

Sviluppo Applicazioni Mobili

Federico Matteoni

A.A. 2019/20

Indice

1	Programmazione Android	5
1.1	Breve Storia di Android	5
1.2	Ant e Gradle	6
1.3	Architettura Android Studio/Gradle	6
2	Architettura Android	7
2.1	Struttura	7
2.2	Dalvik & ART	8
3	Struttura di un'App Android	11
3.1	Progetto	11
3.1.1	Android Studio	11
3.1.2	Struttura di un progetto	12
3.2	APK	12
3.2.1	Contenuti di un APK	12
3.3	Memoria	13
3.3.1	Struttura in memoria	13
3.4	Navigazione	13
4	Risorse	15
4.1	Accesso alle Risorse	15
4.1.1	Risorse alternative	15
5	Componenti di un'app Android	17
5.1	Ciclo di Vita	17
5.2	Componenti	17
5.2.1	Intent	17
5.2.2	Contenuti di un Intent	18

Introduzione

Vincenzo Gervasi, gervasi@di.unipi.it
circe.di.unipi.it/~gervasi/main/
developer.android.com

Modalità d'esame Sviluppo di un'app, proposta dallo studente ma concordata con il docente. Presentazione dell'app con ispezione del codice e domande "teoriche" su aspetti non coperti dal progetto. No compiti.

3 criteri: applicazione mobile, non deve avere senso su applicazione web o su computer. diversità, almeno tre framework presentati. progetto adeguato a esame di 6 CFU.

Capitolo 1

Programmazione Android

1.1 Breve Storia di Android

2007 Telefonini Nokia, Palm, Windows CE e BlackBerry. Tutti **sistemi fortemente proprietari**, spesso con versioni frammentate e di difficile manutenzione. Giravano su una versione di Java portatile ma fortemente limitata, **JavaME**.

Novembre 2007 La **Open Handset Alliance**, formata da vari produttori di telefoni, pubblica la **Open Platform for Mobile Handset**.

Era il 5 Novembre, **7 giorni dopo rilasciano Android**.

Chi c'era dietro, tra le altre: Google, eBay, China Mobile, HTC, Intel, LG, Motorola, NTT DoCoMo, Qualcomm, nVidia, Samsung, Sprint Nextel, Telecom Italia, Telefónica, Texas Instrument, T-Mobile. Ovvero vari produttori di telefoni, di chip, fornitori di servizi e di telefonia.

Android Il 12 Novembre viene rilasciato **Android**

Rilasciato su licenza Apache, **basato su Linux 2.6** e sviluppato su Eclipse, Java e Python. Il kernel **era completo e standard**, non era personalizzato.

Sviluppato da **Android Inc.**, startup californiana nata nel 2003 a Palo Alto, acquistata da Google nel 2005 e brevetti registrati nel 2007. Lo sviluppo è avvenuto in gran segreto, brevetti registrati all'ultimo così da non destare sospetti a Microsoft e Apple. Fondata da **Andy Rubin**.

Adesso Dal 2007 sono state rilasciate numerose **versioni**, dai *codename* ispirati a nomi di dolciumi in ordine alfabetico... fino ad Android Q. Adesso parleremo principalmente di software, ma non bisogna dimenticare il lato **hardware**: potenza di calcolo, efficienza della batteria, sensori e schermi. I produttori, inoltre, hanno **poco interesse ad aggiornare i telefoni vecchi**: il principale problema è che per ogni modello e ogni aggiornamento bisogna far omologare e convalidare la parte telefonica, quindi servono mesi di test e tanti soldi. Per cui è meglio **spingere gli utenti a comprarne di nuovi** ⇒ *frammentazione*.

Software Ogni versione è (*quasi*) sempre **pienamente compatibile con le precedenti**: i cambiamenti nelle API sono identificati da un **API Level**.

Le applicazioni possono quindi dichiarare:

API Level minimo di cui hanno bisogno per funzionare

API Level target per cui sono state scritte

API Level massimo oltre il quale non funzionano più (pessima idea, sconsigliato, obsoleto e ignorato già da Android 2.0.1)

I vincoli vengono verificati dal market e dalle procedure di aggiornamento del S.O.

