



تمرین فصل دوم: معماری شبکه های تلفن همراه

درس آشنایی با شبکه های تلفن همراه

غزل عربعلی - ۹۷۵۲۱۳۹۶، بهاره کاوسی نژاد - ۹۹۴۳۱۲۱۷

آخرین ویرایش: ۲۰ اردیبهشت ۱۴۰۳ در ساعت ۲۲ و ۵۳ دقیقه

سوال اول

در مورد لایه بندی RIL که در اسلایدهای پیش صحبت شد، تحقیق کنید؟

پاسخ

لایه رابط رادیویی (Radio Interface Layer)، به طور خلاصه RIL، جزء مرکزی پلتفرم اندروید است که ارتباطات cellular را مدیریت می کند. لایه رابط رادیویی یک رابط برای مودم cellular فراهم می کند و با شبکه تلفن همراه برای ارائه خدمات تلفن همراه کار می کند. RIL طوری طراحی شده است که مستقل از تراشه های مودم cellular عمل کند. در نهایت RIL مسئول مواردی مانند تماس های صوتی، پیام های متنی و اینترنت موبایل است. بدون RIL، یک دستگاه Android نمی تواند با یک شبکه تلفن همراه ارتباط برقرار کند. RIL تا حدی چیزی است که یک دستگاه اندرویدی را به یک گوشی هوشمند تبدیل می کند. امروزه، ارتباطات سلولی دیگر محدود به تلفن های همراه و تلفن های هوشمند نیست، زیرا تبلت ها و کتابخوان های الکترونیکی (eBook readers) با اینترنت همراه داخلی و همیشه روشن عرضه می شوند. اینترنت موبایل به عهده RIL است و بنابراین RIL در اکثر دستگاه های اندرویدی وجود دارد. در اندروید ورژن ۷، RIL بازنویسی (refactore) شده است. جزئیات آن در [این لینک](#) قابل مشاهده است.

RIL یک جزء کلیدی از سیستم عامل ویندوز موبایل مایکروسافت نیز است. RIL برنامه های صوتی یا داده های بی سیم را قادر می سازد تا با مودم GSM/GPRS یا CDMA2000 1X در یک دستگاه Windows Mobile ارتباط برقرار کنند. RIL رابط سیستم بین لایه CellCore در سیستم عامل Windows Mobile و پشته پروتکل رادیویی (radio protocol stack) مورد استفاده توسط سخت افزار مودم بی سیم فراهم می کند. بنابراین RIL همچنین به OEM ها اجازه می دهد تا با ارائه این رابط، انواع مودم ها را در تجهیزات خود ادغام کنند.

RIL از دو جزء مجزا تشکیل شده است:

- یک درایور RIL که AT command ها و رویداد ها را پردازش می کند
- یک پراکسی RIL، که درخواست ها را از چندین مشتری به درایور RIL واحد مدیریت می کند.

به جز اتصالات PPP، تمام تعاملات بین سیستم عامل Windows Mobile و پشته رادیویی (Radio Track) دستگاه از طریق RIL است. (اتصالات PPP ابتدا از RIL برای برقراری اتصال استفاده می کنند، اما سپس RIL را دور می زنند تا مستقیماً به پورت سریال

مجازی اختصاص داده شده به مودم متصل شوند.) در اصل، RIL تمام درخواست های سرویس مستقیم (direct service request) (از لایه های بالایی (همان TAPI) را می پذیرد و تمام این دستورات را به دستورات پشتیبانی شده و قابل فهم برای مودم تبدیل می کند.

توجه داشته باشید که RIL مستقیماً با مودم ارتباط برقرار نمی کند. در عوض، پیوند نهایی به مودم معمولاً درایور سریال استاندارد ارائه شده توسط پلتفرم OEM است.

توضیحات بیشتر در مورد RIL

RIL یک لایه واسط به نام Radio Interface Layer محسوب می شود که واسط میان baseband یا همان چیپ ست، MT یا همان Mobile terminal و Android Telephony است. چرا که MT در حالت عادی بدون استفاده از Android Telephony اطلاعات را در اختیار ما قرار نمی دهد. RIL سه بخش دارد:

۱. **بخش یک RILJ**: یک ماژول سطح جاوایی است که Telephony Android از آن استفاده می کند.
۲. **بخش دو Vendor RIL**: این بخش با مشارکت Vendor ها تولید می شود و وظیفه آن ترجمه زبان Android Telephony به زبان قابل فهم برای چیپ ست است (بر مبنای api های قابل درک برای بخش MT ارتباط برقرار می کند).
۳. **بخش سه RIL Daemon**: به نوعی وظیفه ترجمه میان RILJ و Vendor RIL را دارد.

