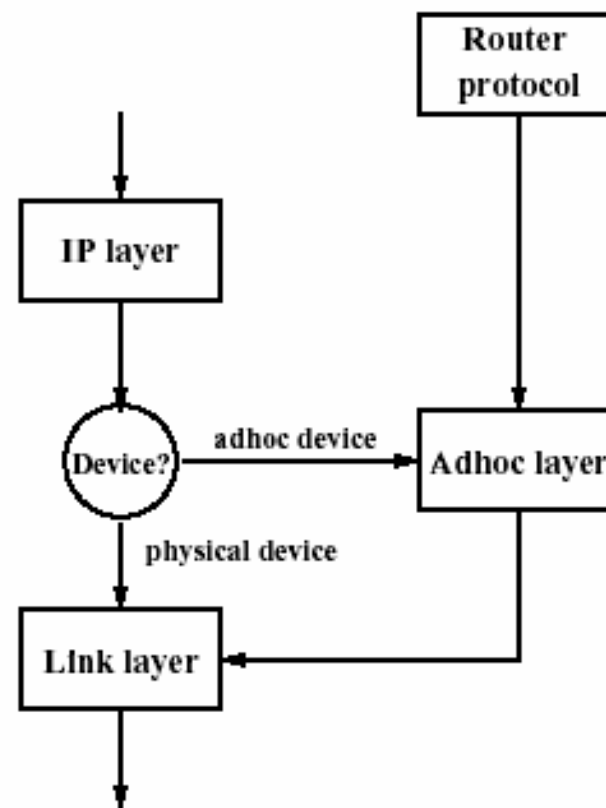
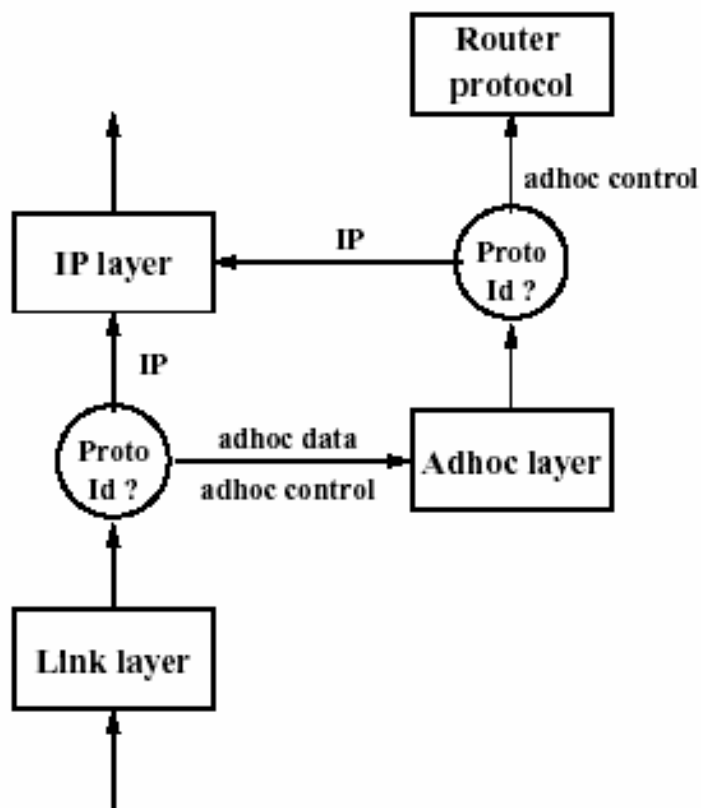
- **HwId** è riempito con il tipo di hardware della periferica scelta.
- **NodeId** è riempito, invece, con l'indirizzo fisico della periferica scelta.

Destination adhoc Address		
Source adhoc Address		
Hop Count	Protocol ID	Group Sequence / None

Il ruolo di un'interfaccia virtuale è **commutare** pacchetti tra periferiche

Dopo la ricezione di un pacchetto, l'interfaccia decide:

- **Dove mandare il pacchetto**
- **Attraverso quale interfaccia**
- **Verso quali nodi**
- **Se deve forwardare il pacchetto ai livelli superiori**

