



Lezione 19



Programmazione Android



- Tecnologie di rete
 - Networking TCP/IP
 - Il Connectivity manager
 - Bluetooth
 - Wi-fi direct



Networking TCP/IP



Visione generale

- Il networking via TCP/IP su Android è **completamente standard**
- Vale tutto quanto conoscete sul networking in Java
- Il S.O. Utilizza tutti i “trucchi” soliti per garantire (best-effort) il delivery dei vostri pacchetti
 - Routing su reti di diverso tipo (wi-fi o cellulari)
 - Gestione dinamica al variare della connessione



Esempio

ovvero

Networking in Java in 2 slide



- Server-side

```
try {  
    ServerSocket ss = new ServerSocket(8080);  
    while (!done) {  
        Socket s = ss.accept();  
        servi(s);  
    }  
} catch (...) { ... }
```

- Client-side

```
try {  
    Socket s = new Socket(server, 8080);  
    ordina(s);  
} catch (...) { ... }
```



Esempio

ovvero

Networking in Java in 2 slide



- Letture e scritture su rete avvengono tramite gli *stream* tipici di Java
 - Dal Socket si estraggono `InputStream` e `OutputStream`

```
InputStream is = s.getInputStream();  
OutputStream os = s.getOutputStream();
```
 - Letture e scritture avvengono come normale
 - Tipicamente, incapsulando gli stream in `BufferedStream`, `PrintWriter`, `DataInput/OutputStream`, `ObjectInput/OutputStream`, ecc.



Concorrenza



- Naturalmente, le operazioni su rete possono essere lente e/o bloccanti
 - **Mai** accedere alla rete nel thread UI!
- È anche poco comune avere un server sul cellulare
 - Il server dovrebbe, per sua natura, essere in esecuzione *sempre...*
 - L'approccio di Android è che i programmi utente dovrebbero essere in esecuzione *mai...*
 - Per ricevere notifiche push, si usano altre strade

Batteria

- Le operazioni su rete consumano in genere molta energia (specialmente in trasmissione)
 - Necessaria perché i segnali radio siano ricevuti a destinazione
- È opportuno cercare di minimizzare il consumo
 - Trasferire pochi dati (aiuta anche con i costi)
 - Mantere delle cache quando possibile
 - Fare *coalescing*: poche comunicazioni “grosse”
 - Ogni ri-accensione dei modem 3G richiede tempo e energia
 - Se dovete fare una comunicazione, fatene tante insieme!



Il ConnectivityManager



ConnectivityManager



- Il ruolo del ConnectivityManager è di fornire informazioni sulle reti accessibili al dispositivo
 - Momento per momento

- Si tratta dell'ennesimo servizio di sistema:

```
ConnectivityManager cm = (ConnectivityManager)  
    getSystemService(Context.CONNECTIVITY_SERVICE);
```

- Ogni network è rappresentato da un oggetto

```
NetworkInfo[] ni = cm.getAllNetworkInfo();
```

```
NetworkInfo currni = cm.getActiveNetworkInfo();
```

```
NetworkInfo wfni = cm.getNetworkInfo(NetworkInfo.TYPE_WIFI);
```

NetworkInfo

- Un oggetto NetworkInfo mantiene tutte le informazioni disponibili su un particolare network
- Tipi supportati:
 - TYPE_BLUETOOTH
 - TYPE_DUMMY
 - TYPE_ETHERNET
 - TYPE_MOBILE
 - TYPE_MOBILE_DUN, TYPE_MOBILE_HIPRI, TYPE_MOBILE_MMS, TYPE_MOBILE_SUPL
 - TYPE_VPN
 - TYPE_WIFI
 - TYPE_WIMAX

API 21+

Nota: negli US, Google è appena diventato un VNO (virtual network operator), e ha annunciato di voler instradare le chiamate vocali sulle sue reti VPN...