سوال دوم

نقش و جایگاه Qualcomm ، MediaTek ، Exynos و ... یا به عبارت بهتر تراشه سازهای MT و Vendor های گوشی های تلفن همراه نظیر Samsung ، Nokia ، Xiamoi در این میان چیست؟

پاسخ

نقش و جایگاه سازندگان تراشه مانند Qualcomm ، MediaTek و Exynos و همچنین فروشندگان تلفن همراه مانند Samsung ، Nokia و Xiamoi در رابطه با RIL را می توان به صورت زیر درک کرد:

۱. **سازندگان تراشه**: شرکت هایی مانند Qualcomm ، MediaTek و Exynos ، تراشه های پردازنده موبایل را طراحی و تولید می کنند که شامل مودمی است که وظیفه اتصال cellular یک دستگاه تلفن همراه را بر عهده دارد. این تراشه ها سخت افزار رادیویی را یکپارچه کرده و قابلیت های لازم برای اتصال به شبکه های تلفن همراه را فراهم می کنند. آنها همچنین درایورهای firmware و نرم افزار مورد نیاز برای تعامل مودم با RIL را توسعه می دهند.
۲. **پیاده سازی RIL**: RIL معمولاً توسط سازنده دستگاه های تلفن همراه مانند Samsung ، Nokia یا Xiamoi بر اساس مشخصات و الزامات سخت افزار سازنده تراشه توسعه و پیاده سازی می شود. سازنده دستگاه تلفن همراه برای اطمینان از سازگاری و بهینه سازی RIL برای دستگاه های خاص خود، از نزدیک با سازنده تراشه همکاری می کند.

۳. یکپارچه‌سازی **firmware**: firmware و درایورهای نرم‌افزار سازنده تراشه برای مودم در پشته نرم‌افزار دستگاه تلفن همراه (mobile device's software stack)، از جمله سیستم عامل اندروید، ادغام شده‌اند. این یکپارچه‌سازی به RIL اجازه می‌دهد تا با مودم ارتباط برقرار کند و عملکردهای آن را کنترل کند.

۴. **فروشنندگان دستگاه‌های موبایل**: فروشنندگان دستگاه‌های تلفن همراه، Samsung، Nokia، Xiamoi و دیگران، از سخت افزار سازنده تراشه و RIL یکپارچه برای ساخت دستگاه‌های تلفن همراه خود استفاده می‌کنند. آنها پیاده‌سازی RIL را برای مطابقت با ویژگی‌ها و الزامات خاص دستگاه خود سفارشی می‌کنند. آنها همچنین برای اطمینان از سازگاری، عملکرد و انطباق با استانداردهای شبکه تلفن همراه با سازنده تراشه همکاری نزدیکی دارند.

به طور خلاصه، سازندگان تراشه مانند درایورهای سخت‌افزار، firmware و نرم‌افزار را برای مودم ارائه می‌کنند، در حالی که فروشنندگان دستگاه‌های تلفن همراه RIL را پیاده‌سازی و سفارشی‌سازی می‌کنند تا ارتباط بین سیستم عامل اندروید را فعال کنند. سیستم و مودم در دستگاه‌های خود. این همکاری اتصال و عملکرد یکپارچه دستگاه‌های تلفن همراه را در شبکه‌های سلولی تضمین می‌کند.

سوال سوم

سعی کنید اطلاعات RIL را توسط adb بگیرید و تحلیل کنید.

