STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

MultiROM

Nástroj pro instalaci více operačních systémů na jedno mobilní zařízení

Vojtěch Boček

Brno 2014

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor SOČ: 18. Informatika

MultiROM

Nástroj pro instalaci více operačních systémů na jedno mobilní zařízení

Autor: **Vojtěch Boček**

Škola: **SPŠ a VOŠ technická,**
Sokolská 1, 602 00 Brno

Brno 2014

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci vypracoval samostatně, použil jsem pouze podklady (literaturu, SW atd.) citované v práci a uvedené v přiloženém seznamu a postup při zpracování práce je v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Brně dne: _____ _____

Vojtěch Boček

Poděkování

Děkuji Ing. Jaroslavu Hodálovi za rady, obětavou pomoc, velkou trpělivost a podnětné připomínky poskytované během psaní této práce a Jakubu Streitovi za velkou pomoc s prací.

Anotace

Tato práce popisuje softwarovou modifikaci pro mobilní zařízení s operačním systémem Google Android, která umožňuje instalaci více operačních systémů vedle sebe, podobně jako na PC. Může se jednat pouze o několik různých verzí OS Google Android, ale i úplně jiné systémy – například právě se vyvíjející Ubuntu Touch a další.

Možnost provozovat více operačních systémů na jednom zařízení je užitečná spíše pro pokročilé uživatele, podobně jako na stolních počítačích, nicméně více než 13 000 aktivních uživatelů (březen 2014) dokazuje, že zájem o tuto modifikaci rozhodně je.

Obsah

Úvod **3**

1 Motivace **3**
1.1 Android ROM 4
1.2 Další operační systémy 4
1.3 Více systémů na jednom zařízení 5

2 MultiROM **7**
2.1 Kompatibilní zařízení 8
2.2 Požadavky 9
2.2.1 Instalace MultiROM na podporované zařízení 9
2.2.2 Upravení MultiROM pro ještě nepodporované zařízení 9
2.3 Podíl mojí práce 9
2.3.1 Boot manager 10
2.3.2 Upravená recovery 10
2.3.3 Kexec-hardboot patch 10
2.3.4 Aplikace pro Android 11

3 Boot manager **12**

4 Upravená recovery **14**
4.1 Obecné představení pojmu 14
4.2 TeamWin Recovery Project 15
4.3 Jak MultiROM využívá TWRP 16
4.4 Podporované formáty instalačních souborů 16

5 Kexec-hardboot patch **18**
5.1 Kexec 18
5.2 Kexec-hardboot 18

6 Aplikace pro Android **20**
6.1 Instalace a aktualizace MultiROM 21
6.2 Instalace Ubuntu Touch 22

7 Princip multibootu **23**
7.1 Android 23
7.2 Ostatní systémy 24

8 Srovnání s jinými multiboot nástroji 27

9 Přijetí MultiROM 29

9.1 XDA Developers fóra 29

9.2 Indiegogo kampaň 29

9.3 Počet uživatelů 30

9.4 Napsali o MultiROM 32

10 Spolupráce s komunitou 34

10.1 TeamWin Recovery Project 34

10.2 Kexec-hardboot patch 34

10.3 Verze MultiROM pro další zařízení 35

10.4 Ubuntu Touch 35

Závěr 36

PŘÍLOHA A: Uzamykání zařízení pouze na určitý systém . 37

PŘÍLOHA B: MultiROM instalátor 39

PŘÍLOHA C: Kexec-hardboot patch 42

PŘÍLOHA D: Velké obrázky 44

PŘÍLOHA E: Odkazy 54

PŘÍLOHA F: Seznam obrázků 57

Úvod

Můj projekt MultiROM je modifikace pro tablety a telefony původně s OS Google Android, která umožňuje instalaci více operačních systémů zároveň. MultiROM tedy přidává funkci, která je na stolních počítačích samozřejmostí, ale v kategorii těchto přenosných počítačů v naprosté většině případů chybí. Mezi hlavní vlastnosti MultiROM patří zejména:

- Možnost instalace libovolného množství operačních systémů na jedno zařízení.
- Podpora mnoha operačních systémů, kromě Androidu podporuje například systém Ubuntu Touch nebo Plasma Active.
- V porovnání s existujícími modifikacemi s podobným účelem se MultiROM velmi snadno používá a často má mnohem větší možnosti.
- Dokáže vedlejší systémy instalovat jak do vnitřní paměti, tak na USB disk připojený k zařízení.

1 Motivace

Abych mohl vysvětlit důvod, proč je multi-boot na mobilních zařízeních užitečný, musím nejdříve upozornit na možnosti, které tato zařízení mají.

Tablety a telefony s platformou Google Android lze na rozdíl od jiných mobilních systémů relativně snadno upravovat. Uživatelé na nich mohou získat přístup k tzv. superuživateli[1] a dále pak upravovat software na zařízení jakýmkoliv způsobem chtějí. Toto společně s faktem, že velká část OS Android má otevřené zdrojové kódy, vedlo ke vzniku obrovské komunity programátorů a nadšenců, kteří tyto zařízení různými způsoby upravují a vylepšují. Jedním z „produktů“ této komunity jsou celé upravené distribuce Androidu pro které se ustálilo označení „ROM“.

[1] Uživatel, který má práva přistupovat a měnit všechny části systému, je možné ho připodobnit k uživateli *Administrátor* v MS Windows. V Linuxu se jmenuje *root*.

1.1 Android ROM

ROM lze přirovnat k distribucím Linuxu, jak je známe ze stolních počítačů. Jejich základem jsou obvykle zdrojové kódy z AOSP[1][2], které si autoři upravují podle svých představ – přidávají optimalizace pro zrychlení celého systému, přidávají další možnosti personalizace pro uživatele, mění prvky uživatelského rozhraní a mnoho dalšího. Na zařízeních, která již nejsou podporované výrobcem, mohou být ROM jediným způsobem, jak na ně přinést novější verze OS Android.

ROM často vydávají a spravují pouze jednotlivci, ale existují i projekty s velkým počtem vývojářů i uživatelů, například CyanogenMod[2]. Ten nedávno překonal hranici 10 milionů uživatelů, oficiálně podporuje přes 200 zařízení a je aktuálně největší upravenou ROM.

1.2 Další operační systémy

Kromě Androidu existují i další mobilní operační systémy, například Ubuntu Touch[3], Mozilla Firefox OS[4] a další. Tyto systémy často používají zařízení původně prodávaná s Androidem jako testovací, zejména kvůli jejich snadné dostupnosti a relativně nízké ceně. Pro tablet Google Nexus 7 dokonce existuje plná verze Linuxové distribuce Ubuntu, díky které je možné tento tablet po připojení klávesnice a myši používat jako netbook, s většinou programů které známe z PC verze.

[2] *Android Open Source Project* – označení pro otevřenou část zdrojových kódů OS Android

Obrázek 1: Ubuntu na tabletu Nexus 7 s připojenou klávesnicí

1.3 Více systémů na jednom zařízení

Tyto telefony a tablety tedy ve většině případů (více o této problematice v příloze „Uzamykání zařízení pouze na určitý systém“ na straně 37) nejsou uzamknuté na jediném, výrobcem vybraném systému a jeho verzi a dokáží podobně jako stolní počítače provozovat více typů a verzí operačních systémů. Chybí jim však možnost mít více systémů nainstalovaných zároveň (dále jen *multiboot*). Tato skutečnost pravděpodobně nevadí běžnému uživateli, nicméně pro zkušené uživatele a vývojáře je *multiboot* neocenitelnou funkcí, a to i na těchto přenosných zařízeních. Mohou ho využít například při:

- **zkoušení jiných ROM** – ROM vytvořené komunitou mají v některých případech nové a velmi zajímavé funkce, nicméně je často vhodné vyzkoušet si danou ROM před tím, než uživatel projde zdlouhavým procesem obnovování všech svých dat do této nové ROM. S *multibootem*

je možné novou ROM jen nainstalovat jako další systém bez toho, aby se smazal ten původní. V případě, že nová ROM uživateli nesedne, může ji kdykoliv smazat. Jeho původní systém se všemi daty je stále neporušený.

