



6th International Conference **APLIMAT 2007**

Faculty of Mechanical Engineering - Slovak University of Technology in Bratislava

Session: Open Source Software in Research and Education

POUŽITIE MODIFIKOVANEJ DISTRIBÚCIE KNOPPIX PRI UČENÍ PREDMETU VIZUALIZÁCIA

ŠRÁMEK, Miloš, (SK)

Abstrakt. Knoppix je populárna live distribúcia Linuxu, ktorá sa dá použiť bez inštalovania zavedením operačného systému priamo z CD. Témou príspevku je postup, ako jej CD modifikovať pre potreby vyučovania pridávaním a odoberaním dát a programov. Takto modifikované CD sa používa pri predmetoch Vizualizácia viacrozmerých dát na Fakulte matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave a Vizualizácia medicínskych dát II na Technickej univerzite vo Viedni. Opísaný postup je všeobecného charakteru a možno ho použiť pri modifikácii s ľubovoľným cieľom.

Kľúčové slová. Vizualizácia, objemová grafika, otvorený softvér, vyučovanie

USING A MODIFIED KNOPPIX DISTRIBUTION IN EDUCATION OF VISUALIZATION

Abstract. Knoppix is a popular live Linux distribution, which can be used without installation directly by booting from a CD. The topic of this paper is its modification for the purpose of education by removing and adding additional data and programs. Such a modified CD is currently used in classes at two universities, namely in Visualization of Multidimensional Data at Comenius University in Bratislava and Visualization of Medical Data II at the Technical University Vienna. The described technique is general and can be used for modification of the Knoppix CD with any goal.

Key words and phrases. Visualization, volume graphics, open source software

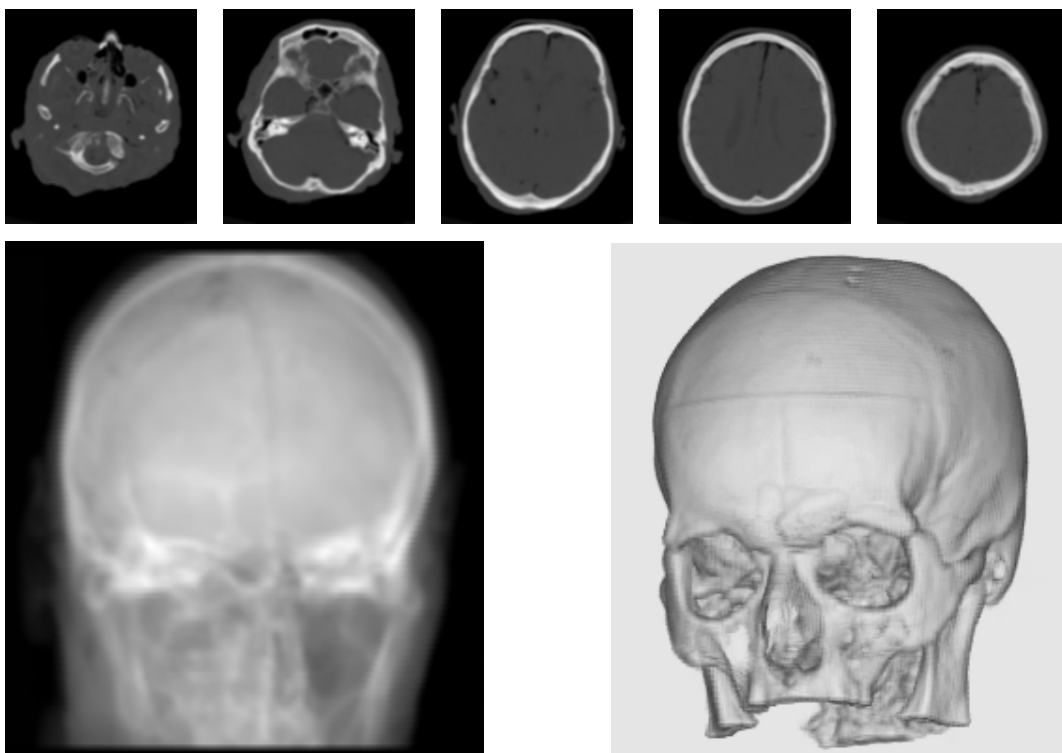
Mathematics Subject Classification. Primary 97U30, 97U70