• Data ON/OFF (خاموش و روشن کردن اینترنت)

پاسخ

برای بررسی وصل بودن تلفن همراه در adb دستور لیست دستگاه‌های adb را اجرا می‌کنیم. بدین منظور باید پس از اتصال دستگاه با USB به کامپیوتر، باید تنظیمات Developer mode را روی تلفن همراه فعال کرده و check box های stay awake و USB debugging را فعال کنیم. سپس دستورات زیر را در ترمینال اجرا کنیم:

```
1 adb kill-server
2 adb start-server
3 adb devices
```

پس از اجرای دستور آخر دستگاه‌های متصل به کامپیوتر مشاهده می‌شوند و کد آن‌ها را نیز می‌توان دید. اکنون با استفاده از کد زیر log ها را در یک فایل text ذخیره می‌کنیم:

```
1 import java.io.File
2
3 fun main() {
4     val logcatProcess = Runtime.getRuntime().exec("adb_s-988a1b3830544f305730_
5         logcat-b_radio")
6     val logcatReader = logcatProcess.inputStream.bufferedReader()
```

```

6      val outputFile = File("RIL_log_On_Off.txt")
7      val outputWriter = outputFile.bufferedWriter()
8
9      while (true) {
10         val line = logcatReader.readLine() ?: break
11         outputWriter.write(line)
12         outputWriter.newLine()
13     }
14
15     logcatReader.close()
16     outputWriter.close()
17 }

```

در ابتدا به توضیح مفاهیم کلیدی مشاهده شده در log ها می پردازیم:

- **APN یا Access Point Name**: نام نقطه دسترسی که به طور خاص برای اتصال به یک نوع سرویس شبکه (مانند اینترنت) پیکربندی شده است.
- **APN Type**: نوع APN که می تواند "default" برای اتصال به اینترنت عمومی یا "mms" برای ارسال و دریافت پیام های چندرسانه ای باشد.
- **State**: وضعیت APN، که می تواند "DISCONNECTED"، "CONNECTING"، "CONNECTED" یا "IDLE" باشد.
- **Reason**: دلیل تغییر وضعیت APN، که می تواند "dataEnabled"، "connected"، "specificDisabled" یا "other" باشد.

در تلفن همراه خود ابتدا Data در حالت خاموش قرار دارد. log برای این حالت به شکل زیر است:

```

1 05-02 13:46:57.611 4231 4260 D DC-2 : Ignore setDetailed state, mms, old =
    DISCONNECTED and new state = DISCONNECTED, reason = dataEnabled, not
    Required: apnCnxt = {mApnType=default mState=CONNECTING mWaitingApns=[[
    ApnSettingV5] MCCI Internet, 4252, 43211, mcinet, , http
    ://192.168.193.134:38090/was, 192.168.194.73, 8080, , 1, default | supl |
    mms, IP, IP, true, 0, 0, 0, false, 20, 0, 300, 0, , , false, 0, 0]}
    mApnSetting={ [ApnSettingV5] MCCI Internet, 4252, 43211, mcinet, , http
    ://192.168.193.134:38090/was, 192.168.194.73, 8080, , 1, default | supl |
    mms, IP, IP, true, 0, 0, 0, false, 20, 0, 300, 0, , , false, 0, 0} mReason=
    dataEnabled mDataEnabled=true mDependencyMet=true}, apnType = mms

```

تجزیه و تحلیل:

- **رویداد APN**: نوع "mms" به حالت "DISCONNECTED" تغییر وضعیت می دهد.
- **دلیل dataEnabled**: نشان می دهد که اتصال داده به طور کلی توسط کاربر یا سیستم غیرفعال شده است.
- **نتیجه**: اینترنت برای ارسال و دریافت پیام های چندرسانه ای در این لحظه غیرفعال است.

Data را در تلفن همراه خود روشن می کنیم و پس از گذشت چند ثانیه آن را خاموش می کنیم. log های بدست آمده در هر

مرحله به صورت زیر می باشند:

```
1 05-02 13:46:57.752 4231 4260 D DC-1 : Ignore setDetailed state, default,
old = CONNECTED and new state = CONNECTED, reason = connected, not Required:
apnCnxt = {mApnType=default mState=CONNECTED mWaitingApns=[[ApnSettingV5]
MCCI Internet, 4252, 43211, mcinet, , http://192.168.193.134:38090/was,
192.168.194.73, 8080, , 1, default | supl | mms, IP, IP, true, 0, 0, 0,
false, 20, 0, 300, 0, , , false, 0, 0]} mApnSetting={[[ApnSettingV5] MCCI
Internet, 4252, 43211, mcinet, , http://192.168.193.134:38090/was,
192.168.194.73, 8080, , 1, default | supl | mms, IP, IP, true, 0, 0, 0,
false, 20, 0, 300, 0, , , false, 0, 0} mReason=connected mDataEnabled=true
mDependencyMet=true}, apnType = default
```