NetworkInfo

- Una volta ottenuto un NetworkInfo, si possono chiedere le caratteristiche di dettaglio della rete
 - Info: getType(), getTypeName(), getDetailedState(), getExtraInfo()
 - Stato: isAvailable(), isConnected(), isFailOver(), isRoaming() isConnectedOrConnecting(),
 - Errori: getReason()



Notifiche



- Il ConnectionManager invia degli Intent broadcast ogni volta che cambiano le condizioni della rete
 - Action CONNECTIVITY_ACTION
 - Extras contiene ulteriori info
- Potete registrare un BroadcastReceiver nel manifest, con un intent filter
 - Ma in questo caso, il vostro codice verrà eseguito **sempre**, anche quando l'app non è in esecuzione
- Oppure, registrare dinamicamente il receiver
 - Di solito, in onCreate() / onDestroy()



Uso delle notifiche per ottimizzare la batteria



- Un'applicazione può ricevere notifiche che segnalano il passaggio a un nuovo tipo di rete
 - Per esempio, fra wi-fi e cellulare
- In molti casi, è utile modificare i pattern di accesso alla rete in base al tipo (e alle preferenze)
 - Per esempio, scaricare un podcast solo su wi-fi, ma ricevere le notifiche sulla disponibilità di una nuova puntata anche su 3G
- Nei casi di polling, ricordarsi degli inexact alarms
 - Si può fare coalescing anche fra app diverse!



Bluetooth



Bluetooth



- Bluetooth è la più diffusa tecnologia per le *personal area network*
 - L'idea è di offrire connettività solo a dispositivi che sono in prossimità fisica alla persona dell'utente
 - Protocollo complicato, prevede molti *profili* per diverse classi di dispositivi
 - Auricolari, trasferimento file, streaming di audio in casa, dispositivi medicali, ecc.
- Ci interessa in particolare il profilo RFCOMM
 - Comunicazioni seriali in radiofrequenza

Pairing & co.

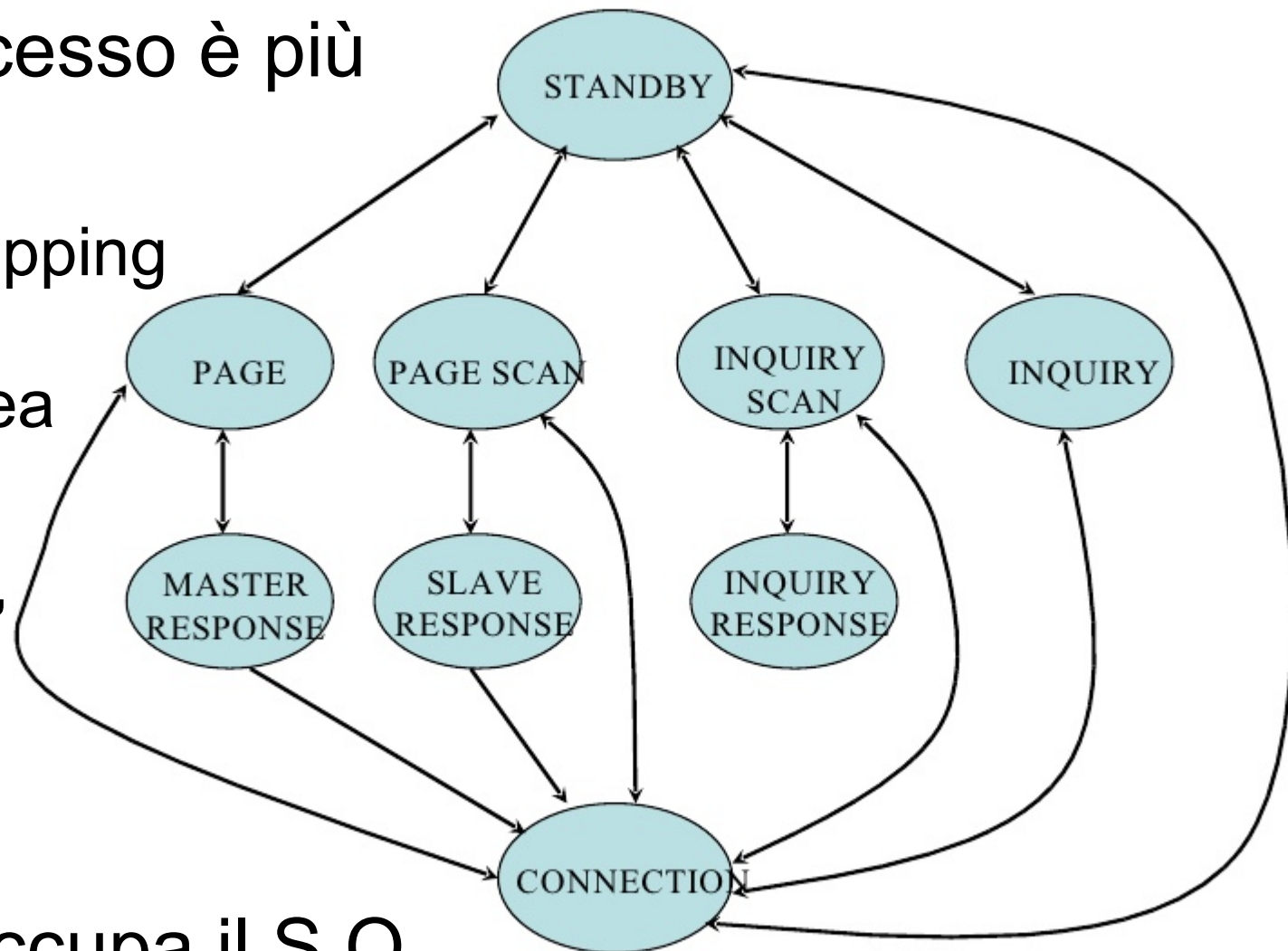
- Bluetooth prevede che i dispositivi debbano essere *accoppiati* prima di poter scambiare dati a livello applicativo
 - Naturalmente, possono scambiare dati anche prima (per esempio, i loro nomi e classi), ma solo a livello di protocollo
- L'accoppiamento deve confermare la volontà dell'utente/proprietario di entrambi i dispositivi
 - Per questo motivo, richiede in genere un segnale esplicito da parte sua: passkey (PIN)