Rispetto iOS, i quali dispositivi vengono (*quasi*) sempre aggiornati alla versione più recente, Android tende a diffondere gli aggiornamenti più lentamente: l'Android più recente è sempre una nicchia.

Supporto Google cerca di supportare più o meno all'infinito le vecchie versioni del S.O. con le **librerie di compatibilità** (`libcompat`).

Codice che le applicazioni possono includere nel loro "eseguibile"

Simula le funzioni delle versioni più recenti sulle versioni più vecchie

Inoltre, parte delle funzioni del S.O. sono incorporate nei **Google Play Services**, libreria aggiornabile dal market. Un **grosso ostacolo** è la **customizzazione** (skinning) del sistema.

1.2 Ant e Gradle

Ant antiquato

Gradle più moderno.

Gradle Sistema di build avanzato, configurabile. Distribuito nel senso di risorse per lo sviluppo sparse in rete tramite URL. Fill-in del manifest (manifest contiene metadati per il s.o.), gradle genera e mantiene aggiornato il manifest.

`compileSdkVersion` per fill-in manifest e `buildToolsVersion` per scaricare tools se non presenti.

Lint analisi statica di codice per warnings e errori sintattici della scrittura del codice.

1.3 Architettura Android Studio/Gradle

IntelliJ con plugin: android plugin, android designer, android gradle adapter.

Si appoggia all'android SDK e a Gradle (tool separato, con plugin android e anch'esso collegato all'SDK)

Inoltre c'è il progetto, con `.properties` con config per l'ambiente di sviluppo (come dove si trova il compilatore ecc.) e `build.gradle`.

Capitolo 2

Architettura Android



Studieremo a fondo le **applicazioni** e parte dell'**Android Runtime**. Le **libraries** sono largamente invisibili e il **linux kernel** è utile da sapere.

2.1 Struttura

Bottom – Up

Kernel Linux Alla base di tutto c'è il **kernel Linux standard**, senza personalizzazioni. Gli adattamenti per la parte telefonica sono **eseguiti tramite moduli del kernel**. Come display driver, driver per la tastiera keypad, driver camera, wifi, memoria flash, audio, driver binder (IPC) che cura Inter-Process Communication (diversamente da socket e FIFO, che non andavano bene per Android. **Su Android non ci sono solo file, ma oggetti con metodi**, e FIFO/socket adatte per trasferire flussi di byte. Il **binder fa comunicare processi in termini object-oriented**). Per ultimo c'è il power management driver.

Per il resto è il kernel linux tanto conosciuto e amato: utenti, diritti, shell, librerie, thread e comandi.

Librerie Librerie **.so**, che fanno tantissime cose. Tra esse ci sono: surface manager (equivalente dei window system X o wayland), OpenGL ES per la grafica 3D, FreeType, SSL (HTTPS e Secure Socket Layer), WebKit, SQLite, libc (scanf, strlen...).

Android Runtime In aggiunta alle librerie, c'è anche la **Macchina Virtuale che esegue il codice delle applicazioni Android (Dalvik/ART)**, insieme alle core libraries (garbage collector, heap, memoria...)

Separazione tra mondo Java e mondo del codice eseguibile ARM Da qui in poi c'è il linguaggio Java, fin'ora il linguaggio (del kernel linux) è il C.

Application Framework S.O. rappresentato da oggetti nello heap. Librerie: package manager, telephony manager, activity manager, window manager, location manager (GPS), notification manager

Applicazioni Tra cui servizi interni: home, contatti, telefono, browser... Firmate a chiave asimmetrica. Platform key per applicazioni che usano funzioni critiche, chiave che firma il kernel.

2.2 Dalvik & ART

Dalvik La stragrande maggioranza delle applicazioni gira su una macchina virtuale: **Dalvik**. Funziona in maniera analoga alla JVM con importanti differenze:

Basata su **registri** e non su stack

Set di istruzioni ottimizzato per risparmiare memoria e aumentare la velocità d'esecuzione

Formato dei file eseguibili ottimizzato per risparmiare memoria

Eseguibile da più processi con una sola istanza: tutto **codice rientrante** e sharing del codice di Dalvik via `mmap()`.