تجزیه و تحلیل:

- رویداد APN: نوع "default" به حالت "CONNECTED" تغییر وضعیت می دهد.
- دلیل connected: نشان می دهد که اتصال به شبکه تلفن همراه برقرار شده و APN "default" برای ارائه دسترسی به اینترنت انتخاب شده است.
- نتیجه: اینترنت برای مرور وب، استفاده از برنامه ها و سایر فعالیت های آنلاین در این لحظه فعال است.

```
1 05-02 13:47:03.048 4231 4260 D DC-1 : Ignore setDetailed state, default,
old = CONNECTED and new state = DISCONNECTED, reason = specificDisabled, not
Required: apnCnxt = {mApnType=default mState=IDLE mWaitingApns=[[
ApnSettingV5] MCCI Internet, 4252, 43211, mcinet, , http
://192.168.193.134:38090/was, 192.168.194.73, 8080, , 1, default | supl |
mms, IP, IP, true, 0, 0, 0, false, 20, 0, 300, 0, , , false, 0, 0]}
mApnSetting={[[ApnSettingV5] MCCI Internet, 4252, 43211, mcinet, , http
://192.168.193.134:38090/was, 192.168.194.73, 8080, , 1, default | supl |
mms, IP, IP, true, 0, 0, 0, false, 20, 0, 300, 0, , , false, 0, 0} mReason=
specificDisabled mDataEnabled=true mDependencyMet=true}, apnType = default
```

تجزیه و تحلیل:

- رویداد APN: نوع "default" به حالت "DISCONNECTED" تغییر وضعیت می دهد.
- دلیل specificDisabled: نشان می دهد که اتصال به APN "default" به طور خاص توسط کاربر یا سیستم غیرفعال شده است، در حالی که اتصال داده به طور کلی هنوز فعال است.
- نتیجه: اینترنت برای مرور وب، استفاده از برنامه ها و سایر فعالیت های آنلاین در این لحظه غیرفعال است، اما امکان ارسال و دریافت پیام های چندرسانه ای (در صورت پیکربندی APN "mms" جداگانه) وجود دارد.

```

1 05-02 13:47:03.048 4231 4260 D DC-2 : Ignore setDetailed state, default,
old = DISCONNECTED and new state = DISCONNECTED, reason = specificDisabled,
not Required: apnCnxt = {mApnType=default mState=IDLE mWaitingApns={[[
ApnSettingV5] MCCI Internet, 4252, 43211, mcinet, , http
://192.168.193.134:38090/was, 192.168.194.73, 8080, , 1, default | supl |
mms, IP, IP, true, 0, 0, 0, false, 20, 0, 300, 0, , , false, 0, 0]}
mApnSetting={[[ApnSettingV5] MCCI Internet, 4252, 43211, mcinet, , http
://192.168.193.134:38090/was, 192.168.194.73, 8080, , 1, default | supl |
mms, IP, IP, true, 0, 0, 0, false, 20, 0, 300, 0, , , false, 0, 0} mReason=
specificDisabled mDataEnabled=true mDependencyMet=true}, apnType = default

```

تجزیه و تحلیل:

- **رویداد APN:** نوع "mms" به حالت "DISCONNECTED" تغییر وضعیت می دهد.
- **دلیل specificDisabled:** مشابه رویداد ۳، نشان می دهد که اتصال به APN "mms" به طور خاص غیرفعال شده است.
- **نتیجه:** ارسال و دریافت پیام های چندرسانه ای در این لحظه غیرفعال است.