Toto platí i pro jiné operační systémy – příkladem budiž Ubuntu Touch od firmy Canonical, nový operační systém s ovládáním značně odlišným od Androidu. Řada uživatelů by si tento OS ráda zkusila, nicméně Ubuntu Touch je stále ve vývoji a není ještě zcela schopný plně nahradit Android. Bez *multibootu* by museli museli smazat svůj hlavní OS, což řadu uživatelů odradí.

- **vývoji aplikací pro Android** – programátoři aplikací pro Android často mají své zařízení odemčené a systém který používají různými způsoby upravený, nicméně takové prostředí není vhodné pro testování, protože většina koncových uživatelů má systém bez úprav. S *multibootem* mohou mít jeden systém se svými úpravami pro běžné používání a druhý, neupravený, na kterém mohou bez obav testovat své aplikace.

  Při psaní aplikací je čas od času třeba vyzkoušet určitou funkcionalitu na jiné verzi OS Android, to je s *multibootem* také mnohem jednodušší – není třeba přepsat aktuální systém na zařízení, stačí nainstalovat požadovanou verzi OS jako další operační systém.

- **potřebě využívat aplikace z více operačních systémů** – jako příklad opět použiji Ubuntu Touch, který bych jako nadšenec chtěl používat, nicméně v práci potřebuji určitou aplikaci, která je kompatibilní pouze s OS Android. S *multibootem* si nemusím vybírat, stačí přepínat mezi těmito OS podle aktuální situace. Toto použití můžeme pozorovat i na PC, kde má řada uživatelů Linuxu současně nainstalovaný i MS Windows, protože potřebují používat nějakou proprietární aplikaci, která není s Linuxem kompatibilní.

2 MultiROM

Můj projekt MultiROM je modifikací pro zařízení původně s OS Android, která umožňuje používat více operačních systémů zároveň na jednom zařízení. Skládá se ze čtyř částí, které budou dále důkladně popsány v samostatných kapitolách:

1. **boot manager** – hlavní část tohoto projektu. Zobrazuje se v průběhu startu zařízení, nechá uživatele vybrat, který operační systém chce spustit a provede akce nutné ke spuštění tohoto systému.

2. **upravená recovery** – tato část se stará o snadnou instalaci a správu nainstalovaných systémů.

3. **kexec-hardboot patch** – modifikace Linuxového jádra, která umožňuje nastartovat jiné jádro z již běžícího, tedy ukončit aktuální operační systém a spustit nový.

4. **aplikace pro Android** – umí rychle a jednoduše nainstalovat všechny potřebné části MultiROM a aktualizovat je a do omezené míry spravovat nainstalované systémy a také do nich přepnout přímo z Androidu, bez nutnosti restartovat zařízení a až poté vybrat systém v boot manageru.

MultiROM je svobodný software, distribuovaný pod licencí GNU GPLv3 (boot manager, recovery a Android aplikace) a GNU GPLv2 (kexec-hardboot patch). Zdrojové kódy jsou k dispozici v repozitářích na serveru GitHub:

- **Boot manager:**
  http://github.com/Tasssadar/multirom
- **Recovery:**
  http://github.com/Tasssadar/Team-Win-Recovery-Project
- **Android aplikace**:
  http://github.com/Tasssadar/MultiROMMgr

Na serveru Github je také k dispozici wiki s informacemi jak pro uživatele, tak pro vývojáře kteří chtějí vědět více o tom jak MultiROM funguje nebo ji chtějí upravit pro svoje zařízení. Je napsaný z části mnou (zejména části týkající se technických záležitostí) a z části členy komunity (hlavně informace o používání MultiROM).

- https://github.com/Tasssadar/multirom/wiki

2.1 Kompatibilní zařízení

Platforma ARM bohužel stále není standardizovaná alespoň do takové míry jako x86, kterou známe z PC, a proto není možné vytvořit tuto nízkoúrovňovou modifikaci tak, aby fungovala se všemi Android telefony a tablety. V současnosti oficiálně podporuji tato zařízení:

1. Telefon **Google Nexus 4**
2. Telefon **Google Nexus 5**
3. Tablet **Google Nexus 7 (verze z roku 2012)**
4. Tablet **Google Nexus 7 (verze z roku 2013)**

Seznam není příliš dlouhý, zejména proto, že s každým dalším podporovaným zařízením značně narůstá čas, který musím věnovat testování a protože jen velmi nerad podporuji zařízení, která nevlastním – jak jsem se přesvědčil u Nexusu 4. Značně to omezuje schopnost řádně otestovat nové funkce a úpravy, protože musím spoléhat na některého ze zkušenějších uživatelů MultiROM, aby vše řádně vyzkoušel, případně pomohl s řešením problému.

MultiROM má ale otevřený zdrojový kód, takže kdokoliv může přidat podporu pro další zařízení, což se také stalo – existují neoficiální verze například pro telefony HTC One, Samsung Galaxy S3 nebo Sony Xperia M. Připravují je další členové komunity, já jim ale často pomáhám, ať už zodpovídáním dotazů nebo implementováním některých složitějších částí (zejména kexec-hardboot patch).

2.2 Požadavky

2.2.1 Instalace MultiROM na podporované zařízení

MultiROM mění části systému, zařízení tedy musí být odemknuté. Všechny oficiálně podporované přístroje patří do řady Nexus, jsou tedy „volně odemykatelné“ (více o této problematice v příloze „Uzamykání zařízení pouze na určitý systém“ na straně 37).

MultiROM aplikace pro Android vyžaduje, aby běžela na systému s přístupem k *superuživateli*, protože potřebuje přistupovat do částí systému, které nejsou běžným aplikacím dostupné.

Naprostá většina potenciálních uživatelů MultiROM již tyto požadavky splňuje, situace kdy uživatel odemyká své zařízení jen kvůli MultiROM není příliš častá.

2.2.2 Upravení MultiROM pro ještě nepodporované zařízení

Kód MultiROM je kompatibilní pouze s tablety a telefony původně běžící na OS Google Android. Dále potřebuje, aby zařízení mělo oddělený diskový oddíl pro recovery a vnitřní paměť dostatečně velkou na instalaci vedlejších systémů. Instalace na reálnou SD kartu v kódu záměrně není, protože SD karty jsou nevhodné pro instalaci celých systémů z důvodů jejich nízké rychlosti a používaných souborových systémů a proto, že zařízení která podporuji fyzickou SD kartou nedisponují.

Kód dále potřebuje, aby byl celkově systém alespoň podobný referenční implementaci v AOSP. Někteří výrobci například mění strukturu bootovacího oddílu, nemají oddíl s recovery nebo dělají podobné nízkoúrovňové změny.

2.3 Podíl mojí práce

Tento projekt využívá některé další již existující projekty a pouze je rozšiřuje, proto považuji za důležité uvést, co přesně je moje práce.

2.3.1 Boot manager

Naprostá většina této části (přes 90% z celkově zhruba 10 000 řádků kódu) je moje. Převzal jsem několik málo částí z tzv. programu *init* z OS Android (zejména inicializace celého zařízení, boot manager je první program, který se spustí po startu jádra, a proto si musí několik dalších částí připravit).

2.3.2 Upravená recovery

Recovery je založená na již existujícím projektu TWRP (podrobně popsáno dále v kapitole 4: „Upravená recovery“ na straně 14), který jsem dále rozšiřoval tak, aby dokázal spravovat celou moji modifikaci. V absolutních číslech je rozdíl mezi hlavním stromem a mojí verzí TWRP asi 4000 řádků kódu, 5000 řádků XML v grafických tématech pro tuto recovery ve 190 neslučovacích změnách (*commits*) v repozitáři. V porovnání s celkovým rozsahem TWRP (přes 100 000 řádků kódu) je to relativně malá změna, nicméně se snažím co nejvíce přispívat i do původní TWRP a řada mých úprav již byla přidána do hlavního stromu. Spolupráce s projektem TWRP je dále popsána v kapitole 10.1: „TeamWin Recovery Project“ na straně 34.

