



# Lezione 17



# Programmazione Android



- I Services
  - Definizione
  - Service started e IntentService
  - Service bound



# I Services



# Service



- Dopo le Activity, i Content Provider e i Broadcast Receiver, i **Services** sono il quarto tipo di componente di un'applicazione
- Un Service è un oggetto che può eseguire codice *senza* disporre di un'interfaccia utente
  - In effetti, opera sempre “in background”
  - **Ma nel senso della UI, non dei processi / thread!**
    - Il codice del service viene eseguito dal “main” thread (quello della UI)
- Le Activity di un'applicazione possono avviare uno o più dei propri Service
  - Perché rimangano in esecuzione indefinitamente, o
  - Per effettuare un po' di lavoro, e poi terminare

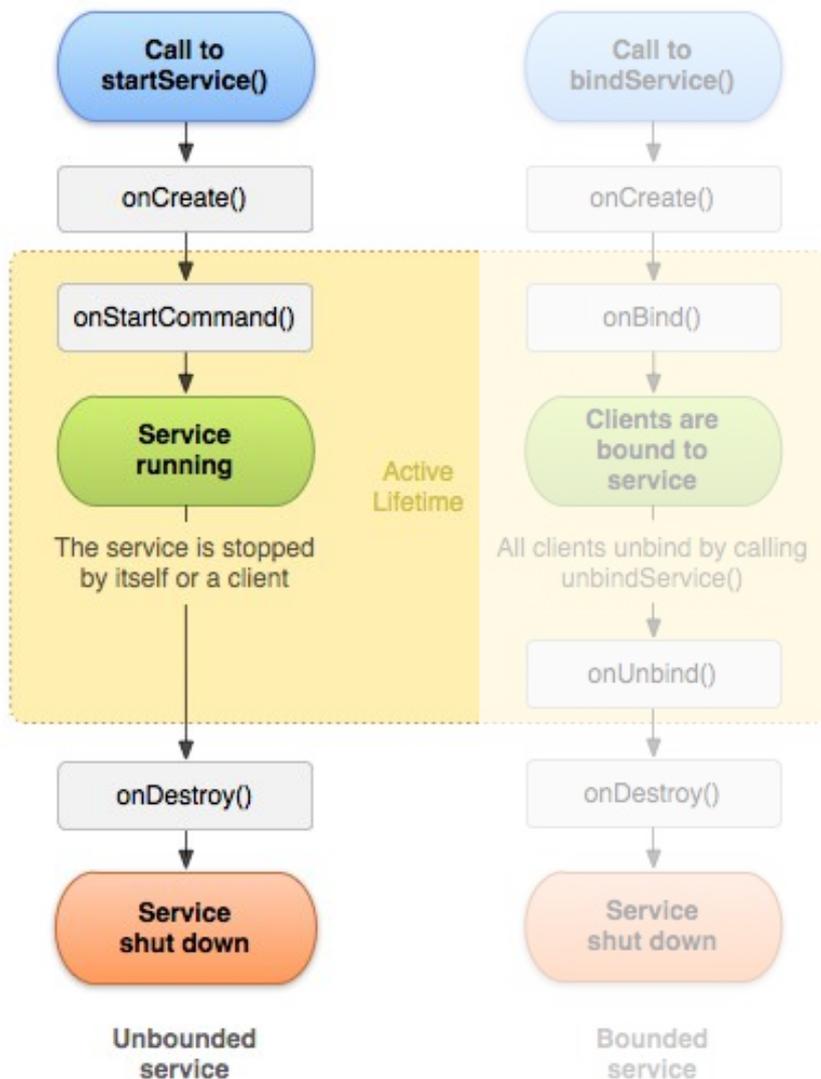