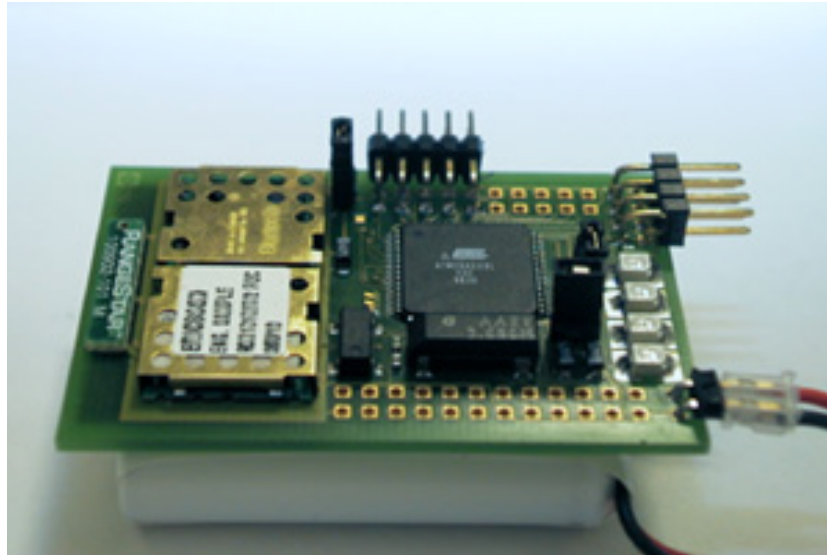


Destination adhoc address	Next hop adhoc address	Next hop interface address
00 : 01 : 00 : 02 : 2D : 27 : : 43 : F6	00 : 01 : 00 : 02 : 2D : 27 : 43 : A0	00 : 02 : 2D : 27 : 43 : A0 00 : 02 : 2D : 27 : 43 : A0
00 : 02 : 00 : D5 : 90 : AF : 2A : 0D	00 : 02 : 00 : D5 : 90 : AF : 2A : 0D	10 : D0 : 59 : 65 : D0 : 0D 10 : D0 : 59 : 65 : D0 : 0D

Un'**interfaccia virtuale** possiede **tabelle di commutazione**, gestite da un protocollo di routing (ie. OLSR, AODV, TBRPF).

il protocollo di routing e' **indipendente**

Il suo ruolo è **computare, scoprire** instradamenti e **configurare** le tabelle nelle interfacce adhoc.



Utili nelle comunicazioni **wireless** a corto raggio (**bluetooth**).

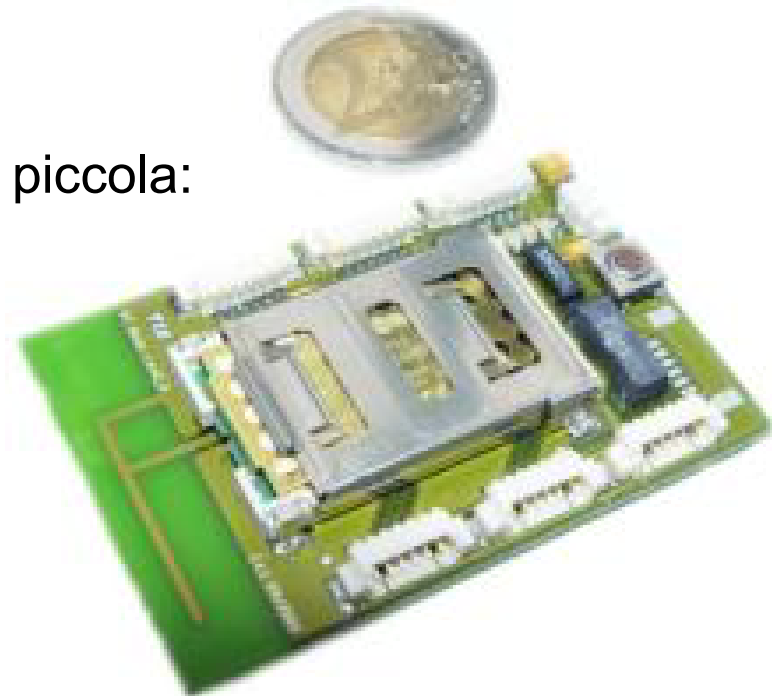
Non è consigliabile utilizzare un intero PC per ogni transceiver Bluetooth!

E' necessario cercare una soluzione piu' piccola:

Laptop + PC-card = 32x25x4cm

Ipaq + CF-card = 15x10x2cm

Microcontroller + BT = 6x4x0.5cm





Bluetooth - Cenni

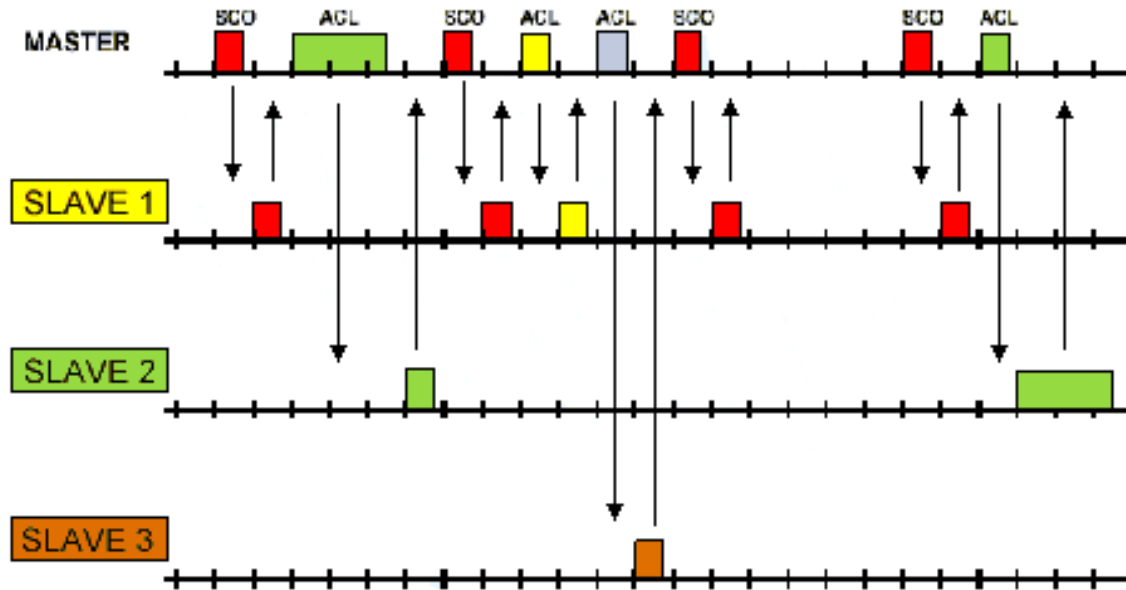
Una soluzione di questo tipo, non può avere un **SO completo**.

Può, invece, supportare un'interfaccia **HCI** (*Host Controller Interface*), uno **scheduler** ed uno **spazio** per conservare le funzioni ed i dati.

Bluetooth è un sistema wireless *orientato alla connessione*.

Assicura *interoperabilità* tra periferiche differenti e permette lo sviluppo di applicazioni attraverso *un'interfaccia standard*.

Frequency Hopping



Comparato con gli altri sistemi che operano sulle stesse bande, il **bluetooth** tipicamente effettua un maggior numero di **hops** ed usa pacchetti molto più **piccoli**.

Bluetooth utilizza il “*frequency hopping*” sui timeslots.

Pacchetti piccoli e hopping continuo/veloce, **limitano** l'impatto dei **disturbi** da altre sorgenti.

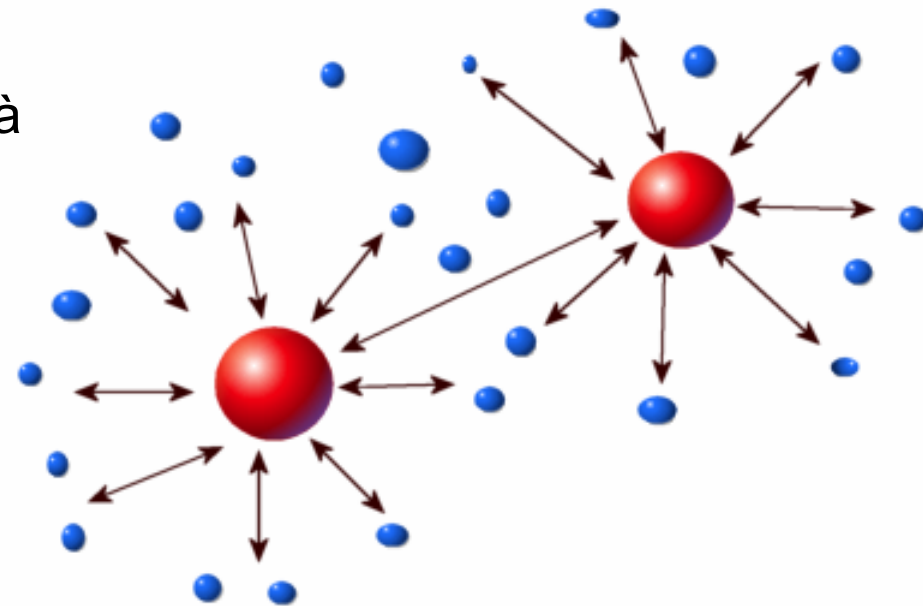
Le reti di periferiche **Bluetooth** sono organizzate in **Piconets**.