2.3.3 Kexec-hardboot patch

Tuto úpravu Linuxového jádra původně napsal Mike Kasick[5]. Já jsem ji upravil pro zařízení podporované MultiROM, což znamenalo zejména v případě telefonu Nexus 5 poměrně rozsáhlé změny (toto zařízení používá značně rozdílný způsob bootování). Největším mým příspěvkem je však vylepšení patche tak, že stačí upravit pouze hostitelské jádro a to právě spouštěné může být jakékoliv.

Ve zkratce, kexec je funkce, která umožňuje spuštění jiného jádra z toho již spuštěného (*hostitele*). V původní verzi bylo třeba upravit a překompilovat obě jádra, hostitelské i nově spouštěné, já jsem patch upravil tak, že je třeba překompilovat pouze hostitele. To je **velmi** významné vylepšení, protože mi dovoluje z MultiROM bootovat jakýkoliv systém, na rozdíl od původního

stavu, kdy by musely být všechny vedlejší systémy upravené speciálně pro MultiROM.

Podrobný popis změn, které jsem v patchi provedl, najdete v příloze „Kexec-hardboot patch“ na straně 42.

2.3.4 Aplikace pro Android

Celá aplikace je moje práce, přes 5000 řádků kódu. Toto číslo nezahrnuje knihovny které jsem použil:

- **libsuperuser** – knihovna zjednodušující spouštění příkazů pod tzv. superuživatelem.
- **CardsUI** – knihovna pro vytvoření GUI s pomocí „karet“. Tuto knihovnu jsem mírně (25% kódu) upravil, aby vyhovovala mým potřebám.
- **ActionBar-PullToRefresh** – implementace tzv. *PullToRefresh* principu – přejetí prstem přes okno aplikace směrem dolů způsobí obnovení jejího obsahu.

3 Boot manager

Hlavní část MultiROM, která se spustí okamžitě po startu Linuxového jádra, na kterém Android běží, ještě před tím než se začne spouštět samotný Android. Uživatel v něm může vybrat, který systém chce použít a boot manager poté provede akce potřebné ke spuštění vybraného systému.

Obrázek 2: Obrazovka boot manageru s výběrem systému

Další obrázky jsou kvůli velikosti zařazeny v příloze „Velké obrázky“ na straně 44.

Grafické rozhraní je poměrně jednoduché a skládá se ze tří sekcí. Záložka **Internal** označuje seznam systémů nainstalovaných ve vnitřní paměti zařízení, hlavní systém (ten, který byl na zařízení nainstalovaný před instalací MultiROM) je vždy první v seznamu. Uživatel si zde může vybrat, který systém chce spustit a poté stisknout tlačítko „boot“.

Záložka s textem **USB** je velmi podobná, rozdílem je to, že dává na výběr ze systémů nainstalovaných na USB disku připojeném k zařízení.

Poslední část, **Misc**[3], obsahuje tlačítka pro restartování zařízení, uložení souboru se záznamem a nastavení barvy prostředí boot manageru.

Boot manager umí po nastavené prodlevě automaticky spustit některý ze systémů. Tato funkce se nastavuje v recovery, je možné nastavit prodlevu a jeden ze dvou typů výběru OS ke spuštění – první pouze spouští předem nastavený systém a druhý spouští ten, který byl uživatelem vybrán naposledy.

Kromě ovládání dotykem je možné ovládat toto menu i pomocí hardwarových tlačítek. To se hodí například pokud je dotyková vrstva zničená pádem, ale zařízení je jinak stále použitelné (v tomto vyniká zejména původní model tabletu Nexus 7, se systémem Ubuntu Desktop, myší a klávesnicí ho lze používat jako netbook i přesto, že je dotyková obrazovka nefunguje).

[3] *Miscellaneous* - různý, různorodý

4 Upravená recovery

4.1 Obecné představení pojmu

Pojem „recovery“ u zařízení s OS Android označuje velmi malý (v řádech několika megabajtů), oddělený systém, původně určený pro instalaci aktualizací OS od výrobce, případně reinstalaci systému v případě jeho porušení. Recovery je obvykle možné spustit vypnutím zařízení a následným podržením určité kombinace tlačítek (např. vypínací tlačítko a tlačítko pro zvýšení hlasitosti zároveň). S podobným nápadem se můžeme setkat i u PC, kdy je na „Oddílu pro obnovu“ kopie operačního systému, ze které lze obnovit ten hlavní.

Komunita možnosti recovery značně rozšířila a vylepšila a v současné době existuje několik konkurenčních upravených recovery. Právě přes upravené recovery se instalují ROM vydané členy komunity, umí zálohovat celé zařízení a mají řadu dalších funkcí.

4.2 TeamWin Recovery Project

TeamWin Recovery Project[6] (dále jen TWRP) je jedna z upravených recovery a pravděpodobně má nejvíce funkcí. Má grafické rozhraní plně podporující dotykový displej, podporuje témata (celé GUI je napsané pomocí XML souborů a je možné ho jakkoliv upravit), dokáže instalovat ROM, dělat zálohy, mazat diskové oddíly, obsahuje jednoduchý terminál a další.

Obrázek 3: Hlavní menu upravené recovery *TWRP*

*Další obrázky jsou kvůli velikosti zařazeny v příloze „**??**“ na straně **??**.*

4.3 Jak MultiROM využívá TWRP

TWRP je svobodným softwarem a kdokoliv do ní může přispívat a používat její zdrojové kódy, což mi umožnilo použít ji ke správě systémů nainstalovaných v MultiROM. TWRP jsem za tímto účelem značně upravil a při práci na ní jsem vytvořil i několik oprav a úprav, které bylo možné zaslat i do hlavního vývojového stromu TWRP.

Pomocí upravené TWRP se tedy instalují a spravují vedlejší systémy a upravuje se v ní nastavení MultiROM. Za tímto účelem jsem vytvořil v TWRP další položku menu, pod kterou jsou všechny tyto funkce k dispozici. Rozhraní již existujících částí recovery je změněné jen minimálně, takže návyky uživatelů z původní TWRP stále platí.

Grafické rozhraní TWRP mi umožnilo vytvořit relativně snadný a rychlý způsob instalace vedlejších ROM – stačí zvolit typ systému, umístění instalace (kromě interní paměti dokáže MultiROM bootovat i z USB flash disku) a instalační soubory, o zbytek se postará recovery.

4.4 Podporované formáty instalačních souborů

Android ROM se instalují pomocí ZIP souborů obsahujících systém a script, který recovery spustí. Tento způsob, pojmenovaný *Edify script*, původně používal Google pro instalaci aktualizací přes recovery, nicméně komunita ho velmi rychle adoptovala a používá se k instalaci naprosté většiny Android ROM.

Ubuntu Touch má dva způsoby instalace – první, starší, používá dva ZIP soubory s *Edify scriptem*, moje upravená TWRP umožňuje uživateli vybrat oba soubory na začátku instalace (nemusí je instalovat postupně) a provede během instalace všechny změny potřebné pro běh s MultiROM. Druhý způsob je nový a používá oddělené datové soubory a soubor s příkazy, který zpracovává script v recovery – tento způsob instalace je třeba provádět přes aplikaci pro Android, protože pro stažení instalačních souborů je třeba parsovat určitá metadata (který datový soubor patří ke které verzi systému,

...).

Ubuntu Desktop pro Nexus 7 (2012) je distribuován jako obraz diskového oddílu. Moje upravená TWRP ho dokáže rozbalit, nainstalovat a upravit tak, aby běžel v prostředí MultiROM.

MultiROM Instalátor – nový typ instalačních souborů, který jsem vytvořil speciálně pro MultiROM. Jedná se o nekomprimovaný ZIP archiv, který obsahuje datové soubory (archivy .tar.gz), soubor s informacemi pro MultiROM (podporované souborové systémy, příkazová řádka jádra, ...) a může obsahovat i scripty v jazyce bash, které mohou být spuštěny v různých bodech instalace a udělat, co je pro daný systém potřeba. Více o instalátoru najdete v příloze „MultiROM instalátor“ na straně 39.

