

Ultimate Arcade Suitcase

Lukáš Erlich*



Abstrakt

Cieľom tejto práce je vytvoriť zábavný kufrík (hardware aj software), ktorý umožňuje spúšťanie retro arkádových hier a funguje taktiež ako jukebox na prehrávanie mp3 piesní. Jadro kufru je tvorené Raspberry Pi a k nemu pripojenými audiovizuálnymi a kontrolnými perifériami. Software pre konzolovú časť a jukebox je prevzatý z GitHub open-source projektov RetroPie a FruitBox. Nad operačným systémom je vytvorené jednoduché rozhranie a užívateľovi je taktiež umožnené spravovať kufor pomocou webového manažéra vo frameworku Laravel. Vytvoril som systém aplikácií, komunikujúcich s OS a hardwarovými komponentami. Hardwarová výbava kufra je kompletná a webový manažér je aktuálne z 80 % hotový, rozhranie je udržiavané jednoducho. Práca ukazuje využitie jednoduchých počítačov v komplexnejších systémoch a ich možnosti.

Kľúčové slová: Raspberry Pi — Web manager — Raspbian

Priložené materiály: RetroPie — FruitBox — GitHub

*xerlic00@stud.fit.vutbr.cz, Faculty of Information Technology, Brno University of Technology

1. Úvod

Mojím zámerom je vytvoriť kufrík, ktorý by umožnil užívateľom spúšťať jednoduché hry, z ich oblúbených herných konzol z mladosti alebo prehrávať mp3 piesne iným spôsobom ako je zvyčajné a zároveň si zachoval prenositeľnosť.

Za týmto účelom sú v kufri nainštalované open-source programy **RetroPie**, ktorý funguje ako emulátor starých hier (formát ROM) a **FruitBox**, mp3 prehrávač v štýle jukeboxu. Oba sú priamo prevzaté z verejných repozitárov dostupných na [GitHub.com](https://github.com). Tieto programy sú navrhnuté s optimalizáciami priamo na Raspberry Pi.

Hardwarovú časť tvorí počítač Raspberry Pi a ku nemu pripojené vstupné a výstupné periférie a senzory. Intenzívne využitá je aj zbernice GPIO, na ktorú sú pripojené tlačidlá, senzory a relé. Externý zosilňovač umožňuje meniť aj výšky a basy výstupného zvuku, prípadne napojenie kufríku ku externej audio sústave.

Veľkú časť práce tvorí webový server poskytujúci zobrazovanie systémových informácií a ich aktuálneho stavu, jednoduchého správcu súborov na prácu s hrami a piesňami a ovládanie niektorých prvkov kufra. Ďalšiu časť softwarového vybavenia tvoria skripty na čítanie vstupov, ovládanie chladenia a iné.

Podobné riešenia vytvoreného hardwaru existujú len osobitne s rôznymi formami, rozhodol som sa spojiť tieto obidve formy do jedného kufru a pridať prvky konzoly (joystick) a jukeboxu (keypad). Týmto prepojením by vytvorený objekt umožnil príjemný zážitok pri rôznych príležitostiach.

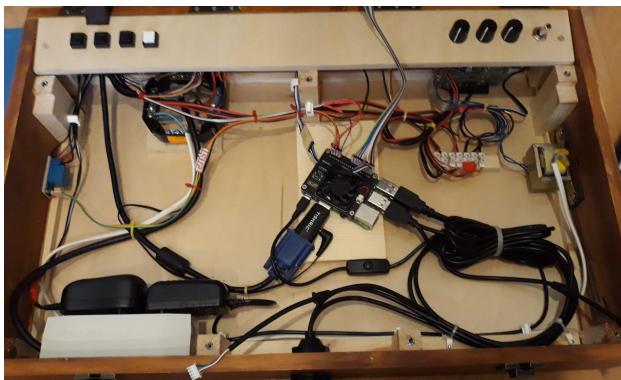
Naše riešenie je použiteľné na rôzne udalosti, ako napríklad svadba (hudba), oslavky, teambuildingové akcie. Využité výkonnostné prostriedky sú v norme a zatial sa neprekázal ich nedostatok.

2. Hardwarová časť

Schránka kufra je zhotovená zo smrekového dreva a preglejky, spoje medzi schránkou a doskami držiacimi ovládacie prvky a monitor sú spojené skrutkami s metrickým závitom, čo umožňuje v prípade potreby prístup ku vnútorným komponentom. Za účelom stability a zachovania otvoreného kufra sa vo vrchnom diele nachádza vysúvacia nožička.