Pairing & co.

- Un dispositivo Bluetooth può quindi essere in diversi stati
 - Spento: modulo Bluetooth non attivato
 - Acceso, ma non discoverable
 - Discoverable ma non paired
 - Discoverable e paired
 - Paired e non discoverable
- D'altra parte, l'altro dispositivo può attivamente cercare dispositivi discoverable o no

Pairing & co.

- In realtà il processo è più complesso
 - Frequency hopping su 12 canali diversi per area geografica
 - Point-to-point, piconet, scatternet
 - Master/slave
- ... ma se ne occupa il S.O.



Le classi principali

- Nella maggior parte dei casi, si usano 4 classi
 - **BluetoothAdapter** – rappresenta la scheda di rete
 - **BluetoothDevice** – rappresenta un dispositivo
 - **BluetoothServerSocket** e **BluetoothSocket**
 - Analoghi a ServerSocket e Socket del networking TCP/IP
- Esistono poi diverse altre classi
 - Specializzazioni per particolari profili
 - Classi che descrivono i meta-dati dei profili
 - Non le vedremo...

BluetoothAdapter

- In teoria, un dispositivo potrebbe avere più adapter Bluetooth; occorre quindi prendere una particolare istanza, per esempio:

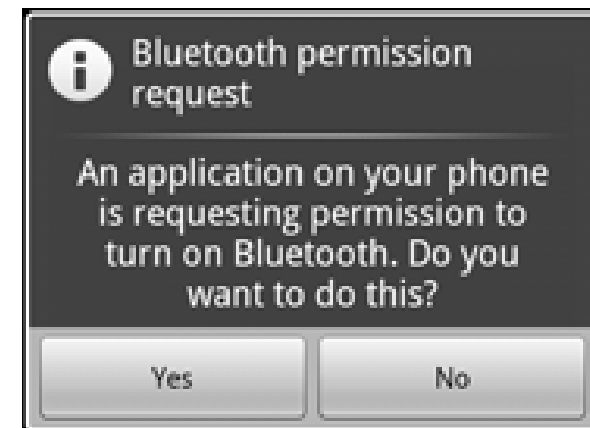
```
BluetoothAdapter bta =BluetoothAdapter.getDefaultAdapter();
```

- Se **bta** è null, il dispositivo non supporta BT
- Altrimenti, si controlla se BT è abilitato, e in caso contrario si chiede all'utente di abilitarlo

```
if (!bta.isEnabled()) {  
    Intent i=new Intent(BluetoothAdapter.ACTION_REQUEST_ENABLE);  
    startActivityForResult(i, 1);  
}
```

Abilitare Bluetooth

- L'utente a questo punto è libero di decidere se abilitare o meno BT
- L'activity che risponde all'intent è un dialog di sistema
- Verrà poi chiamata la `onActivityResult()` passando un risultato che indica l'esito



```
void onActivityResult(int code, int res, Intent data) {  
    If (code==1) {  
        If (res==RESULT_OK) { /* BT abilitato! */ }  
        if (res==RESULT_CANCEL) { /* nient! */ }  
    } ...  
}
```