5 Kexec-hardboot patch

5.1 Kexec

Kexec je funkce Linuxového jádra, která umožňuje spustit jiné jádro bez nutnosti restartu počítače. Staré jádro se ukončí a místo něj se spustí nové, vynechá se tak fáze startu BIOSu a zavaděče. Restart zařízení pomocí volání kexec je tedy rychlejší, nicméně MultiROM kexec využívá z jiného důvodu.

MultiROM při spouštění jiného systému potřebuje nahrát jeho jádro, ideálně bez toho, aby přepsala jádro hlavního OS, které je uložené v zaváděcím sektoru. Právě k tomu je využit kexec – nové jádro je pouze načteno do operační paměti a spuštěno. Pokud bych upravoval zaváděcí sektor pro každý systém zvlášť, existovalo by nebezpečí, že v něm v případě nějaké chyby zůstane zapsané špatné jádro. Díky tomu by zařízení ani po restartu nenabootovalo. Toto nebezpečí ale díky použití funkce kexec odpadá, protože původní jádro není přepsáno.

5.2 Kexec-hardboot

Kexec potřebuje, aby všechny ovladače při ukončení jádra zanechaly periferie ve správném stavu tak, aby je nové jádro mohlo znovu inicializovat a použít. Bohužel, ovladače na zařízení s Androidem často nejsou na kexec připraveny a přístroj při pokusu tuto funkci použít jednoduše zamrzne někde mezi starým a novým jádrem. V tomto stavu není možné bez speciálního vybavení a dokumentace nijak zjistit příčinu zamrznutí, opravení ovladačů je tedy téměř nemožné.

Proto byla vytvořena modifikace funkce kexec, nazvaná kexec-hardboot, která přidává do procesu reálný restart zařízení. Staré jádro uloží nové do oblasti operační paměti, která se při restartu nepřepíše a restartuje zařízení. Zavaděč poté korektně nastaví všechny zařízení do počátečního stavu (jako při normálním bootu), několik prvních instrukcí jádra ze zaváděcího sektoru detekuje, že bylo do operační paměti uloženo jiné jádro a přeskočí do něj.

Tento patch původně napsal Mike Kasick[5], já jsem ho upravil pro zařízení podporované MultiROM a také významně vylepšil jeho možnosti (podrobně popsáno v příloze „Kexec-hardboot patch“ na straně 42).

6 Aplikace pro Android

Aplikace *MultiROM Manager* je poměrně nová část MultiROM, přidaná hlavně za účelem zjednodušení instalace celé modifikace. Postupně přibyla instalace Ubuntu Touch, možnost správa instalovaných systémů a možnost nabootovat do systému přímo z této aplikace, bez nutnosti restartovat nejdříve do boot manageru.

Aplikace je zdarma dostupná v obchodě Google Play, kde má velmi pozitivní hodnocení (4,7 z 5 hvězdiček k 11. 3. 2014).

- http://play.google.com/apps/details?id=com.tassadar.multirommgr

Obrázek 4: Hlavní obrazovka aplikace *MultiROM Manager*

Další obrázky jsou kvůli velikosti zařazeny v příloze „??“ na straně ??.

6.1 Instalace a aktualizace MultiROM

Aplikace dokáže vše potřebné (MultiROM, Recovery a kernel) stáhnout a nainstalovat. Dále hlídá, jestli jsou verze všech komponent aktuální a v případě že nejsou, nabídne uživateli aktualizaci. Kvůli této funkci jsem vytvořil server, který hostuje data o dostupných verzích pro jednotlivé zařízení a skladuje všechny instalační soubory.

Tato část aplikace výrazně zjednodušila instalaci a aktualizace celého projektu – dříve byly aktualizace vydávány pouze na XDA fóru a uživatel na si musel aktualizace všimnout, stáhnout ji, nahrát do telefonu a nainstalovat. MultiROM Manager tohle všechno zvládá v jednom kroku.

Obrázek 5: Instalace a aktualizace v manageru

6.2 Instalace Ubuntu Touch

Původně Ubuntu Touch používalo ke své instalaci ZIP soubory s *Edify* scriptem, podobně jako Android ROM. Jeho vývojáři ale přešli na nový systém, skládající se z obrovské složky s datovými soubory pojmenovanými podle toho, jaká data přesně obsahují a z metadat, která určují, jaký datový soubor patří k určité verzi OS a ke kterému zařízení. Uživatel samotný bez jakéhokoliv nástroje se mezi datovými soubory nemůže vyznat a stáhnout ten správný, a tak Ubuntu používá na instalaci na nařízení scripty. Ty běží na počítači, naparsují metadata, stáhnou příslušné datové soubory a nainstalují je na zařízení připojené k počítači přes USB. Tyto scripty samozřejmě nejsou kompatibilní s MultiROM, a proto jsem do MultiROM Manageru přidal funkci instalace Ubuntu Touch jako další vedlejší systém.

Manager naparsuje metadata, stáhne všechny potřebné soubory podle vybrané verze a nainstaluje je jako další systém do MultiROM.

Obrázek 6: Volby instalace Ubuntu Touch

7 Princip multibootu

MultiROM instaluje všechny vedlejší operační systémy do podsložky na „kartě SD“[4]. Každý systém má svoji vlastní podsložku, která je později funguje jako kořen adresářového stromu tohoto systému místo původního, hlavního kořene. Další postup se liší podle typu systému.

7.1 Android

OS Android má proces startu systému a uspořádání systému souborů odlišné od běžných Linuxových distribucí. Jádro systému si ihned po startu rozbalí archiv souborů do operační paměti a použije ho jako kořen souborového systému. Tento archiv je běžně označován jako *init ramdisk*, zkráceně *initrd*. *Initrd* obsahuje první program, který se spustí po startu jádra systému, tvz. *init*. Tento má za úkol inicializovat zařízení v telefonu, připojit všechny „diskové oddíly“ a spustit z nich zbytek Androidu, k čemuž používá *scripty*, které čte a vykonává akce v nich definované.

Před tím, než budu pokračovat, musím upozornit na to, že Android používá tři hlavní diskové oddíly: **/data** pro aplikace a uživatelská data, **/system** pro nainstalované neměnné části systému a **/cache** pro dočasné soubory. Nahrazení všech těchto složek jinými prakticky znamená spuštění jiného systému.

MultiROM **nahrazuje** *init* v *initrd*, je tedy prvním programem, který běží po startu jádra. Poté, co uživatel vybere systém, který chce spustit, boot manager provede následující proces:

1. Použije kexec k:
   (a) **restartování zařízení s jádrem vybraného systému** nebo
   (b) **pokračuje dále se stejným jádrem**, které se tedy sdílí mezi hlavní a vedlejší ROM (možné nastavit při instalaci ROM).

[4]Řada zařízení již fyzickou SD kartou nedisponuje, „SD kartou“ se tedy označuje část vnitřní paměti přístroje, která kartu nahrazuje

2. Připojí podsložky vybrané ROM z SD karty na umístění v kořenu souborového systému, tedy /data, /system a /cache.

3. Přepíše scripty původní ROM těmi z uživatelem vybrané ROM.

4. **Upraví scripty tak, aby nepřipojovali původní diskové oddíly na /data, /system a /cache** – přepsali by složky vedlejší ROM, které boot manager již připojil.

5. Boot manager se ukončí a **spustí místo sebe *init* z uživatelem vybrané ROM**, který prokračuje ve spouštění této ROM ze složek, které boot manager připojil na /data, /system a /cache.

Multiboot systému Android je poměrně přímočarý a MultiROM ho zvládne provést sama, není třeba danou ROM nijak modifikovat aby byla s MultiROM kompatibilní.