Non sotto il controllo di Oracle (storica causa legale)

Due meccanismi Fino ad Android 4.3 l'unico meccanismo di esecuzione era Dalvik. Durante Android 4.4 si è aggiunta l'opzione per eseguire su ART, con Dalvik come opzione default. Da Android 5 in poi si esegue su ART.

Android Runtime ART ha delle differenze importanti rispetto ha Dalvik:

ART **pre-compila a install-time**, non interpreta

Questo rende l'installazione più lenta, ma l'**esecuzione più veloce**

Processo largamente **invisibile** a programmatore e utente

Però utilizzano lo stesso bytecode, producendo però **codice nativo** invece che bytecode: ulteriore assicurazione contro le cause di Oracle

Entrambi rilevanti Dalvik e ART sono entrambi rilevanti perché

Dalvik perché è il target della toolchain di compilazione del 99% delle app

ART perché Google da tempo sviluppa e supporta soltanto questa:

Più veloce in esecuzione

Miglior gestione della garbage collection

Maggiore integrazione con profiling e debugging

Minor consumo di energia

Fase	Dalvik	ART
Compile-Time	javac: .java → .class dx: .class → .dex	javac: .java → .class dx: .class → .dex
Install-Time	dexopt: .dex → .odex	dex2oat: .dex → ELF
Run-Time	libdvm.so: .odex → run Interpretato + JIT	libart.so: ELF → run Esecuzione nativa con un po' di runtime

JIT = Just-In-Time compilation, compila pezzi di codice che interpreta più volte

Esecuzione

Ogni app viene eseguita dal kernel Linux

In un processo separato, che esegue Dalvik che esegue il bytecode dell'app: **controllo i permessi d'accesso alle risorse logiche fatto dalla VM** (permessi concessi dall'utente)

Con uno user ID distinto: tutti i file creati dall'applicazione appartengono al proprio user ID, quindi altre applicazioni **non possono accedere** alla sua directory né **leggere i suoi file**. Applicazioni "amiche" (specificato nel **Manifest**) possono condividere processo e user ID, ma devono avere la stessa firma.

Il controllo dei diritti di accesso alle risorse fisiche è fatto dal kernel (i diritti **non** sono controllati dall'utente)

Riferisce la singola installazione sulla singola macchina.

Disaccoppiamento fra processo e programma. Il processo è un flusso di esecuzione dell'applicazione, ma **essa esiste indipendentemente dal processo**. Lo stesso processo può eseguire applicazioni diverse, la stessa applicazione può essere eseguita da processi diversi in momenti diversi.

Risultato Si ha un notevole grado di **separazione** e **isolamento** delle app, anche se ci possono essere sempre bug non scoperti all'interno del kernel Linux.

Android è un sistema piuttosto **sicuro agli attacchi**, eccezione fatta per quelli di ingegneria sociale: un utente può concedere dei permessi ad un'app malevola che li usa per scopi diversi da quelli pubblicizzati.

Utente L'utente non fa niente, se non tramite le app: non ha un user ID, non è proprietario di nessun file né titolare di nessun processo, non ha nemmeno delle credenziali di login.

Capitolo 3

Struttura di un'App Android

Diverse forme Durante la sua vita un'applicazione assume diverse forme:

Sviluppo, layout su disco sottoforma di **progetto**

Deployment, formato dei file **.apk**

Esecuzione, struttura in **memoria**

Le varie forme sono legate da tre processi:

Build: sorgente → **.apk**

Deploy: **.apk** su un canale di distribuzione (market...) → **.apk** sul device

Run: **.apk** → processo **in memoria**

3.1 Progetto

Un'applicazione in sviluppo è un **progetto**: lo scheletro viene creato automaticamente dal wizard di creazione di un nuovo progetto e **solo alcune directory sono interessanti per lo sviluppatore** mentre altre sono generate automaticamente.