Abilitare Bluetooth



- In alternativa, è anche possibile registrarsi per ricevere l'intent broadcast con action `BluetoothAdapter.ACTION_STATE_CHANGED`
- Gli extra dell'intent contengono informazioni sullo stato corrente
 - L'app può anche fare “piggybacking” – *non* richiede lei di attivare il BT, ma è pronta a partire se qualcun altro lo attiva
 - Stessa tecnica per scoprire la disattivazione

Discovery



- Il secondo passo consiste nello scoprire con quali BluetoothDevice possiamo comunicare
- Dispositivi paired in passato (e registrati):

```
Set<BluetoothDevice> devs = bta.getBondedDevices();
```
- Dispositivi discoverable e in range:

```
IntentFilter f = new IntentFilter(BluetoothDevice.ACTION_FOUND);  
registerReceiver(this, f);  
bta.startDiscovery();
```

 - Il nostro onReceive() riceverà tanti intent ACTION_FOUND quanti sono i dispositivi in range
 - Ciascuno ha negli extra una descrizione completa



Discovery



- Esempio di receiver:

```
void onReceive(Context c, Intent i) {  
    String action = i.getAction();  
    if (BluetoothDevice.ACTION_FOUND.equals(action)) {  
        BluetoothDevice dev =  
            i.getParcelableExtra(BluetoothDevice.EXTRA_DEVICE);  
    } ...  
}
```

- Per rendersi discoverable a propria volta:

```
Intent i=new Intent(BluetoothAdapter.ACTION_REQUEST_DISCOVERABLE);  
startActivityForResult(i, 2);
```

- Vale quanto detto per l'abilitazione (RESULT_OK/CANCELED)



Collegamento

- Una volta che sia stato effettuato il pairing, i due dispositivi possono comunicare
- Uno farà da server, l'altro da client
 - Il client è l'iniziatore della connessione
 - Il server si mette in attesa di connessione
- La connessione è ammessa solo se **entrambi i device presentano lo stesso UUID**
 - L'UUID può essere un accordo privato
 - Svolge lo stesso ruolo del numero di porta in TCP/IP



Collegamento – server



```
String myname = "it.unipi.di.sam.bttest server";  
UUID myid = UUID.fromString("550e8400-e29b-41d4-a716-446655440000");  
BluetoothServerSocket bss =  
    bta.listenUsingRfcommWithServiceRecord(myname, myid);  
BluetoothSocket bs = bss.accept();  
bss.close();  
servi(bs);
```

- L'intero processo è simile a quello per TCP/IP
 - Tuttavia, raramente il server rimane attivo in attesa di ulteriori connessioni; più spesso si tratta di connessioni singole
 - Come al solito: mai nel thread UI!



Collegamento – client



- Il client deve specificare a quale device e servizio vuole connettersi
 - Il device è uno dei device paired (ottenuto come visto prima)
 - Il servizio è identificato dall'UUID

```
UUID hisid = UUID.fromString("550e8400-e29b-41d4-a716-446655440000");  
BluetoothDevice btd = ... ;  
BluetoothSocket bs = btd.createRfcommSocketToServiceRecord(hisid) ;  
bs.connect(); /* ← exception se la connessione non riesce */  
ordina(bs) ;
```

Scambio di dati

- Una volta che sia il server che il client hanno ottenuto un loro `BluetoothSocket`, il processo è il solito
 - Si ottengono `InputStream` e `OutputStream` per ogni socket
 - Direttamente o tramite wrapping si procede allo scambio di dati
 - Problemi di rete si traducono in fallimenti delle letture/scritture o eccezioni
 - Al termine, si chiama `close()` per chiudere la `RFCOMM`



Wi-fi direct



Wi-fi direct



- Wi-fi direct è una tecnologia relativamente nuova per le connessioni point-to-point via wi-fi
 - Disponibile da Android 4.0 in poi
 - Casi d'uso analoghi a Bluetooth, ma molto più veloce e con range assai più esteso
 - I dispositivi devono avere entrambi wi-fi, ma **non** necessitano di una base station
- Consente anche di creare **gruppi p2p**
 - Dispositivi multipli, tutti in range, che comunicano liberamente



Design del framework



- A differenza dei network layer precedenti, lo strato wi-fi direct di Android è stato sviluppato nativamente
- Fa quindi uso del design più tipico di Android
 - Si lanciano intent per chiedere azioni
 - Si ricevono notifiche via listener
- La classe WifiP2pManager fornisce i metodi che semplificano la vita

In effetti, il nome originale della tecnologia era “Wi-Fi P2P”, quando il P2P era cool. Quando sono cominciate le cause contro i pirati del P2P, il nome “WiFi Direct” improvvisamente suonava meglio...