# Service



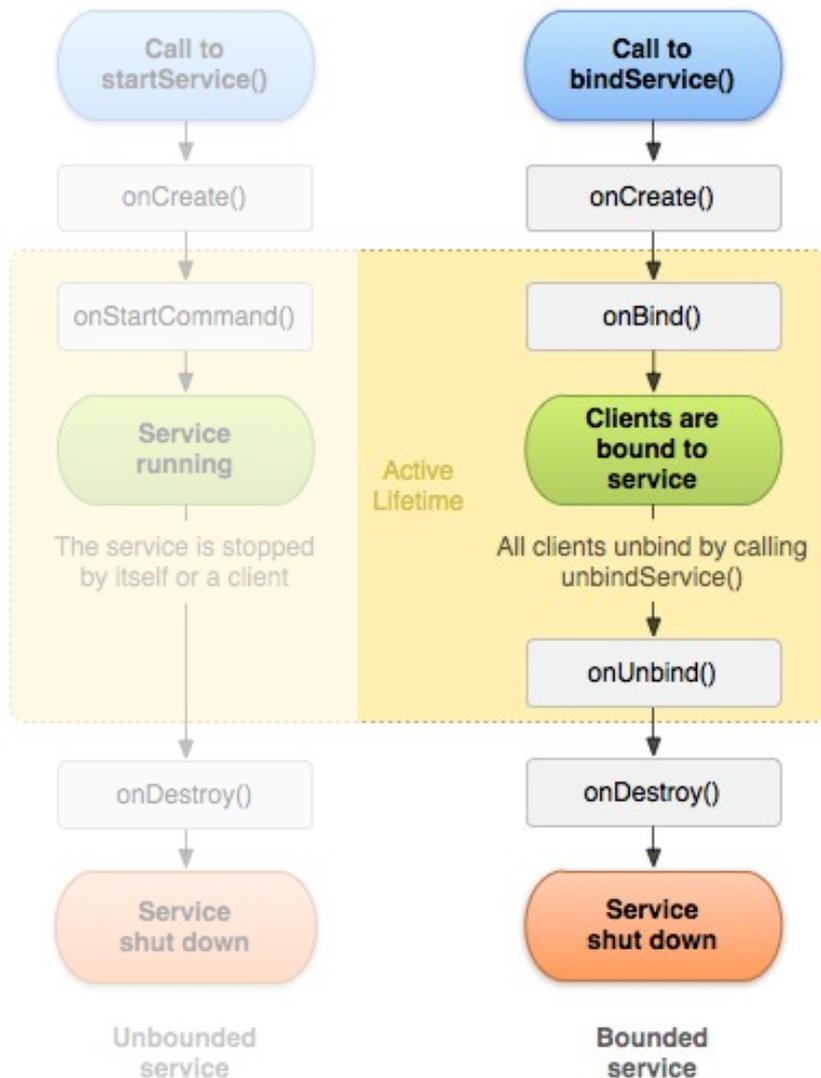
- Un Service ha un proprio ciclo di vita distinto
- Cambia a seconda che sia avviato per servire una singola richiesta (**started**), oppure per servire un flusso di richieste da un altro componente (**bound**)
- Il sistema può sempre uccidere un Service se ha necessità di memoria
  - Un Service bound ha sempre priorità almeno uguale a quella dell'activity (o altro componente) che ha chiesto un servizio
  - Generalmente, hanno priorità più alta delle Activity invisibili, e più bassa di quella delle Activity in primo piano

# Ciclo di vita di un Service



- Nel caso di Service **started**, una call a `startService()` chiede che il service sia attivo
  - Se non era attivo, viene istanziato e inizializzato
  - Se era già attivo, non succede nulla
- Non esiste **nesting**