Obrázok 1. Vrchný diel kufra. V strede sa nachádza ukotvený monitor, po stranach vystlané plochy kvôli akustike a v pravo dole mechanizmus vyťahovacej nožičky. Po stranach sú ventilátory, zapojené opačným smerom za účelom lepšieho prúdenia vzduchu a vpravo hore sa nachádza teplotný senzor.



Obrázok 2. Spodný diel kufra. V strede Raspberry, vpravo hore zosilňovač, s výstupom do reproduktorov v hornom diely, vľavo sa nachádza rozvod prúdu a relé spúšťacie ventilátory.

Vodiče senzorov a reproduktorov, dátový kábel monitora a napájanie vrchného dielu medzi časťami sú obalené za účelom ochrany koženým púzdrom. Rozvod správneho napájania jednotlivých súčiastok je rozdeľený medzi viacero zdrojov (adaptérov), ktoré znižujú napätie na potrebnú hodnotu (5V, 12V) pri dostačujúcom elektrickom prúde (pri Raspberry až 3A). Spustenie kufra je potom jednoduché, pomocou pripojenia jedného napájacieho kábla a zapnutie hlavného vypína-

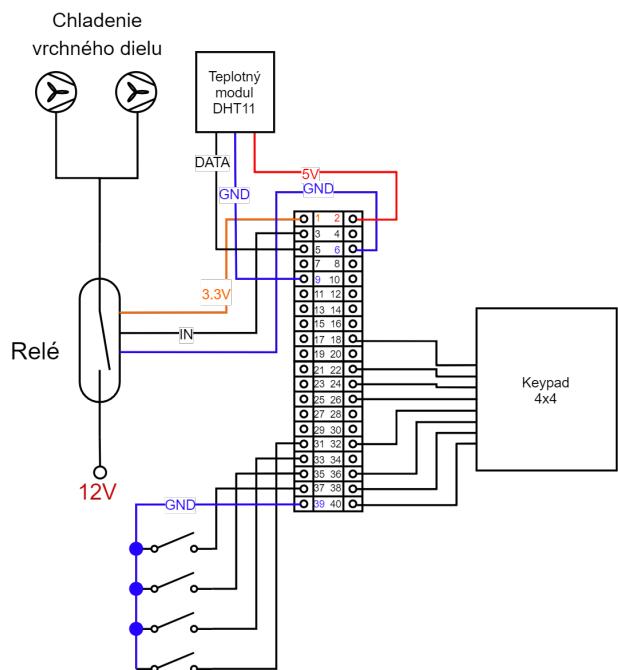
ča pri zásuvke spodného dielu.

2.1 Vrchný diel

Vo vrchnej časti (Obrázok 1) je uprostred uchytený monitor, po stranach dva reproduktory pripojené ku zosilňovaču v spodnom diele. V stenách tejto časti sa tak tiež nachádzajú softwarovo aktivované ventilátory a teplotný senzor (Sekcia 3.1.2). Ostré vnútorné hrany a rovné plochy kufra sú vyplnené molitanom, kvôli lepšej akustike.

2.2 Spodný diel

Spodná časť (Obrázok 2) je tvorená riadiacou jednotkou Raspberry Pi 3B+, na jeho GPIO zbernicu 3 sú pripojené tlačidlá ovládacieho panelu v režime pull-up, teplotný senzor z vrchného dielu a relé, ktoré spína obvod ventilátorov a keypad, ktorý je zatiaľ nepoužitý, ale v budúcnosti bude umožňovať ovládanie jukeboxu. Na Raspberry je pripojený aktívny softwarovo riadený chladič, ktorý je spúšťaný len po prekročení vopred stanovenej hodnoty (55°C, 65°C a 60°C) a na rôzny výkon (10%, 50% a 100%). Cez univerzálné sériové zbernice sú pripojené arkádové joysticky a tlačítka s vlastnými riadiacimi jednotkami.



Obrázok 3. Zbernica GPIO s pripojenými perifériami

Všetky tieto komponenty sú ovládané skriptami popísanými v sekcií 4.1. Ďalším významným komponentom je zosilňovač, ktorý umožňuje okrem hlasitosti nastavovať aj výšku a basy. V prípade potreby je možné pripojiť kufor ku repro sústave pomocou audio jack konektoru (6, 3 mm).