7.2 Ostatní systémy

MultiROM zvládne nabootovat jakýkoliv systém založený na Linuxovém zařízení (žádný jiný druh není pro tato zařízení k dispozici), ale je potřeba tyto systémy modifikovat, aby dokázali použít podsložku SD karty jako kořen systému souborů. Boot manager spouští tento typ systémů následujícím způsobem:

1. Použije kexec k **restartování zařízení s jádrem a *initrd* vybraného systému**. Nastaví přitom do příkazové řádky jádra[5] **cestu do složky s kořenem spouštěného systému**

2. Po restartu již MultiROM systém **nijak neovlivňuje**. Je na systému samotném, aby jako kořenový systém připojil složku, která mu byla předána v příkazové řádce jádra.

[5] Několik textových parametrů jádra, např. "`console=tty1 root=/dev/sda1 rootfstype=ext4 debug`"

MultiROM hledá jádro systému a *initrd* a předává jádru parametry podle informací v souboru `rom_info.txt`, umístěného v adresáři tohoto vedlejšího systému. Jak `rom_info.txt` vypadá můžete vidět v příkladu 7.

Tento typ systémů tedy musí byt upraven tak, aby byl schopný připojit složku předanou v příkazové řádce jádra jako kořen souborového systému. Jedná se obvykle o poměrně nenáročnou úpravu jednoho ze scriptů programu *init*, které většina OS založených na Linuxu má (ale nejsou všechny stejné, proto není možné upravovat je z MultiROM). V případě Ubuntu Touch a Ubuntu Desktop dokáže recovery při instalaci systém patřičně upravit, je tedy možné použít původní, neupravené instalační soubory.

```
# So far, the only supported ROM type for these files is kexec-based linux
type="kexec"

# Paths to root of the ROM.
# Both image and folder can be specified at one time, MultiROM will use
# the one which it can find. If both are present, folder is used.
# Must _not_ contain spaces.
# Path is from root of the root partition, but you will usually want
# to use following alias:
# - %m - ROM's folder (eg. /media/multirom/roms/*rom_name*)
root_dir="%m"
root_img="%m/data.img"
root_img_fs="ext4"

# Path to kernel and initrd. Kernel path _must_ be specified.
# Paths are relative to the folder in which is this file
# Those can be outside the root folder/image, or use %r if it is in there:
# kernel_path="%r/boot/vmlinuz"
# If ROM is in images, it will mount the image and load it from there.
# You can use  * _at the end of the filename_ as wildcard character.
kernel_path="zImage"
initrd_path="initrd.img"

# Set up the cmdline
# img_cmdline and dir_cmdline are appended to base_cmdline.
# Several aliases are used:
#  - %b - base command line from bootloader. You want this as first
#         thing in cmdline.
#  - %d - root device. is either "UUID=..." (USB drive) or
#         "/dev/mmcblk0p9" or "/dev/mmcblk0p10"
#  - %r - root fs type
#  - %s - root directory, from root of the root device
#  - %i - root image, from root of the root device
#  - %f - fs of the root image
base_cmdline="%b console=tty0 androidboot.hardware=hammerhead ..."
img_cmdline="loop=%s loopfstype=%f"
dir_cmdline="rootsubdir=%s"
```

Obrázek 7: Obsah souboru `rom_info.txt` s komentáři

8 Srovnání s jinými multiboot nástroji

Žádný jiný multiboot nástroj pro zařízení řady Nexus, které MultiROM podporuje, neexistují, proto budu můj projekt srovnávat s metodami, které jsou běžné pro jiné telefony a tablety.

Nejčastějším způsobem je tzv. **dual-boot kernel**, který spočívá v upravení *init* skriptů a používání některé z volných oddílů na zařízení pro umístění druhé ROM (například `/cache`). Do druhého systému se uživatel nabootuje, pokud bude držet některou z kláves na zařízení, např. snížení hlasitosti. Nevýhody této metody jsou možnost instalace pouze dvou systémů, které navíc musí být jen Android ROM. Dále používá pro obě ROM stejné jádro, které tím pádem musí být s oběma kompatibilní. To může být často problém, na většině zařízení existují 2 a více základních druhů ROM, které mezi sebou nejsou kompatibilní.

Méně častá jsou **řešení založená na volání kexec**, podobně jako MultiROM. Pro ukládání vedlejších ROM používají obrazy oddílů nebo složky a často mají i nějakou formu boot manageru. Jako příklad použiji modifikaci *Xperia Boot Menu*[7], která používá kexec-hardboot patch, nicméně nemá upravenou recovery, která by pomáhala s instalací vedlejších ROM. Tato činnost se tím pádem stává poměrně náročnou.

Dalším populární modifikací je MoDaCo.SWITCH[8], jejíž hlavní předností je sdílení všech dat a aplikací mezi hlavním a vedlejším systémem. Jedná se však pouze o dual-boot, a to jen mezi dvěma předem určenými ROM – uživatel si je nemůže vybrat, protože jsou součástí této modifikace. Právě to umožňuje relativně bezproblémové sdílení všech dat mezi oběma systémy, které MultiROM ještě nepodporuje.

Mezi hlavní výhody MultiROM patří zejména **velmi snadná instalace a používání** v porovnání s ostatními podobnými modifikacemi. Aplikace pro Android nainstaluje vše potřebné a udržuje MultiROM aktualizovanou a další systémy se instalují v upravené recovery velmi podobně jako bez multibootu – stačí pouze vybrat ZIP soubor a stisknout tlačítko. MultiROM dále podporuje téměř **jakýkoliv typ operačního systému** – například

pro Nexus 7 existují kromě Androidu balíčky se systémy Ubuntu Touch, Ubuntu Desktop, Plasma Active, WebOS, Tizen, BohdiLinux či ArchLinux. Další důležitou vlastností je možnost **instalace jakéhokoliv množství vedlejších systémů**, jediným limitem je velikost paměti. Navíc je možné **instalovat i na USB flash disk**, pokud je interní paměť zařízení vyčerpána.

9 Přijetí MultiROM

9.1 XDA Developers fóra

Server http://xda-developers.com je největším webem zabývajícím se upravováním Android (ale i jiných) zařízení. Jeho hlavní částí je fórum, kde vývojáři a nadšenci vydávají své produkty. Právě zde lze nalézt nejvíce různých druhů ROM a dalších modifikací.

Hlavním způsobem, jak získává MultiROM nové uživatele a já komunikuji s existujícími jsou právě vlákna na XDA fóru. Obsahují popis MultiROM, návod na instalaci, návod k používání, seznam změn a odkazy ke stažení. Každé zařízení má své vlastní vlákno:

- Nexus 7 (2012):
  http://forum.xda-developers.com/showthread.php?t=2011403
- Nexus 7 (2013):
  http://forum.xda-developers.com/showthread.php?t=2457063
- Nexus 4:
  http://forum.xda-developers.com/showthread.php?p=46223377
- Nexus 5:
  http://forum.xda-developers.com/showthread.php?t=2571011

9.2 Indiegogo kampaň

Server indiegogo.com[9] se zaměřuje na tzv. crowdfunding – jednotlivec či skupina si může na tomto serveru založit projekt, který chtějí vytvořit a stanoví částku kterou potřebují k jeho realizaci. Návštěvníci indiegogo přispívají peníze projektům, které se jim líbí. Záleží pouze na nich kolik přispějí – $5, $20 nebo $10000, jakákoliv částka je možná. Pokud přispěje dostatek lidí, mohou uspět i velmi finančně náročné projekty (v řádech milionů dolarů). Důležité je však uvědomit si, že se nejedná o obchod – i když

projekt dostane požadovanou částku peněz, není jisté že uspěje, zejména proto, že crowdfunding dává příležitost podnikat i lidem, kteří nemají žádné zkušenosti. Pokud ale jde vše podle plánu, vznikají často zajímavé projekty, které by jinak umřely jen protože se nelíbily investorům. Projektem může být takřka cokoliv, například počítačová hra, nějaký nový kus hardwaru, ale i vydání prvního alba amatérské kapely či peněžní sbírky pro příspěvkové organizace.