تحلیل دقیق تر آخرین log

- Source process: 4231
- Target process: 4260
- سطح گزارش گیری «D» برای پیام های اشکال زدایی (debugging) است. این پیام ها حاوی جزئیات عمیق در مورد عملکرد سیستم هستند. از آن ها برای کمک به عیب یابی مشکلات استفاده می شود و معمولاً در شرایط عادی نمایش داده نمی شوند.
- کامپوننت "DC-2" به مخفف "اتصال داده" (Data Connection) است. این قطعه مسئول مدیریت ارتباط دستگاه با شبکه سلولی (Cellular Network) است. به عبارت دیگر، DC-2 نقش برقراری، حفظ و مدیریت اتصال گوشی شما به دکل های مخابراتی را بر عهده دارد. این اتصال به شما امکان می دهد تماس بگیرید، پیام ارسال کنید، از اینترنت همراه استفاده کنید و سایر کارهایی را که نیازمند برقراری ارتباط با شبکه سلولی هستند انجام دهید. اگر با مشکلی در برقراری تماس، ارسال پیام یا استفاده از اینترنت همراه مواجه هستید، ممکن است خرابی در کامپوننت DC-2 علت آن باشد. البته این تنها یک احتمال است و عوامل دیگری نیز می توانند باعث ایجاد مشکل شوند.
- پیام "Ignore setDetailed state" به این معنی است که درخواست برای تنظیم وضعیت "جزئیات" اتصال داده MMS نادیده گرفته شده است. برای درک بهتر این پیام، بیاید اجزای آن را بررسی کنیم:
- **Ignore یا نادیده گرفتن:** این کلمه نشان می دهد که اقدامی انجام نشده است.
- **setDetailed state یا تنظیم وضعیت جزئیات:** این عبارت اشاره به تلاش برای تغییر وضعیت اتصال داده MMS به حالت "جزئیات" دارد.

- **MMS یا پیام چندرسانه ای:** این نوع پیام، علاوه بر متن، می تواند شامل تصاویر، صدا و ویدیو نیز باشد.

بنابراین، کل پیام به این معنی است که سیستمی که این پیام را ثبت کرده، تلاشی برای تنظیم اطلاعات دقیق تر در مورد اتصال داده MMS را نادیده گرفته است. چند دلیل احتمالی برای این نادیده گرفتن وجود دارد:

- **عدم پشتیبانی:** ممکن است دستگاه یا نرم افزار به طور کلی از تنظیم وضعیت "جزئیات" برای اتصال داده MMS پشتیبانی نکند.

- **خطا:** ممکن است در حین تلاش برای تنظیم وضعیت، خطایی رخ داده باشد که باعث نادیده گرفتن درخواست شده است.

- **تنظیمات غیرمجاز:** تنظیمات دقیق تر ممکن است به دلایل امنیتی یا پیکربندی خاص دستگاه، مجاز نباشد.

- دلیل نادیده گرفتن درخواست، "dataEnabled" (دیتا روشن) است، یعنی دیتای دستگاه از قبل روشن بوده است. این موضوع نشان می دهد که از آنجایی که دیتا به طور کلی روی دستگاه فعال است، نیازی به تغییر وضعیت جزئیات اتصال داده MMS نیست. به عبارت دیگر، تنظیم وضعیت "جزئیات" برای اتصال داده MMS احتمالاً برای مدیریت دقیق تر مصرف اینترنت همراه در نظر گرفته شده است. اما از آنجایی که دیتای کل دستگاه روشن است، نیازی به اعمال این مدیریت دقیق تر روی MMS وجود ندارد، چرا که هر گونه ترافیک اینترنت همراه، چه از طریق MMS و چه از طریق برنامه های دیگر، از همان اتصال کلی دیتا عبور خواهد کرد.

- عبارت "not Required" (نیاز نیست) بر این نکته تأکید می کند که تنظیم وضعیت جزئیات در این مورد ضروری نیست. این عبارت توضیح اضافی برای دلیل نادیده گرفتن درخواست است. با وجود اینکه "dataEnabled" نشان می دهد دیتای کلی روشن است، عبارت "not Required" صراحتاً بیان می کند که حتی اگر امکان تنظیم وضعیت جزئیات برای MMS وجود داشت، در این شرایط خاص نیازی به انجام آن نبوده است.

- اطلاعات مربوط به متن APN (apnCxnt) جزئیات بیشتری در مورد اتصال شبکه ای که برای MMS استفاده می شود ارائه می دهد. این اطلاعات شامل موارد زیر است:

- **نوع APN (APN Type):** APN مخفف "نام نقطه دسترسی" (Access Point Name) است که دروازه ای برای برقراری ارتباط با شبکه داده تلفن همراه است. نوع APN مشخص می کند که برای چه نوع ترافیکی (مانند MMS، اینترنت، و غیره) در نظر گرفته شده است.

