Lezione 21

Programmazione Android

- Tecnologie di rete
  - Networking TCP/IP
  - Il Connectivity manager
  - Bluetooth
  - Wi-fi direct
- Accesso a API web
  - Connessioni HTTP
  - Scambi dati via JSON
  - Cloud-to-device messaging

Networking TCP/IP

Visione generale

- Il networking via TCP/IP su Android è **completamente standard**
- Vale tutto quanto avete visto o vedrete nei corsi di Reti di calcolatori e Laboratorio di Programmazione di rete
- 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
LPR 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
LPR 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_WIFI
  - TYPE_WIMAX

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 dispoitivi 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

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**
- 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:

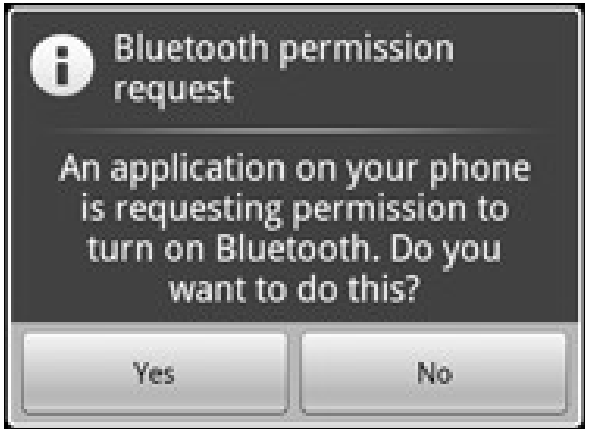
```
BluetoothAdapter bta =BluetoothAdapter.getDefaultAdapter();
```

- 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) { /* niet! */ }
  } …
```

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
initialize()	Registers the application with the Wi-Fi framework. This must be called before calling any other Wi-Fi Direct method.
connect()	Starts a peer-to-peer connection with a device with the specified configuration.
cancelConnect()	Cancels any ongoing peer-to-peer group negotiation.
requestConnectInfo()	Requests a device's connection information.
createGroup()	Creates a peer-to-peer group with the current device as the group owner.
removeGroup()	Removes the current peer-to-peer group.
requestGroupInfo()	Requests peer-to-peer group information.
discoverPeers()	Initiates peer discovery
requestPeers()	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
  - Niente di nuovo da scoprire!