Po vydání nové verze tabletu Nexus 7 v roce 2013 jsem zaznamenal poměrně velké množství požadavků aby MultiROM podporovala i toto zařízení. Poskytnout takovou úroveň podpory, kterou bych chtěl (zejména řešení problémů pokud něco nefunguje) je však takřka nemožné, pokud zařízení nevlastním a nemohu na něm vše testovat. Založil jsem tedy na indiegogo projekt na zakoupení Nexusu 7 a přidaní kompatibility pro toto zařízení[10]. Cílem byla částka $500 (menší indiegogo nepodporuje). **Kampaň byla úspěšná**, celkově se vybralo 562 dolarů a **já jsem svůj „závazek“ splnil, a to i v odhadovaném čase** – verze pro Nexus 7 byla vydána necelý měsíc po skončení kampaně.

Obrázek 8: Výsledek kampaně na Indiegogo.com

9.3 Počet uživatelů

Ke každé aplikaci v Obchodě Google Play jsou dostupné i poměrně podrobné statistiky aktivních uživatelů, a tak od vydání aplikace pro Android

mohu sledovat i počet uživatelů MultiROM. Tyto statistiky nejsou úplně přesné, protože nezahrnují uživatele, kteří nemají aplikaci nainstalovanou (aplikace není nutnou součástí MultiROM, pouze usnadňuje její používání) ani uživatele některého z mnou nepodporovaných zařízení.

Na grafu č. 9 můžete vidět graf **aktivních** instalací (nezahrnuje tedy zařízení, ze kterých byla aplikace odinstalována) ke dni 14. 3. 2014. Poslední hodnota je 13 498 instalací. Dále graf č. 10 znázorňuje počet instalací podle typu zařízení.

Obrázek 9: Graf znázorňující nárůst aktivních instalací

Obrázek 10: Graf s počtem instalací podle zařízení

9.4 Napsali o MultiROM

„Žonglér s ROM – S MultiROM můžete na váš Nexus 7 nainstalovat několik systémů zároveň, a to jak Android ROM tak další Linuxové distribuce.“ (Překlad z němčiny.)
„...A great thing about MultiROM is the wa y it doesn't require a lot of tweaking on the user's part to get things to work...“

AddictiveTips[11]

„...The Nexus 7 by itself is a great ... tablet. However, ... there's a lot of alternate OSes out there for it. MultiROM lets you try them all without requiring you to wipe your device each time you want to try a new OS or ROM build.“

Linux Journal[12]

„...The Nexus 7 is one of the best devices for a few reasons ... So, how could you make something this good even better? XDA Recognized Developer Tasssadar can answer this question with his latest creation: Multi-Boot for the Nexus 7.“

XDA-Developers portal[13]

„Do you love to try out different ROMs on your Nexus 7? ... it can get a bit frustrating flashing backwards and forwards between new ROMs and your daily driver. There is an easier way! MultiROM allows you to have multiple ROMs installed on your device and gives you the ability to switch between them at will.“

AndroidMagazine[14]

číslo 21/2013 německého tištěného časopisu c't magazin[15]

„MultiROM is extremely easy to use, even for users with little knowledge, and that is why that stands out other similar tools that require fiddling

a bit more about the system by yourself.“

Firefox OS Guide[16]

„...But you don’t have to wipe the stock Android software that comes with the tablet to load Ubuntu, CyanogenMod, or another OS. Instead, you can use a new tool called MultiROM to load more than one OS on the 7 inch tablet...“

Liliputing[17]

„It’s great to see this extremely useful tool evolving and even better to see the development team recognizing the needs of their users and improving the experience as well as adding additional power.“

Renmond pie[18]

„MultiROM: Must-Have for Nexus 7 Tinkering“

AppsLab[19]

10 Spolupráce s komunitou

10.1 TeamWin Recovery Project

Při implementování rozsáhlých úprav do TWRP, aby dokázala spravovat MultiROM, jsem se podrobně seznámil se strukturou tohoto projektu. Během tohoto procesu jsem také opravil několik chyb a přidal nemalé množství úprav a nových funkcí, které jsem v TWRP postrádal. Část těchto úprav, která nesouvisela s MultiROM, jsem postupně odeslal do hlavního stromu TWRP, aby je mohli používat všichni uživatelé této recovery. Patří mezi ně například:

- Přidání posuvníku do seznamu souborů.
- Optimalizace vykreslování GUI, výsledkem je až čtyřnásobné zrychlení.
- Nový prvek GUI – horizontální posuvník pro nastavení hodnoty v určitém rozmezí, například jas displeje (0-100%).
- Podpora myši připojené přes USB (hodí se pro uživatele, kterým se rozbila dotyková vrstva displeje).
- Úpravy rozšiřující možnosti XML témat (podmíněné zobrazování prvků GUI, ukládání proměnných, ...).

10.2 Kexec-hardboot patch

Patch upravený pro jednotlivá zařízení s dalšími vylepšeními jsem zveřejnil na XDA fóru, aby ho mohli používat i ostatní, což se také stalo – další členové komunity můj patch použili na jejich zařízeních (zejména z řady Sony Xperia). Podrobný popis mé verze patche a odkazy na jednotlivá vlákna na XDA fóru najdete v příloze „Kexec-hardboot patch“ na straně 42.

10.3 Verze MultiROM pro další zařízení

Členové komunity MultiROM upravili pro některé další zařízení, většině jsem osobně nějakým způsobem pomáhal – odpovídal na dotazy nebo implementoval některé komplexnější části MultiROM pro jejich telefon či tablet (např. kexec-hardboot patch). Pomáhaly jim také stránky o upravovaní MultiROM pro další zařízení, které jsem napsal na wiki (součást repozitáře na Githubu):

- https://github.com/Tasssadar/multirom/wiki/Porting-MultiROM

10.4 Ubuntu Touch

Ubuntu Touch[3] je nový mobilní operační systém v současnosti vyvíjený firmou Canonical. Má stejný základ jako počítačová distribuce Ubuntu a je tedy mnohem blíže úplnému Linuxovému systému než Android. Díky MultiROM jsem si tento systém mohl vyzkoušet bez smazání mého hlavního systému. Kdyby MultiROM neexistovala, pravděpodobně bych tento OS vyzkoušel až mnohem později, protože Ubuntu Touch ještě není připravené pro běžné používání, je teprve ve vývoji. Tento OS mě zaujal, a tak jsem do tohoto OS různým způsobem přispíval – nahlašováním chyb a několika málo opravami.

Mimo jiné jsem také vytvořil server[20], který sestavuje Ubuntu Touch pro telefon Nexus 5 a poskytuje instalační soubory a aktualizace pro všechny zájemce. Nexus 5 není oficiálně podporovaný firmou Canonical, ale díky tomuto serveru mohou uživatelé tento systém instalovat stejným způsobem jako na oficiální podporovaná zařízení – stačí pouze zadat jinou adresu serveru s instalačními soubory. Fungují dokonce i automatické aktualizace.

Závěr

PŘÍLOHA A:

Uzamykání zařízení pouze na určitý systém

I když zdrojové kódy OS Android jsou z velké části otevřené, mezi výrobci panuje trend uzamykaní zařízení tak, aby mohli uživatelé používat pouze systém vydaný výrobcem, ať už v zájmu bezpečnosti, zachování určitých vlastností systému (např. předinstalované aplikace často obtěžující uživatele) nebo z prostého nepochopení trhu. V současnosti existuje několik typů uzamknutí zařízení:

1. **Volně odemykatelné** – uživatel si je může sám odemknout, bez žádných nevýhod oproti uzamknutým zařízením. Tento typ je nejvíce ojedinělý, příkladem jsou zařízení z řady *Nexus* vydávané pod záštitou firmy Google.

2. **Odemykatelné za registraci** – výrobce provozuje web, který po zadání sériového čísla zařízení vydá odemykací kód. Takto si vytvoří databázi odemknutých zařízení, kterou poté může využít k zamítnutí reklamací (podobné chování nemusí být v souladu s legislativou).