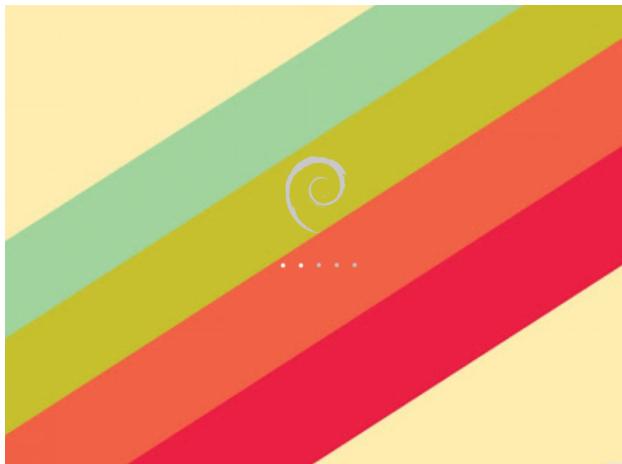
3. Práca s OS Raspbian

V Raspberry Pi je vložená karta microSD s odľahčenou (Lite) verziou operačného systému Raspbian Buster. Na Raspberry Pi je povolené automatické prihlásenie (autologin) a možnosť pripojenia pomocou SSH.

3.1 Štart operačného systému

3.1.1 Téma Plymouth

Operačný systém umožňuje vytvorenie vlastnej prihlásovacej a spúšťacej obrazovky (aj s animáciou), čoho som využil aj v mojej práci pre lepší a unikátnejší užívateľský zážitok. Vychádzal som z už existujúcich oficiálnych riešení. Tieto spúšťacie témy sú riadené skriptom, ktorý môže čítať systémové informácie a aktuálny stav a na základe nich vykresľovať obrázky alebo text priamo do framebufferu.



Obrázok 4. Prispôsobená plymouth téma, za účelom zachovania autenticity.

3.1.2 Spúšťanie aplikácií

Po štarte systému, je nutné spustiť aj mnou implementované aplikácie. Medzi ne patria skript ovládacieho panelu a skript na komunikáciu s teplotným senzorom (Sekcia 4.1). Oba tieto programy sú spúšťané ako systémová služba (súbor **systemd**). V tomto súbore je špecifikovaný spôsob spúšťania, v našom prípade po spustení všetkých ostatných systémových služieb.

Na definovanie vlastných premenných prostredia a niektorých ďalších nastavení je použitý súbor **/etc/profile**, ktorý sa spúšťa pri prihlásení každého, aj vzdialého užívateľa.

3.2 Prístupový Bod

V rámci programového vybavenia kufra je aj webový server a je umožnené aj SSH pripojenie, je potrebné aby malo Raspberry zabezpečené pripojenie do siete. Keďže bežnému užívateľovi nie je povolený prístup k textovému rozhraniu a kufor neobsahuje klávesnicu

na konfiguráciu Wi-Fi pripojenia do nových sietí, bolo nutné vytvoriť z Raspberry prístupový bod. Na jeho vytvorenie boli použité **DNSMasq** (poskytuje DHCP server) a **HostAPD** (software na tvorbu prístupového bodu). Po pripojení do lokálnej bezdrôtovej siete, je na IP adrese 192.168.125.1 a porte 8000 dostupný webový server (Sekcia 4.3).

3.3 Rozdelenie pamäti RAM

Obe hlavné aplikácie, RetroPie aj Fruitbox intenzívne pracujú s grafickou jednotkou. Keďže GPU na Raspberry neobsahuje osobitnú pamäť, je nutné vyčleniť z pamäte RAM určité percento pre správne fungovanie potrebných aplikácií (v prípade FruitBox sa jedná o 256 MB a Raspberry má 1 GB RAM).

4. Programová časť

4.1 Skripty na prácu s operačným systémom a perifériami

Väčšina mnou vytvorených skriptov je používaných vo Webovom manažérovi na prácu s Raspbianom a súbormi. Táto skupina je implementovaná ako shell a php skripty.

4.1.1 Skript na ovládanie chladenia

Tento skript je implementovaný v jazyku Python a pracuje primárne so zbernicou GPIO 3. Z pinu číslo 5 číta informácie z teplotného senzoru aktualizované každých 5 sekúnd. Prijatá hodnota je porovnaná s hranicou 27°C a pri prekročení sa zopne relé na pine 3. Ventilátory sú zapnuté, kým sa teplota vrchného dielu nezníži aspoň o 4 stupne.