- **وضعیت فعلی اتصال (Current Connection State):** این بخش نشان می دهد که آیا اتصال MMS در حال حاضر برقرار است، در حال برقراری است یا قطع شده است.

- **فهرست APN های در انتظار (List of Waiting APNs):** در صورتی که اتصال با APN فعلی برقرار نشود، دستگاه ممکن است APN های دیگری را برای برقراری ارتباط امتحان کند. این فهرست، APN های جایگزینی را که در صف انتظار برای برقراری اتصال هستند، نشان می دهد.

- **تنظیمات APN فعال فعلی (Currently Active APN Configuration):** این بخش جزئیات مربوط به APN خاصی را که در حال حاضر برای اتصال MMS استفاده می شود، ارائه می دهد. این تنظیمات ممکن است شامل مواردی مانند آدرس سرور APN، نام کاربری و رمز عبور باشد.

بنابراین، اطلاعات apnCxnt به درک چگونگی پیکربندی دستگاه برای برقراری ارتباط MMS با شبکه تلفن همراه کمک می کند. این اطلاعات می تواند در عیب یابی مشکلات MMS مفید باشد.

- پارامترهای `mDataEnabled=true` و `mDependencyMet=true` تأیید می کنند که:

- **mDataEnabled=true:** دیتای دستگاه روشن است. این همانطور که قبلاً بحث کردیم، دلیل اصلی نادیده گرفته شدن درخواست برای تنظیم وضعیت جزئیات اتصال داده MMS است.

- **mDependencyMet=true:** هر گونه وابستگی (dependency) برای تنظیم وضعیت جزئیات برآورده شده است. این بخش کمی فنی‌تر است، اما به طور کلی به این معنی است که هر شرط یا الزام دیگری که برای تنظیم وضعیت جزئیات اتصال داده MMS لازم بوده، برآورده شده است.

این پارامترها با هم نشان می‌دهند که از نظر سیستم، همه چیز برای برقراری اتصال MMS آماده است. دیتا روشن است و هر الزام دیگری نیز برآورده شده است. با این حال، به دلیل اینکه دیتای کلی روشن است، تنظیم دقیق‌تر اتصال داده MMS در این شرایط خاص ضروری نیست.

• تکرار عبارت **apnType = mms** تأکید می‌کند که این گزارش به طور خاص به اتصال داده MMS مربوط است. دلیل اهمیت این تکرار این است که:

- همانطور که قبلاً اشاره شد، APN مخفف "نام نقطه دسترسی" است و انواع مختلفی از APN برای اهداف مختلف وجود دارد. یک APN برای اینترنت، یک APN دیگر برای MMS و غیره وجود دارد.

- ذکر مجدد **apnType = mms** اطمینان می‌دهد که خواننده گزارش به طور واضح متوجه شود که اطلاعات ارائه شده در مورد اتصال داده‌ای است که به طور خاص برای ارسال و دریافت پیام‌های چندرسانه‌ای (MMS) استفاده می‌شود. این تکرار به جلوگیری از هرگونه ابهام و اطمینان از درک صحیح ماهیت گزارش کمک می‌کند.

حالت‌های مختلف در جدول ۱ به طور خلاصه ذکر شده‌اند.

زمان	Reason	رویداد
13:46:57.611	dataEnabled	اینترنت خاموش شد
13:46:57.752	connected	اینترنت روشن شد
13:47:03.048	specificDisabled	اینترنت خاموش شد

جدول ۱: RIL Event Log

نتیجه‌گیری:

- بین 13:46:57.752 و 13:47:03.048 اینترنت برای مرور وب، استفاده از برنامه‌ها و سایر فعالیت‌های آنلاین فعال بود.
- در 13:47:03.048، هر دو APN "default" و "mms" به طور خاص غیرفعال شدند، به این معنی که هم اینترنت و هم ارسال و دریافت پیام‌های چندرسانه‌ای در آن لحظه غیرفعال بودند.

مراجع

- RIL
- RIL
- سوال اول

- نمایش لیست دستگاه های adb
- روشن کردن Developer Mode