   Někteří výrobci při tomto odemknutí smažou klíče pro placený obsah (tzv. DRM[6]), protože je na odemknutých systémech podle jejich názoru větší nebezpečí nelegálního kopírování obsahu chráněného pomocí DRM.

3. **„Edice pro vývojáře“** – výrobce kromě standardní varianty zařízení vydávají verzi, kterou je možné odemknout, buďto za registraci nebo volně. Tyto edice jsou často bezdůvodně dražší anebo nejsou dostupné ve všech zemích, ve kterých je možné koupit standardní variantu. Označení „Developer edition“, které výrobci používají, je v tomto případě mírně zavádějící – odemknutí zařízení spočívá opět pouze

[6] *Digital Rights Management* – systémy navržené pro zabránění nelegálního kopírování digitálního obsahu – hudby, filmů, her apod.

v povolení zápisu do většiny paměti a vypnutí ochran, které by zařízení zablokovaly v případě, že jsou systémové části SW změněny. Kromě této skutečnosti nejsou o nic více přizpůsobené vývojářům (části softwaru s uzavřeným zdrojovým kódem jsou stále nedostupné a hardware telefonu je rovněž stejný, neobsahuje např. další dobře dostupné porty pro ladění zařízení).

4. **Bez možnosti odemknutí** – výrobce neposkytuje žádný způsob jak zařízení odemknout. V naprosté většině případů ale komunita překoná toto omezení a existuje více nebo méně pohodlná možnost neoficiálního odemknutí. Někteří výrobci tomuto odporují a dokonce přidávají vlastnosti kontrolující integritu systému a sledující, zda nebylo uzamknutí prolomeno. Tyto ochrany bývají často také překonány.

PŘÍLOHA B:

MultiROM instalátor

MultiROM instalátor je formát instalačních souborů, který jsem vyvinul pro MultiROM. Android ke obvykle instalovaný ze ZIP souborů s edify scriptem, je tedy zaměřený zejména na ostatní operační systémy. Jedná se o (nekomprimovaný) ZIP archiv s příponou *.mrom, který má tuto strukturu:

```
balicek_s_os.mrom
|-- post_install
|   \-- 01_finish_install.sh
|-- pre_install
|   \-- 01_begin_install.sh
|-- rom
|   \-- root.tar.gz
|-- root_dir
|   \-- rom_manifest.txt
\-- manifest.txt
```

Soubor **manifest.txt** obsahuje informace pro recovery, která bude tento balíček instalovat – podporované umístění instalace (vnitřní paměť nebo USB disk), požadované volné místo a další. Obsah tohoto souboru můžete vidět v příkladu 1.

Složka **rom** obsahuje data pro jednotlivé oddíly zkomprimované do `tar.gz` archivů[7]. Tyto jsou během instalaci vyextrahovány do podsložek hlavní složky vytvořené pro tento vedlejší systém.

Složka **root_dir** obsahuje soubory, které jsou zkopírovány do kořenové složky tohoto vedlejšího systému, zejména soubor `rom_info.txt`, jehož role byla popsána v kapitole 7: „Princip multibootu“ na straně 23.

[7]Běžně používaný formát archivů na operačním systému Linux, podobně jako je ZIP na MS Windows.

Složky **post_install** a **pre_install** mohou obsahovat scripty v jazyce *Bash*[8], které jsou spuštěny před a po rozbalení všech archivů s daty systému. Mohou udělat cokoliv je potřeba pro instalaci tohoto systému, například nastavit cestu k tomuto systému, velikost dostupné paměti a další.

[8] *Bash* – skriptovací jazyk, který je nedílnou součástí většiny Linuxových operačních systémů

```
# Manifest version
manifest_ver="1"

# Min MultiROM version
min_mrom_ver="5"

# Supported devices codenames. These are checked against
# ro.product.device property
devices="grouper tilapia"

# ROM name. If not specified, name of the installation file is used,
# which is recommmended. Don't use spaces.
#rom_name="Generic_ROM"

# Installation text, it is displayed in recovery during installation.
# Use \n to make newlines
install_text="Generic ROM 1.2.3.4\nWelcome to Generic ROM!\n\n"

# Enable installation to internal ext4 memory
enable_internal="1"

# USB flash drive installation, set to empty string to disable.
# You can install to either subdirectory or ext4 disk image.
# Subdirectory is prefered.
# usb_dir_fs - list of supported fs types
# usb_img_fs - list of supported underlaying fs types, images are always ext4
usb_dir_fs="ext2 ext3 ext4"
usb_img_fs="vfat ntfs"

# ROM base folders - the ones in root of ROM folder.
# There can only be maximum of 5 base folders!
# If USB drive with filesystem for images is used, each of these is ext4 image
# If this is a Linux ROM, you usually want just "root". If it is Android-based,
# you probably want "cache", "system" and "data"
# Specify also min and default size of the image created for USB drives
# in megabytes. Min value is used to check free space if it is not installed
# to image.
# Syntax: name:MIN:DEFAULT name2:MIN:DEFAULT ...
# Example: base_folders="data:50:1024 system:450:640 cache:50:450"
base_folders="root:1000:1500"
```

Příklad 1: Obsah souboru `manifest.txt` s komentáři

PŘÍLOHA C:

Kexec-hardboot patch

Tato příloha popisuje kexec-hardboot patch do hloubky a předpokládá, že čtenář zná proces bootování Linuxového jádra na ARM systémech a systémové volání kexec. Patche pro jednotlivá zařízení:

- Nexus 7 (2012): https://gist.github.com/Tasssadar/6687647
- Nexus 7 (2013): https://gist.github.com/Tasssadar/4558647
- Nexus 4: https://gist.github.com/Tasssadar/6766757
- Nexus 5: https://gist.github.com/Tasssadar/7833796

Rozdíly oproti běžnému volání kexec

Tato podkapitola popisuje původní kexec-hardboot patch od Mika Kasicka, moje změny naleznete níže.

Po zavolání `kexec -e` z uživatelského prostoru je v jádře v metodě `machine_kexec()`[9] do proměné `kexec_hardboot` uložen typ kexec volání (normální nebo kexec-hardboot). Dále se v `relocate_new_kernel`[10] uloží do předem definované oblasti v operační paměti informace o novém jádře – jeho adresa v paměti, adresa, tzv. atags[11] a ID architetury. Po uložení těchto informací se zařízení restartuje.

Po restartu je v metodě `start`[12], která je jedna z prvních částí jádra volaných bezprostředně poté co bootloader spustí kernel, zkontrolována přítomnost informací o kexec-hardboot kernelu v operační paměti. V případě,

[9] `arch/arm/kernel/machine_kexec.c`

[10] `arch/arm/kernel/relocate_kernel.S`

[11] atags – binární struktura, která obsahuje parametry („tagy“) pro jádro – příkazovou řádku, umístění initrd, typ hardwaru a další. Bootloader ji předává kernelu.

[12] `arch/arm/boot/compressed/head.S`

že je nový kernel nalezen, je mu pomocí registrů `r1` a `r2` předána adresa atagů a ID architetury a starý kernel přeskočí na jeho adresu.

Nový kernel musí detekovat, že neběží v předpokládané lokaci v paměti a překopírovat atagy do prvních 16kB paměti (tj. pod jádro). Znamená to, že narozdíl od běžného volání kexec je třeba upravit obě jádra – hostitelské i to nově spuštěné.

Moje změny

Nejvýznamnější změnou je přesunutí kódu, který zkopíruje atagy pro nový kernel do lokace v prvních 16kB, do hostitelského kernelu. Atagy se zkopírují po restartu, v metodě `start` (`head.S`). To znamená, že pouze hostitelský kernel musí být upraven, což je **velmi** významné vylepšení.

Další změnou, která byla třeba pro Google Nexus 5, je podpora DTB[13]. Jednalo se zejména o úpravy userspace částí kexecu a změny v kernelu, aby byl schopný zpracovat DTB.