# Ciclo di vita di un Service



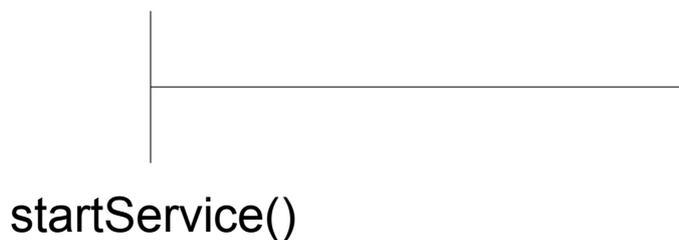
- Nel caso di Service **bound**, il sistema tiene traccia di quanti clienti al momento usano il Service
- Quando il conteggio raggiunge 0, il Service può essere dismesso
- Le connessioni sono permanenti

# Ciclo di vita di un Service



- Started

- Il servizio richiesto ha un inizio



- Bound

- Il servizio richiesto ha un inizio e una fine





# Avviare un Service (started)



- Per avviare un Service, basta inviargli un Intent
  - Esplicito (alla classe) o implicito (ACTION ecc.)
- Esempio (da un'Activity):

```
Intent i = new Intent(this, TestService.class);  
startService(i);
```

- Il sistema istanzierà il Service e chiamerà la sua onCreate() (se necessario)
- Poi passerà l'Intent a onStartCommand()

# Avviare un Service (started)



- Per avviare un Service, basta inviargli un Intent
  - Esplicito (alla classe) o implicito (ACTION ecc.)
- Esempio (da un'Activity):

```
Intent i = new Intent(t  
startService(i);
```

Rischio sicurezza: non sapete  
**quale** Service risponderà all'Intent!

- Il sistema istanzierà il Service e chiamerà onCreate() (se necessario)
- Poi passerà l'Intent a onStartCommand()

# Service minimale



```
public class TestService extends Service {
```

```
@Override
```

```
public void onCreate() {  
    // Servizio appena creato  
    super.onCreate();  
}
```

**Attenzione:** questi metodi vengono chiamati sul thread della UI!  
Di solito, vengono subito creati dei Thread per fare il “lavoro vero”, e si torna immediatamente al chiamante.

```
@Override
```

```
public int onStartCommand(Intent intent, int flags, int startId) {  
    // Servizio riceve un Intent  
    return super.onStartCommand(intent, flags, startId);  
}
```

```
@Override
```

```
public IBinder onBind(Intent arg0)  
    // Servizio riceve un bind  
    return null;  
}
```

- **intent** può essere null se è un restart
- **flags** è 0, START\_FLAG\_REDELIVERY (nuova consegna di un vecchio Intent) o START\_FLAG\_RETRY (nuovo tentativo di consegna dopo un fallimento)
- **startID** è un id numerico univoco della richiesta

```
}
```



# Esempio: Musica!

(dal sample Random Music Player)



- Immaginiamo di voler scrivere un player musicale
- Il player avrà un'Activity con la sua interfaccia utente
- Il player dovrà ovviamente riprodurre i brani musicali
  - Sia quando la GUI è in primo piano
  - Sia quando la GUI è coperta da altro, o sono andato nella Home, o proprio uscito
    - Ovviamente, se rientro nella GUI devo poter controllare il playback!

# AndroidManifest.xml



```
<activity android:name=".MainActivity"
  android:label="@string/app_title"
  android:theme="@android:style/Theme.Black.NoTitleBar">
  <intent-filter>
    <action android:name="android.intent.action.MAIN" />
    <category android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />
  </intent-filter>
</activity>

<service android:exported="false" android:name=".MusicService">
  <intent-filter>
    <action android:name="com.example.android.musicplayer.action.TOGGLE_PLAYBACK" />
    <action android:name="com.example.android.musicplayer.action.PLAY" />
    <action android:name="com.example.android.musicplayer.action.PAUSE" />
    <action android:name="com.example.android.musicplayer.action.SKIP" />
    <action android:name="com.example.android.musicplayer.action.REWIND" />
    <action android:name="com.example.android.musicplayer.action.STOP" />
  </intent-filter>
  <intent-filter>
    <action android:name="com.example.android.musicplayer.action.URL" />
    <data android:scheme="http" />
  </intent-filter>
</service>
```