Ogni **Piconet** può essere **Master** o **Slave**

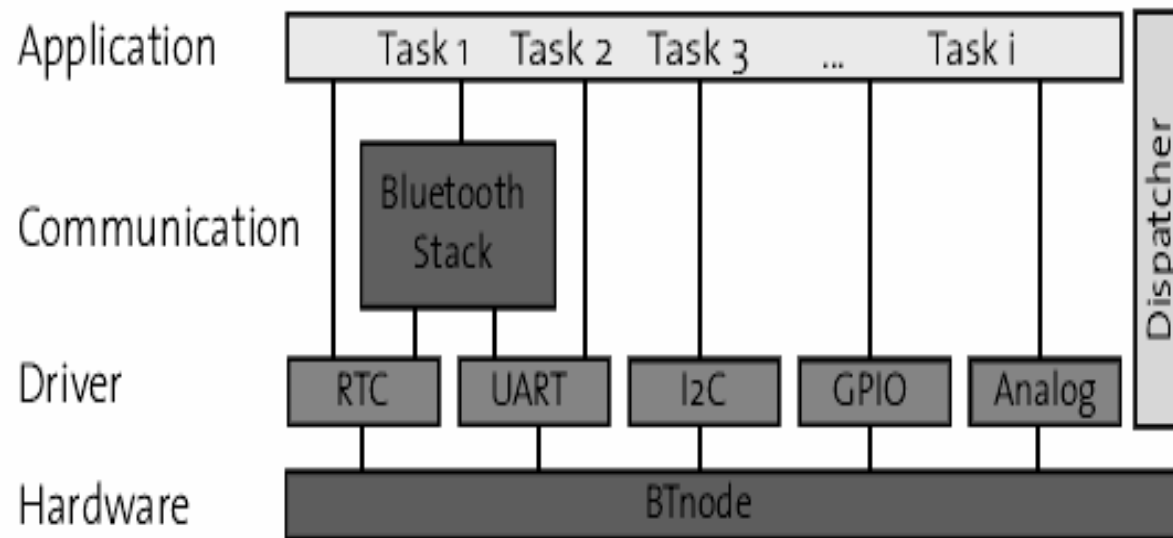
L'arrangiamento del network è di tipo a **stella**, con possibilità di **connessione** delle **sotto-stelle**.

Bluetooth offre alcune funzionalità avanzate quali:

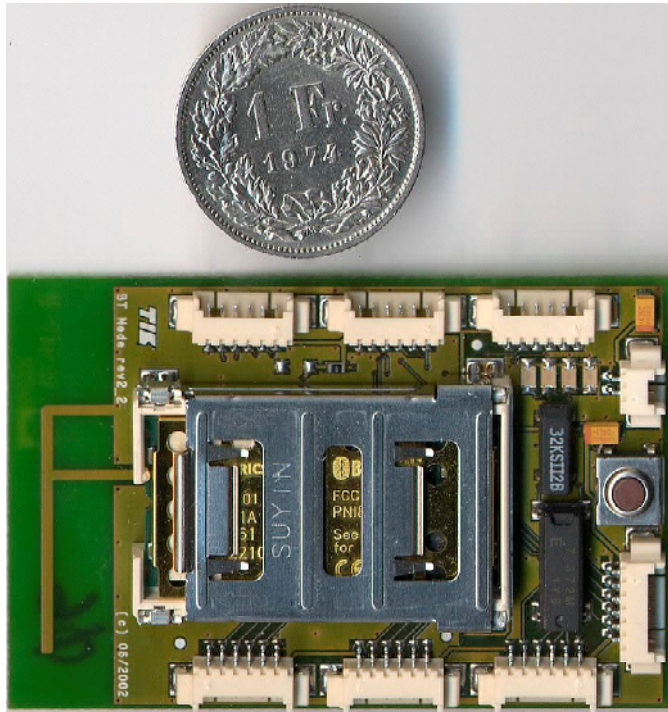
- **multiplexing**
- **audio integrato**
- **link keys**
- **encryption**



La differenza principale con gli altri sistemi **wireless**, risiede nel fatto che lo sviluppatore non ha a che fare con **interfacce MAC** ma con **canali di comunicazione dedicati**.



HCI nasconde la maggior parte delle astrazioni di **basso livello**, lasciando al programmatore le problematiche dei **livelli alti**.



BTNode è un sistema di comunicazione wireless *autonomo*

E' basato su un modulo bluetooth ed un micro-controllore.

Il **sistema operativo** utilizzato è *leggero* ed *essenziale*.

Costituito essenzialmente da *drivers* a basso livello guidati da *interrupts*

ed un sistema *multithread* per lo **scheduling/dispatching** dei messaggi.



References:

-) Guillaume Chelius and Éric Fleury: A New Adhoc Network Architectural Scheme
-) S. Corson and J. Macker. Mobile ad hoc networking (MANET): Routing protocol performance issues and evaluation considerations. IETF RFC 2501, January 1999.
-) Z. Haas and M. Pearlman. Providing ad-hoc connectivity with the reconfigurable wireless networks. In Proceedings of the ACM SIGCOMM '98, September 1998.
-) H. Holma and A. Toskala, editors. WCDMA for UMTS. Wiley, 2001.
-) Y. Hu, J. Jetcheva, D. Johnson, and D. Maltz. The dynamic source routing protocol for mobile ad hoc networks (DSR). Internet Draft (work in progress), November 2001.

Contacts:

Costantino Pistagna - pistagna@dmf.unict.it