3.1.1 Android Studio

manifests

AndroidManifest.xml: metadati dell'applicazione

java: sorgenti (**.java**, **.kt** e unit test associati)

assets: file arbitrari aggiunti all'**.apk**

bin: risultato della compilazione (risorse, **.dex**, **.apk**...)

res: risorse note al runtime Android

animator: animazioni basate su proprietà

anim: animazioni basate sull'intercalazione

color: colori

drawable: immagini raster o vettoriali

layout: descrizioni dei layout della UI

menu: menù usati dall'app

raw: file arbitrari, alternativa ad **assets**

values: costanti (stringhe, interi, array...)

xml: file XML arbitrari, incluse le configurazioni

libs: librerie native custom

Gradle Scripts: configurazioni di build

Altri come ***.properties**, ***.cfg**, ***.xml**...: configurazioni varie

3.1.2 Struttura di un progetto

La struttura vista è quella tipica di un'applicazione. Esistono altre due forme di progetto Android:

Libreria, contenente componenti destinati ad essere usati da altre app. In questo modo i membri di una famiglia di app correlate possono condividere componenti. Ogni libreria può essere usata da varie app e ogni app può usare varie librerie.

Progetto test, contenente codice usato per fare il testing di un'altra app.

3.2 APK

3.2.1 Contenuti di un APK

Il **build** di un'app Android produce un file in formato **.apk**, che non è altro che una **specializzazione di uno .jar** (che a sua volta è una specializzazione di uno **.zip**). Contenuti:

resources.arsc, file binario contenente la tabella che mappa ID a risorse

classes.dex: tutti i **.class** dell'app, convertiti in DEX e unificati in un unico file

AndroidManifest.xml, il manifesto

res/*, file delle risorse

META-INF/*, contenente i certificati pubblici (chiavi), solo per le app firmate

META-INF/MANIFEST.MF che contiene **informazioni di versionamento** e un **checksum di ciascun file**

META-INF/CERT.*, certificati RSA

Per il deploy è **necessario creare un proprio certificato**, quello di debug è generato da ADT

Un **.apk** è dunque un **archivio contenente tutti i componenti di un app**:

Auto-descrittivo grazie ai manifesti

Compatto grazie alla compressione

Affidabile grazie alla firma digitale: non è possibile aprire un **.apk**, sostituire alcuni componenti e re-impacchettarlo perché **la firma sarebbe invalidata**

Facilmente **distribuibile** perché è un file unico

Facilmente **installabile**, niente wizard di installazione

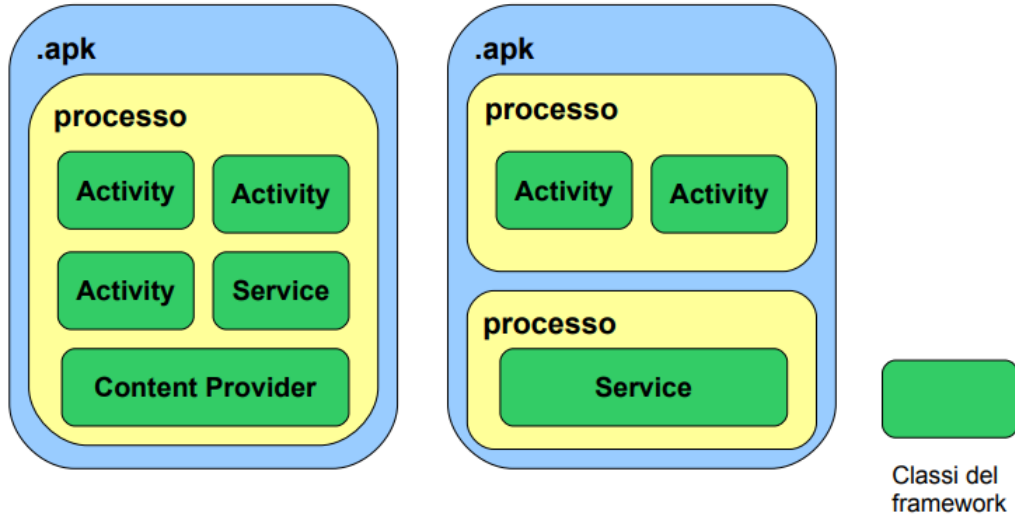
In **/sys/app** se preinstallata o in **/data/app** se installata dall'utente