# MainActivity.java



```
public void onCreate(Bundle savedInstanceState) {  
    super.onCreate(savedInstanceState);  
    setContentView(R.layout.main);
```

```
    mPlayButton = (Button) findViewById(R.id.playbutton);
```

```
    /* ... */
```

```
    mEjectButton = (Button) findViewById(R.id.ejectbutton);
```

```
    mPlayButton.setOnClickListener(this);
```

```
    /* ... */
```

```
    mEjectButton.setOnClickListener(this);
```

```
}
```

```
public void onClick(View target) {
```

```
    if (target == mPlayButton)
```

```
        startService(new Intent(MusicService.ACTION_PLAY));
```

```
    else if (target == mPauseButton)
```

```
        startService(new Intent(MusicService.ACTION_PAUSE));
```

```
    else if (target == mSkipButton)
```

```
        startService(new Intent(MusicService.ACTION_SKIP));
```

```
    else if (target == mRewindButton)
```

```
        startService(new Intent(MusicService.ACTION_REWIND));
```

```
    else if (target == mStopButton)
```

```
        startService(new Intent(MusicService.ACTION_STOP));
```

```
    else if (target == mEjectButton) {
```

```
        showUrlDialog();
```

```
}
```



# MusicService.java



@Override

```
public void onCreate() {
```

```
    mNotificationManager = (NotificationManager) getSystemService(NOTIFICATION_SERVICE);
```

```
    mAudioManager = (AudioManager) getSystemService(AUDIO_SERVICE);
```

```
    // Create the retriever and start an asynchronous task that will prepare it.
```

```
    mRetriever = new MusicRetriever(getContentResolver());
```

```
    (new PrepareMusicRetrieverTask(mRetriever, this)).execute();
```

```
    mDummyAlbumArt = BitmapFactory.decodeResource(getResources(), R.drawable.dummy_album_art);
```

```
}
```

@Override

```
public int onStartCommand(Intent intent, int flags, int startId) {
```

```
    String action = intent.getAction();
```

```
    if (action.equals(ACTION_TOGGLE_PLAYBACK)) processTogglePlaybackRequest();
```

```
    else if (action.equals(ACTION_PLAY)) processPlayRequest();
```

```
    else if (action.equals(ACTION_PAUSE)) processPauseRequest();
```

```
    /* ... */
```

```
    else if (action.equals(ACTION_URL)) processAddRequest(intent);
```

```
    return START_NOT_STICKY; // Means we started the service, but don't want it to restart in case it's killed.
```

```
}
```



# MusicService.java



- A partire dalle varie `process...()`, abbiamo la logica di gestione delle playlist e simili
  - Fino ad arrivare al play vero e proprio:

```
Url u = intent.getData().toString();
mPlayer.setAudioStreamType(AudioManager.STREAM_MUSIC);
mPlayer.setDataSource(u);
mPlayer.setVolume(1.0f, 1.0f);
mPlayer.start();
```
- Il Service è in esecuzione anche se l'Activity è chiusa
  - Ma può sempre inviare un Intent per riattivarla, per esempio se la playlist è vuota
    - Meglio però farlo via Notification!



# Terminare un service



- Una volta avviato con `startService()`, un servizio può essere terminato in tre modi
  - Il servizio stesso chiama `stopSelf()` – suicidio
    - `stopSelf()` – termina incondizionatamente
    - `stopSelf(id)` – segnala che è terminato il servizio della chiamata a `onStartCommand(intent, flag, id)` con l'*id* dato
    - `stopSelfResult(id)` – come sopra
  - Un altro componente chiama `stopService(Intent i)` passando un `Intent` che identifica il servizio – omicidio
  - Il sistema uccide forzosamente il servizio perché ha bisogno di memoria – genocidio

# Terminare un service



- Una volta avviato con `startService()` può essere terminato in tre modi
  - Il servizio stesso chiama
    - `stopSelf()` – termina in modo immediato il servizio
    - `stopSelf(id)` – segnala che è terminato il servizio della chiamata a `onStartCommand(intent, flag, id)` con l'*id* dato
    - `stopSelfResult(id)` – come sopra
  - Un altro componente chiama `stopService(Intent i)` passando un `Intent` che identifica il servizio – omicidio
  - Il sistema uccide forzosamente il servizio perché ha bisogno di memoria – genocidio

Le richieste di servizio **devono** essere terminate nello stesso ordine in cui sono state ricevute.