Kromě toho bylo provedeno několik dalších změn, zejména pro kompatibilitu se zařízeními, která MultiROM podporuje.

[13] *Device Tree Blob* – binární struktura, která obsahuje informace o hardwaru zařízení dříve kompilované přímo do jádra. Na ARM platformě představuje *částečnou* náhradu ACPI, které známe z platformy x86. Mimo jiné také nahrazuje atagy.

PŘÍLOHA D:

Velké obrázky

Obrázek 11: Boot manager: hlavní obrazovka se seznamem systémů

Obrázek 12: Boot manager: je možné nastavit automatické spuštění jednoho ze systémů po určité prodlevě

Obrázek 13: Boot manager: obrazovka "ostatní možnosti"

Obrázek 14: Instalace vedlejšího systému v recovery 1: výběr typu systému a umístění instalace

Obrázek 15: Instalace vedlejšího systému v recovery 2: výběr instalačního média (ZIP soubor, záloha nebo nahrání z počítače přes USB)

Obrázek 16: Instalace vedlejšího systému v recovery 3: výběr instalačního ZIP souboru

Obrázek 17: Android aplikace: hlavní obrazovka

Obrázek 18: Android aplikace: probíhající instalace MultiROM

Obrázek 19: Android aplikace: správa nainstalovaných systémů

Obrázek 20: Android aplikace: widget na plochu

PŘÍLOHA E:

Odkazy

[1] *Android Developers* [online]. [cit. 2014-01-19]. Dostupné na World Wide Web: <http://source.android.com/>.

[2] *CyanogenMod | Android Community Operating System* [online]. [cit. 2014-01-19]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.cyanogenmod.org/>.

[3] *Ubuntu on phones | Ubuntu* [online]. [cit. 2014-01-21]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.ubuntu.com/phone>.

[4] *Firefox OS — přizpůsobitelný telefon – skvělé funkce, aplikace a nejen to – Mozilla* [online]. [cit. 2014-01-21]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.mozilla.org/cs/firefox/os/>.

[5] KASICK, Mike. *[PATCHES] Kexec syscall support, boots kernels from SD or USB (11/6/11, GB support) – xda-developers* [online]. 18. září 2011. [cit. 2014-03-01]. Dostupné na World Wide Web: <http://forum.xda-developers.com/showthread.php?t=1266827>.

[6] *TeamWin Projects – TWRP 2.7 – | TeamWin* [online]. [cit. 2014-02-12]. Dostupné na World Wide Web: <http://teamw.in/project/twrp2>.

[7] MUNJENI. *Xperia Boot Menu v1.0 – xda-developers* [online]. 24. srpna 2013. [cit. 2014-03-01]. Dostupné na World Wide Web: <http://forum.xda-developers.com/showthread.php?t=2418241>.

[8] O'BRIEN, Paul. *Beta 13: MoDaCo.SWITCH HTC One support topic – HTC One (M7) – MoDaCo* [online]. 19. července 2013. [cit. 2014-03-01]. Dostupné na World Wide Web:

<http://www.modaco.com/topic/363797-beta-13-modacoswitch-htc-one-support-topic/>.

[9] *Indiegogo: An International Crowdfunding Platform to Raise Money* [online]. [cit. 2014-03-01]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.indiegogo.com/>.

[10] BOČEK, Vojtěch. *MultiROM for Nexus 7 2013 | Indiegogo* [online]. 28. července 2013. [cit. 2014-03-01]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.indiegogo.com/projects/multirom-for-nexus-7-2013>.

[11] Raja, HAROON Q. *MultiROM: Dual-Boot Android, Ubuntu Touch Or Firefox OS On Nexus 4, 7* [online]. 12. listopadu 2013. [cit. 2014-03-02]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.addictivetips.com/ubuntu-linux-tips/dual-boot-android-ubuntu-touch-or-firefox-os-on-nexus-4-7-with-multirom/>.

[12] CHILDERS, Bill. *Multi-Booting the Nexus 7 Tablet | Linux Journal* [online]. 29. července 2013. [cit. 2014-03-02]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.linuxjournal.com/content/multi-booting-nexus-7-tablet>.

[13] EGZTHUNDER1. *Get More, Much More From Your Nexus 7 with MultiBoot – xda-developers* [online]. 10. prosince 2012. [cit. 2014-03-02]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.xda-developers.com/android/get-more-much-more-from-your-nexus-7-with-multiboot/>.

[14] *Switch between multiple Nexus 7 ROMs with MultiROM | Little Green Robot* [online]. 20. ledna 2014. [cit. 2014-03-02]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.littlegreenrobot.co.uk/tutorials/switch-between-multiple-nexus-7-roms-with-multirom/>.

[15] DIEDRICH, Oliver. *c't - Inhalt 21/2013 - Seite 152* [online]. 23. září 2013. [cit. 2014-03-02]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.heise.de/ct/inhalt/2013/21/152/>.

[16] Avijit, DEY. *MultiROM: Boot Android along with Ubuntu Touch, Firefox OS on Nexus | Firefox OS Guide* [online]. 22. února 2014. [cit. 2014-03-02]. Dostupné na World Wide Web: <http://firefoxosguide.com/firefox-os/multirom-boot-android-along-ubuntu-touch-firefox-os-nexus.html/>.

[17] LINDER, Brad. *Load multiple operating systems on the Nexus 7 with MultiROM - Liliputing* [online]. 11. prosince 2012. [cit. 2014-03-02]. Dostupné na World Wide Web: <http://liliputing.com/2012/12/load-multiple-operating-systems-on-the-nexus-7-with-multirom.html>.

[18] MORRIS, Paul. *Dual-Boot Multiple ROMs On Nexus 7 2013 And Nexus 4 With Updated MultiROM Manager | Redmond Pie* [online]. 11. listopadu 2013. [cit. 2014-03-02]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.redmondpie.com/dual-boot-multiple-roms-on-nexus-7-2013-and-nexus-4-with-updated-multirom-manager/>.

[19] KURAMOTO, Jake. *MultiROM: Must-Have for Nexus 7 Tinkering | The AppsLab* [online]. 16. dubna 2013. [cit. 2014-03-02]. Dostupné na World Wide Web: <http://theappslab.com/2013/04/16/multirom-must-have-for-nexus-7-tinkering/>.

[20] BOČEK, Vojtěch. *Custom system-image server for Nexus 5 : Mailing list archive : ubuntu-phone team in Launchpad* [online]. 3. března 2014. [cit. 2014-03-05]. Dostupné na World Wide Web: <https://lists.launchpad.net/ubuntu-phone/msg06721.html>.

PŘÍLOHA F:

Seznam obrázků

1 Ubuntu na tabletu Nexus 7 s připojenou klávesnicí 5
2 Obrazovka boot manageru s výběrem systému 12
3 Hlavní menu upravené recovery *TWRP* 15
4 Hlavní obrazovka aplikace *MultiROM Manager* 20
5 Instalace a aktualizace v manageru 21
6 Volby instalace Ubuntu Touch 22
7 Obsah souboru s komentáři 26
8 Výsledek kampaře na Indiegogo.com 30
9 Graf znázorňující nárůst aktivních instalací 31
10 Graf s počtem instalací podle zařízení 31
11 Boot manager: hlavní obrazovka se seznamem systémů . . . 44
12 Boot manager: je možné nastavit automatické spuštění jednoho ze systémů po určité prodlevě 45
13 Boot manager: obrazovka "ostatní možnosti" 46
14 Instalace vedlejšího systému v recovery 1: výběr typu systému a umístění instalace 47
15 Instalace vedlejšího systému v recovery 2: výběr instalačního média (ZIP soubor, záloha nebo nahrání z počítače přes USB) 48
16 Instalace vedlejšího systému v recovery 3: výběr instalačního ZIP souboru 49
17 Android aplikace: hlavní obrazovka 50
18 Android aplikace: probíhající instalace MultiROM 51
19 Android aplikace: správa nainstalovaných systémů 52
20 Android aplikace: widget na plochu 53