3.3 Memoria

3.3.1 Struttura in memoria

Una volta caricata in memoria un'app si distingue in **componenti**. Solitamente 1 app = 1 processo = 1 VM = 1 thread, ma possibili variazioni: multithread, app amiche sullo stesso processo...

Il flusso di lavoro dell'utente (**task**) è spesso fatto di componenti appartenenti ad app diverse, su processi diversi. Android **incoraggia la condivisione sicura fra app** sia di dati che di componenti = funzionalità.



L'app a sinistra, per esempio, è formata da 5 componenti. I componenti che vedremo durante il corso possono essere dei seguenti **tipi**:

Activity: una "schermata" dell'app

Content Provider: un fornitore di dati condivisi

Service: un fornitore di servizi condivisi (senza UI)

Un **task**, cioè quello che vede l'utente, può essere formato da un'activity dell'app a sinistra e le due activity dell'app a destra. C'è quindi una **importante distinzione** tra le visioni di programmatori e utenti:

un programmatore percepisce come "app" un **.apk**

un utente percepisce come "app" un **task**.

Quindi per garantire una UX gradevole occorre che l'integrazione sia **seamless**: uso di stili, temi e icone simili (**style guide**), **consistenza fra le app** più importante della consistenza dentro le app o fra piattaforme

3.4 Navigazione

Navigazione: utente passa da un contesto all'altro. Navigazione gerarchica, posso dal task leggere una mail e tornare indietro o andare a leggere il resto delle mail.

Originariamente solo tasto back, stack push e pop. Per lungo tempo ha asservito agli scopi, ispirato al paradigma navigaz web. Poi non era più sufficiente. Porta a sistemi nati per esser epiù logico ma confonde di più. Attualmente almeno due diverse: tasto back risale stack attività dove sono stato (Schermata in cui ero prima) e tasto up torna a livello logico superiore di dove sono (non è detto che ci sia già stato, solitamente implementato come icona nella actionBar).

Caso tipico è navigazione con pattern master-detail. Classico pattern di progettazione app. Pattern: soluzione adattabile per problemi frequenti. Nel master detail problema generale è: ho lista di cose e poi ho dettagli su quelle cose. Elenco mail ma posso leggerle, elenco chat ma posso entrare nella chat.

Capitolo 4

Risorse

4.1 Accesso alle Risorse

Ho risorse nella cartella `res` organizzate. Produce classe `R.java` che dà nomi usabili tipati. Efficienza perché uso interi per riferire oggetti di vari tipi (`layout`, `stringhe...`) che non vengono creati sullo heap. Al tempo stesso controllo staticamente tipi a seconda di `R.layout`, `R.string...` Così alloco gli oggetti solamente quando servono, all'ultimo momento. Accesso alle risorse metodi della classe **Context**, superclasse dei **Component**. Ogni pezzo dell'app è un context, da un thread, in una classe, in un'app, eseguita forse da un processo. `Context.getResources().get...(int id)`. Ci sono anche metodi per accedere alle risorse **raw** (risorse di tipo non interpretabile dal sistema): `InputStream openRawResource(int id)`

`AssetManager getAssets()` l'asset manager sola lettura legge file: `list` lista file, `assetfiledescriptor`: file da usare in contesto più `posix`, magari per passarlo a metodo nativo scritto in C o a decoder assembler e `inputstream`: file da leggere ancora nel mondo java wrapper `decode...`

4.1.1 Risorse alternative

Per un certo numero di condizioni dell'ambiente si può indicare quali risorse usare in che contesto: lingua, dimensioni schermo...

ID risorse è identificatore logico. Alcuni esempi...