WifiP2pManager



- Il solito servizio di sistema

```
WifiP2pManager wfdm = (WifiP2pManager)  
    getSystemService(Context.WIFI_P2P_SERVICE);
```

- L'inizializzazione del sistema ci fornisce un canale da usare poi come handle

```
Channel ch = wfdm.initialize();
```

- I metodi del WifiP2pManager consentono di chiedere le principali funzioni

- Le risposte arriveranno tramite intent broadcast o attraverso chiamate a dei listener



WifiP2pManager



- **Metodi principali:**

Method	Description
<code>initialize()</code>	Registers the application with the Wi-Fi framework. This must be called before calling any other Wi-Fi Direct method.
<code>connect()</code>	Starts a peer-to-peer connection with a device with the specified configuration.
<code>cancelConnect()</code>	Cancels any ongoing peer-to-peer group negotiation.
<code>requestConnectInfo()</code>	Requests a device's connection information.
<code>createGroup()</code>	Creates a peer-to-peer group with the current device as the group owner.
<code>removeGroup()</code>	Removes the current peer-to-peer group.
<code>requestGroupInfo()</code>	Requests peer-to-peer group information.
<code>discoverPeers()</code>	Initiates peer discovery
<code>requestPeers()</code>	Requests the current list of discovered peers.

Discovery



- Il processo di Discovery inizia con una chiamata a `discoverPeers()`:

```
wfdm.discoverPeers(ch, new WifiP2pManager.ActionListener()
{
    @Override
    public void onSuccess() {
        ...
    }

    @Override
    public void onFailure(int reasonCode) {
        ...
    }
});
```

Indica solo che è andata bene

Codice di fallimento

Discovery

- Una volta che il processo di discovery è concluso, il sistema invia un broadcast intent
 - WIFI_P2P_PEERS_CHANGED_ACTION
- A questo punto, la nostra applicazione (che avrà “visto” l'intent tramite un receiver) può chiamare requestPeers()

```
void onReceive(Context c, Intent i) {  
    String action = i.getAction();  
    if (WifiP2pManager.WIFI_P2P_PEERS_CHANGED_ACTION.equals(action)) {  
        wfdm.requestPeers(ch, pllist);  
    } ...  
}
```

Altro listener!



Discovery



- Quest'ultimo listener sarà un `WifiP2pManager.PeerListListener`
 - Unico metodo:
`onPeersAvailable(WifiP2pDeviceList peers)`
- Finalmente, `peers` contiene la lista dei dispositivi raggiungibili!
- È ora possibile iniziare una connessione

Connessione

- Assumendo che dev sia un dispositivo dalla lista, possiamo creare una **configurazione** corrispondente, ed effettuare una connessione

```
WifiP2pConfig cfg = new WifiP2pConfig();  
cfg.deviceAddress = dev.deviceAddress;  
wfdm.connect(ch, cfg, new ActionListener() {  
    @Override  
    public void onSuccess() {  
        ...  
    }  
    @Override  
    public void onFailure(int reason) {  
        ...  
    }  
});
```



Trasferimento



- La buona notizia:
 - Una volta che i dispositivi sono connessi, si possono usare le normali socket TCP/IP
 - Compaiono come dispositivi su una rete locale privata
 - Niente di nuovo da scoprire!



NFC



NFC



- All'altro estremo della gamma, abbiamo le comunicazioni NFC
 - NFC = near field communication
 - Distanza massima: 4cm (a contatto)
- Tre casi d'uso:
 - Lettura / scrittura di *tag NFC*
 - NFC P2P
 - Simulazione di un *tag NFC*

Tag NFC



- I tag NFC fungono da “memoria di massa”
 - Capacità molto limitata
- Le applicazioni possono registrarsi per essere attivate quando il dispositivo è posto a contatto con un tag NFC

```
<intent-filter>  
    <action android:name="android.nfc.action.TAG_DISCOVERED"/>  
</intent-filter>
```
- L'intent contiene fra gli extra le informazioni del tag
 - Esistono alcuni altri intent per casi più specifici