Se si chiama `stopSelf(id)` e *id* è la richiesta più recente, il servizio viene fermato anche se ci sono richieste precedenti ancora in esecuzione.



# Terminazione e riavvio

- **onStartService()** restituisce un valore numerico che indica come gestire i restart forzosi
  - **START\_STICKY**: se il servizio è stato fermato, appena possibile verrà chiamato nuovamente onStartService() per riavviarlo, passando un Intent null
    - Tipicamente usato con startService() / stopService()
  - **START\_NOT\_STICKY**: se il servizio è stato fermato, verrà riavviato solo se ci sono chiamate a onStartService(...,id) pendenti, ovvero non pareggiate da stopSelf(id)
    - Tipicamente usato con startService() / stopSelf(id)
  - **START\_REDELIVERY\_INTENT**: se il servizio è stato fermato, verrà riavviato passando a onStartService() l'Intent originale



# Terminazione e riavvio



- L'argomento *flags* di `onStartCommand()` indica la ragione del riavvio
  - **0**: non è un riavvio (primo avvio)
  - **START\_FLAG\_REDELIVERY**: si tratta di una ri-consegna dell'Intent
    - Il sistema aveva ucciso il servizio prima che il processing fosse concluso, ossia prima della chiamata a `stopSelf()`
    - A seguito di `START_REDELIVERY_INTENT` da `onStartCommand()`
  - **START\_FLAG\_RETRY**: si tratta di un ri-avvio dopo uccisione forzata
    - A seguito di `START_STICKY` da `onStartCommand()`



# Ottenere un handle al Service



- Il metodo `startService()` restituisce un'istanza di **ComponentName**
- Questo oggetto rappresenta il componente Service
  - Può anche rappresentare un'Activity, un BroadcastReceiver o un ContentProvider: è una classe generale
- Se **`startService()`** restituisce null, l'Intent non è stato consegnato
- Altrimenti, si può usare il ComponentName per ottenere informazioni sul servizio
  - Es: **`getClass()`**, **`getClassName()`**, **`getPackageName()`**



# Riassunto (Service started)



- Il componente che necessita di un Service prepara un Intent che lo identifichi
  - E mette dentro, come data o extra, tutto il necessario
- Il componente chiama **startService(intent)**
- Il sistema “trova” il Service giusto
  - Se necessario, lo lancia → **onCreate()**
  - Comunque, **onStartCommand(intent, flag, id)**
- Il Service serve l'intent
  - Eventualmente, invia una risposta al componente chiamante
    - Perché lo conosce, o via un PendingIntent passato come extra
- Il Service chiama **stopSelf(id)**
  - Oppure rimane indefinitamente in giro, finché qualcuno non chiama **stopService()**



# La classe **IntentService**



- Quasi sempre, è utile che un Service usi uno o più thread separati per servire le richieste
  - Ricordate: i metodi del ciclo di vita di un Service sono eseguiti dal thread UI (come per gli altri componenti)
- **IntentService** è una sottoclasse di Service che:
  - Serve le richieste in un thread separato
  - In caso di richieste multiple, gestisce una coda
    - Nota: **non** gestisce richieste in parallelo; se vi serve il parallelismo, dovrete implementare voi il “giusto” meccanismo