Questo è fatto tramite qualificatori che descrivono aspetti dell'ambiente, si affiancano alle sottodirectory di `res`: `res/tipo-qualificatori`. Es `res/drawable-ja` icone da usare su dispositivi in lingua giapponese. `drawable-ldpi`, `drawable-hdpi`

...carellata qualificatori... Runtime processo di scelta. processo di scarto rimango con più opzioni scelgo quella per priorità, rimango con una ad un certo punto scelgo quella, rimango con 0. Se nessuna matcha tutti validi, se ne matcha una o più scarto i non validi. Inoltre c'è directory di default.

Capitolo 5

Componenti di un'app Android

5.1 Ciclo di Vita

Tipicamente un'app Android esegue così

Il launcher (che è esso stesso un'Activity) avvia la prima Activity dell'app **inviandole un'Intent** che indica l'intenzione di lanciarla. L'activity chiama `setLayout()` per impostare la propria UI

Il sistema chiama certi metodi dell'Activity (**callback**) in risposta alle azioni dell'utente
A seconda dei casi, questi metodi potranno

- Lanciare altre Activity (inviando opportuni Intent), sia dell'app che di altre app
- Inviare Intent ad Activity già in esecuzione o in broadcast a tutti gli interessati
- Interagire con Services in background
- Recuperare o salvare dati tramite un Content Provider
- Terminare l'Activity, tornando alla precedente

5.2 Componenti

Cooperazione Abbiamo visto che le applicazioni Android non sono un blocco monolitico ma un insieme di componenti cooperanti:

Activity

Compone un'attività atomica dell'utente, concretizzata in una "**schermata**". Può essere **composta** da vari **Fragment**

Service

Attività di sistema o dell'app **invisibile all'utente**, eseguita in background. **Non interagisce con l'utente** ma **può interagire con le applicazioni** in vari modi.

Content Provider

Un componente che **pubblica "contenuti"**, con un'interfaccia programmatica che viene utilizzata da altre app.

Broadcast Receiver

"Ascolta" i messaggi **globali**. Quando riceve un messaggio di suo interesse, esegue del codice specifico (ad esempio, lancia un'attività).

5.2.1 Intent

I vari componenti **dialogano attraverso un sistema di messaggistica** che è alla base di Android

Intent Un Intent è un **messaggio** che **esprime un'intenzione di un utente o un'app affinché avvenga qualcosa**.

Ci sono numerosissimi intent di sistema, ma ogni app può definirne altri. Una **parte della struttura** del messaggio è **fissata**, ma possono **includere dati "extra" a piacere**.

Gli intent possono essere **indirizzati ad uno specifico componente** oppure **emessi in broadcast**.

Ogni app definisce un **filtro** che **dichiara a quali intent è interessata** e può eventualmente rispondere.

Per **avviare un'Activity** ci sono due modi

Explicit Intent: possiamo creare un Intent che **chiede un'Activity**.

Se l'Activity in questione non è in esecuzione allora viene lanciata.

Se è già in esecuzione viene "svegliata".

In entrambi i casi, viene recapitato l'Intent e l'Activity destinataria diventa "attiva".

Implicit Intent: possiamo creare un Intent che **chiede una funzione**.

Il **sistema cerca quale Activity può rispondere**. Se ne trova una, la attiva.

Se ne trova più di una, chiede all'utente quale lanciare.

Se non ne trova nessuna, fallisce.

Esempio di Implicit Intent ACTION_SEND. L'app crea un Intent implicito con ACTION_SEND, ci mette dentro i dati da inviare e lo affida al sistema che cercherà le app installate che supportano ACTION_SEND e chiederà all'utente quale usare.

5.2.2 Contenuti di un Intent

Action: quale azione si vuole ottenere (**String**)

Data: su quale dato operare (**URI**)

Type: tipo MIME di Data (**String**)

Se non è fornito viene ricavato da Data, se è fornito fa override su quello di Data.

Component: componente a cui è indirizzato il messaggio.

Solo per Intent espliciti

Extras: un **Bundle** (mappa chiave → valore) di ulteriori campi

Flag: ...