4.1.2 Skript ovládacieho panelu

Ovládací panel kufra sa skladá zo štyroch tlačidiel a troch potenciometrov, priamo napojených ku externému zosilňovaču. Tento skript slúži na prácu s tlačidlami. V súbore sú 4 GPIO piny 3 nastavené ako pull-up tlačidlá (interná schopnosť Raspberry). To znamená, že keď je tlačidlo rozopnuté, je na GPIO piny konzistentne logická 1 a pri zopnutí je treba priviesť logickú 0.

Skript číta tieto hodnoty a aktuálne spustené aplikácie. V prípade zopnutia niektorého z tlačidiel je vykonaná priradená funkcia funkcia. Ovládací panel umožňuje:

1. Spustenie/zastavenie aplikácie RetroPie
2. Spustenie/zastavenie aplikácie FruitBox
3. Spustenie/zastavenie Webového manažéra
4. Softwarové vypnutie celého kufru

4.2 Grafické rozhranie

Grafické rozhranie je aktuálne tvorené jedným statickým obrázkom a skriptom ovládacieho panelu (Sekcia 4.1.2). Vo finálnej fáze by malo byť užívateľovi umožnené grafické „listovanie“ medzi jednotlivými aplikáciami, čo umožní intuitívnejšie ovládanie.



Obrázok 5. Prototyp grafického rozhrania. Na obrázku je zobrazený výber z dvoch aplikácií.

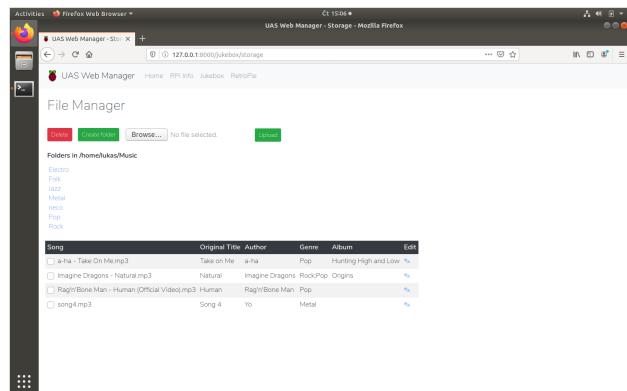
4.3 Webový manažér

Obrázok 6. Úvodná stránka a stránka vypnutia manažéra.

Jedná sa o webový server implementovaný pomocou frameworku Laravel v jazyku PHP. Značnú časť tvoria funkcie v Javascripte na strane klienta, čím sme dokázali odľahčiť zaťaženie samotného Raspberry. Pomočou jQuery sú volané PHP scripty, pracujúce prieamo s požadovanými časťami OS alebo súborového systému a vykreslované len nutné časti až u klienta. Užívateľovi je tu umožnené spúštať a vypínať aplikácie prieamo z webového prehliadača. Skladá sa z troch nosných častí: nástroje na prácu s RetroPie, Fruitbox a zobrazovanie systémových informácií.

4.3.1 Nástroje na prácu s FruitBox a RetroPie

Vzhľad a vlastnosti programu FruitBox sú založené na hlavnom konfiguračnom a prípadne dodatočných

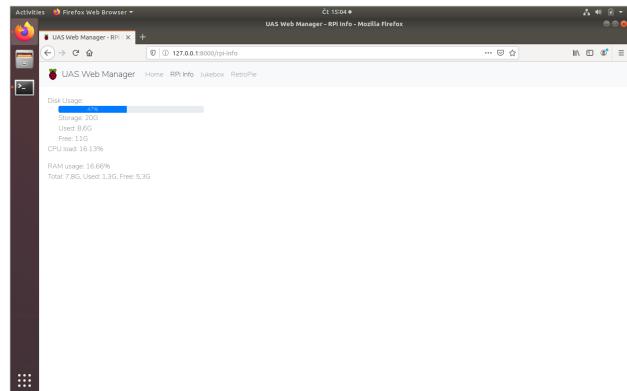


Obrázok 7. Správca súborov

súboroch (napr. na špecifikovanie ovládacích prvkov, databázy piesní a iné). Umožňuje výber vzhľadu, usporiadania piesní, výber fontu a iných. Keďže väčšina užívateľov nebude mať dostačujúce informácie a prístup ku konfiguračným súborom, rozhodol som sa vytvoriť niektoré funkcie grafickej formou. Medzi ne patria:

1. **Výber vzhľadu jukeboxu** – stránka umožňuje grafický výber témy a jej uloženie. Táto téma je nastavená ako štandardná, to znamená, pretrváva aj po vypnutí kufra.
2. **Správca súborov (piesní)** – nástroj na zobrazovanie, nahrávanie a odstraňovanie piesní z dátového úložiska kufra. Umožňuje tiež tvorbu priečinkov, upravovanie a zobrazovanie metadát piesní. Metadáta sú načítavané a upravované pomocou nástroja mid3v2 a rozanalyzované a naformátované pomocou PHP skriptu.
3. **Tvorba databáz piesní** – databáza piesní je súbor uchovávajúci podmnožinu piesní, ktoré budú dostupné po zapnutí aplikácie.

Keďže RetroPie umožňuje väčšinu nastavení prieamo v aplikácii, nie je potrebné duplikovať funkcionality do webového rozhrania. Ako jediná sprístupnená funkcia v manažéri je správca súborov na pridávanie a odstraňovanie hier.



Obrázok 8. Zobrazovanie informácií o Raspberry

4.3.2 Systémové informácie

Užívateľovi sú sprístupnené aj informácie o aktuálnej záťaži procesora (analýzou súboru **/proc/stat**), využití pamäte RAM (príkaz **free**) a tak tiež aj o voľnom mieste na disku (nástroj **df**). Tieto informácie sú spracované a naformátované do jednoduchého pochopiteľného tvaru. Prebieha pravidelná aktualizácia týchto údajov.

5. Záver

V práci sú ukázané možnosti, ktoré majú jednoduché počítače, aj s menšou výpočetnou kapacitou a prináša riešenia na niektoré základné problémy (napr. Sekcia 3.2 o probléme pripojenia). Ďalej sa zaoberá využitím webového serveru a komunikáciou s OS.

Pri súbežne spustenom serveri a jednej z hlavných aplikácií je procesor vyťažený priemerne na 65 %. To ukazuje, že aj mikropočítače dokážu obsluhovať naraz viacero aplikácií a užívateľov a sú vhodné aj pre niektoré náročnejšie aplikácie. Celková aktuálna pamäť Raspberry je 32GB, z čoho 25 % zaberá operačný systém a samotné aplikácie. V prípade nedostatku miesta, nutnosti pripojenia na internet alebo rozšírenia hry z dvoch na 4 hráčov, je užívateľovi umožnené pripojenie externého zariadenia pomocou USB.

Práca využíva existujúce riešenia dvoch nosných aplikácií a vytvára im autentické prostredie. Spája moderné technológie a dizajn webového rozhrania s retro hardwarovou výbavou a vzhľadom aplikácií.

V rámci ďalšej práce by som sa chcel venovať dokončeniu webového manažéra, opraveniu niektorých jeho bezpečnostných dier a grafického rozhrania. Z hardwarovej časti chýba izolácia elektrického rozvodu. Ako komerčné riešenie by bolo možné hmotnosť kufra odlaťať zmenou monitora a vloženie jednotného elektrického zdroja s rôznym napäťom (v mojej práci by to však radikálne navýšilo náklady). Všetky zdrojové kódy a presná implementácia budú zverejnené v GitHub repozitári až bude hotová.

Poděkování

Chcel by som poděkovat vedúcemu mojej práce Prof. Ing. Adamovi Heroutovi, Ph.D. a môjmu otcovi Danielovi Erlichovi za ich pomoc.

Literatúra

- [1] Simon Monk. *Raspberry Pi Cookbook - Software and Hardware problems and solutions*. O'Reilly Media Inc., 2014. ISBN: 1449365221.
- [2] Steve Krug. *Don't Make Me Think, Revisited: A Common Sense Approach to Web Usability*. Pearson, 2014. ISBN: 9780321965516.
- [3] Derek Molloy. *Exploring Raspberry Pi – Interfacing to the real world with embedded Linux*. John Wiley Sons, Inc., 2016. ISBN: 9781119188681.
- [4] GPIO – Raspberry Pi Documentation. <https://www.raspberrypi.org/documentation/usage/gpio/>.