# IntentService

- IntentService crea un thread, looper, message queue, handler nella sua onCreate()
  - Dai sorgenti di Android:

```
@Override
public void onCreate() {
    // TODO: It would be nice to have an option to hold a partial wakelock
    // during processing, and to have a static startService(Context, Intent)
    // method that would launch the service & hand off a wakelock.
    super.onCreate();
    HandlerThread thread = new HandlerThread("IntentService[" + mName + "]");
    thread.start();
    mServiceLooper = thread.getLooper();
    mServiceHandler = new ServiceHandler(mServiceLooper);
}
```

# IntentService

- Il **ServiceHandler** si limita a passare i messaggi (prelevati dalla coda) a un metodo **onHandleIntent()** implementato da IntentService

```
private final class ServiceHandler extends Handler {  
    public ServiceHandler(Looper looper) {  
        super(looper);  
    }  
    @Override  
    public void handleMessage(Message msg) {  
        onHandleIntent((Intent)msg.obj);  
        stopSelf(msg.arg1);  
    }  
}
```



# IntentService

- `onHandleIntent()` è un metodo astratto che voi dovete implementare in una vostra sottoclasse di `IntentService`  
`protected abstract void onHandleIntent(Intent intent);`
- In definitiva:
  - Create una sottoclasse di `IntentService`
  - Fate overload di `onHandleIntent()`
  - Il vostro codice sarà eseguito da un thread separato
  - Le richieste vengono serializzate (non serve `synchronized`)
  - Quando la coda è vuota, il service (si) termina



# Ottimizzazioni batteria



- A partire da Oreo (8.0+, target 26+), Android forza alcune “ottimizzazioni di batteria” per i service started:
  - Se un service è in qualche modo visibile all’utente, per esempio perché ha emesso una notifica, è considerato in *foreground* (nel senso UI)
  - In caso contrario, è considerato in *background*
    - Se l’app a cui il service appartiene è in foreground, tutto bene
    - Se l’app a cui il service appartiene è a sua volta in background, il service **non viene eseguito**
      - **Pur non essendo logicamente terminato**



# Ottimizzazioni batteria



- Sempre da Android 8.0+, ci sono alcune nuove strutture per gestire queste limitazioni:
  - **JobIntentService** – come IntentService, ma implementata con Job periodici anziché con Service
  - **startForegroundService()** – come startService(), ma
    - consente a un'app in background di lanciare un service in foreground
    - Il service **deve** chiamare startForeground(id, Notification) per postare una notifica entro 5 secondi dall'avvio
      - Altrimenti, l'app viene uccisa. Tiè.



# Service bound

- I service started hanno un'interazione limitata con i loro utenti
- È possibile in alternativa effettuare un **binding**
  - Il service e il componente che lo usa vengono legati in modo più stabile e continuativo
  - La connessione fra i due rimane finché non viene fatto esplicitamente l'unbound
- Il componente può **chiamare** direttamente **metodi** del Service
  - In-process, con un **IBinder**
    - Interfaccia che definisce i metodi del Service chiamabili dall'esterno
  - Cross-process, con **AIDL**
    - Struttura analoga a CORBA, RMI, RPC ecc. – non lo vediamo



# Iniziare un binding

- Il servizio **non** viene lanciato con `startService()`, ma con **`bindService(intent, connection, flags)`**
  - **intent**: l'Intent che identifica il Service, come prima
  - **connection**: un oggetto di classe `ServiceConnection` che controlla il tempo di vita del binding
    - `onServiceConnected(ComponentName n, IBinder binder)`
    - `onServiceDisconnected(ComponentName n)`
  - **flags**: precisa la gestione della priorità del servizio, per esempio `BIND_IMPORTANT` o `BIND_NOT_FOREGROUND`; `BIND_AUTO_CREATE` è un buon default



# Usare un servizio bound



- La **bindService(intent, conn, flag)** causa una chiamata alla **onBind(intent)** del Service (e forse una **onCreate()**)
  - **bindService()** è void e termina subito: il binding poi è asincrono
- La **onBind(intent)** restituisce un nostro oggetto *binder* che implementa l'interfaccia **IBinder**
  - Spesso è una sottoclasse di **Binder**, e fornisce un metodo getter per il Service stesso
  - In teoria, può implementare un'interfaccia “pubblica” separata per il nostro Service
- Il *binder* viene passato alla **onServiceConnected()** di *conn*
- Da qui in avanti, il chiamante usa i metodi del *binder*
- Alla fine, si chiama **unbindService(conn)**



# Usare un servizio bound



- Anche qui, abbiamo un rischio sicurezza se usiamo un Intent implicito in `bindService()`
  - Non possiamo sapere quale Service risponderà
  - Ma qui è peggio rispetto a prima
    - Perché poi ci aspettiamo di invocare dei metodi che magari il service che ha risposto non ha!
- Da Android 5.0+, non si può chiamare `bindService()` con un Intent implicito
  - Viene lanciata un'eccezione

# Uno schema tipico (Activity)



```
public class LocalServiceBinding extends Activity {
```

```
    private LocalService mBoundService;
```

```
    private ServiceConnection mConnection = new ServiceConnection() {  
        public void onServiceConnected(ComponentName className, IBinder service) {  
            mBoundService = ((LocalService.LocalBinder)service).getService();  
        }  
  
        public void onServiceDisconnected(ComponentName className) {  
            mBoundService = null;  
        }  
    };
```

```
    ....  
  
    // bind  
    bindService(new Intent(LocalServiceBinding.this, LocalService.class),  
        mConnection, Context.BIND_AUTO_CREATE);
```

```
    // uso  
    mBoundService.metodo(...);
```

```
    // unbind  
    unbindService(mConnection);
```

- L'Activity definisce una Service Connection che si limita a memorizzare l'IBinder in un campo
- Poiché siamo in-process, possiamo fare un cast, e dare direttamente il tipo del nostro Service
- Sull'oggetto LocalService possiamo poi chiamare i metodi a piacimento
  - Occhio al multi-threading!

# Uno schema tipico (Service)



- Il nostro Service implementa **onBind()**...
- ...che restituisce il nostro **LocalBinder**...
- ... che ha un metodo **getService()**...
- ... che restituisce l'oggetto **LocalService**
- Alla fine, il cliente ha un puntatore al **Service!**

```
public class LocalService extends Service {  
    public class LocalBinder extends Binder {  
        LocalService getService() {  
            return LocalService.this;  
        }  
    }  
}
```

```
    private final IBinder mBinder = new  
    LocalBinder();
```

```
@Override  
public void onCreate() { /* ... */ }
```

```
@Override  
public void onDestroy() { /* ... */ }
```

```
@Override  
public IBinder onBind(Intent intent) {  
    return mBinder;  
}
```



# Mescolare bound e unbound



- È perfettamente possibile che un Service offra sia un'interfaccia unbound che una bound
  - onStartCommand() → interfaccia unbound
  - onBind() → interfaccia bound
- Tuttavia, il ciclo di vita si fa complicato assai
  - Come se già non fosse complicato di suo
- Meglio, in generale, scegliere uno stile e mantenerlo

# Riassunto



- **Activity:** ho una UI
- **Service:** non ho una UI (ma posso avere notifiche)
  - **Unbound:** il servizio processa singole richieste
    - **START\_STICKY:** il servizio può essere ucciso mentre processa una richiesta; in tal caso riattivalo appena possibile (perdendo la richiesta)
    - **START\_NOT\_STICKY:** il servizio può essere ucciso mentre processa una richiesta, in tal caso non riattivarlo fino alla prossima `startService()`
    - **START\_REDELIVER\_INTENT:** come **START\_STICKY**, ma in più inoltra gli Intent delle richieste non ancora terminate
  - **Bound:** il servizio non può essere ucciso mentre è bound