1 Úvod a motivácia

Vizualizácia [2] je odbor na rozhraní počítačovej grafiky, počítačového videnia a spracovania obrazu, ktorého cieľom je vizuálna prezentácia dát vo forme umožňujúcej nájdenie a pochopenie významných vlastností, ktoré sú v dátach zachytené. Vizualizácia zdieľa svoj súbor nástrojov najmä s počítačovou grafikou, ale na rozdiel od nej, kde cieľom je konštrukcia a zobrazenie scén v čo najrealistickejšej podobe, cieľ vizualizácie nás oprávňuje k odklonu od realizmu a k zavádzaniu zjednodušených postupov, ktoré by inak v grafike neboli akceptovateľné. Formulovanie samotného pojmu vizualizácia (Visualization in Scientific Computing, ViSC) koncom osemdesiatych rokov minulého storočia súviselo s mimoriadnym nárastom objemu dát, ktoré bolo nevyhnutné analyzovať vďaka neustále rastúcemu výkonu meracích zariadení a počítačov. Vstupné dáta pre vizualizáciu pochádzajú z meraní a simulácií v najrôznejších odboroch ľudskej činnosti, zahrňujúcich škálu od mikrosveta až po galaxie, pričom často ide o mnohorozmerné skalárne, multispektrálne, vektorové a tenzorové dáta a prípadne aj o ich kombinácie.

Mimoriadne dôležitú úlohu v spektre vizualizačných problémov a techník hrajú medicínske zobrazovacie metódy [1], ktoré vďaka technologickému pokroku dnes dokážu snímať trojrozmernú štruktúru meraného objektu – ľudského tela. Na rozdiel od klasického röntgenu, ktorým sa pri jednom vyšetrení vytvoria jeden-dva snímky, tzv. tomografické metódy dnes dokážu v porovnateľnom čase zosnímať až 2000 priečných rezov ľudského tela, detailne zobrazujúcich jeho vnútorné orgány. So samotným rozsahom dát, ktoré dosahujú stovky megabajtov, ale najmä v súvislosti s ich trojrozmernosťou, sú spojené viaceré problémy spracovania a reprezentácie. Už desiatky snímok, nehovoriac o stovkách, nie je možné prezentovať prostredníctvom klasického média – filmu. Preto je nevyhnutné, aby rádiológ mal k dispozícii vhodný softvér, ktorý dokáže zmysluplným spôsobom takýto objem dát prezentovať. Niekoľko desiatok snímok možno analyzovať prístupom rez-po-reze, pri ktorom si skúsenejší používateľ dokáže vytvoriť trojrozmerný *mentálny obraz* zobrazovanej anatómie. Lenže pri väčšom počte rezov už ani táto metóda nie je postačujúca. Vzniká potreba sofistikovaných nástrojov na analýzu a prezentáciu tomografických dát v takej forme, ktorá umožní ich spoľahlivú a súčasne rýchlu analýzu (obrázok 1).

Vývoj nových techník na spracovanie, analýzu, vizualizáciu a vyhodnocovanie je doménou informatikov a iných technicky zameraných špecialistov, ktorí ich vyvíjajú v spolupráci s rádiológmi a lekármi. Takýto odborník potrebuje na jednej strane poznať vlastnosti vstupných tomografických dát, dané konkrétnou snímacou technikou (počítačová tomografia, magnetická rezonancia, nukleárne metódy PET a SPECT), musí poznať široké spektrum metód, ktoré sú k dispozícii na spracovanie a zobrazovanie a napokon, čo je veľmi dôležité, musí byť schopný transformovať častokrát netechnicky špecifikované požiadavky rádiológov a lekárov do technického jazyka týchto metód.



Obrázok 1: Hore: Vybrané priečne rezy z postupnosti 190 priečných rezov získaných počítačovým tomografom. Dolu vľavo: takto by toho istého pacienta zobrazil klasický röntgen. Dolu vpravo: aj takto sa dá lebka pacienta zobrazit' vizualizačnými postupmi

2 Osnova predmetu medicínska vizualizácia a študentské projekty

Na výchovu práve takýchto informatikov-špecialistov je zameraný predmet *Vizualizácia viacrozmerých dát*, ktorý je zaradený do študijného plánu ako voliteľný predmet v rámci viacerých študijných zameraní na Fakulte matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave, rovnako ako aj predmet *Vizualizácia medicínskych dát II* na Technickej univerzite vo Viedni. V rámci týchto kurzov sa prednášajú témy

- teoretické základy spracovania diskretných signálov,
- fyzikálne princípy tomografických snímacích techník,
- predspracovanie dát – filtrácia, segmentácia, registrácia,
- povrchové zobrazovacie techniky,
- objemové zobrazovacie techniky,

- použitie grafických akcelerátorov na zobrazovanie objemových dát.

Neoddeliteľnou súčasťou kurzov je praktická časť – projekt, ktorého úlohou je naučiť študentov základné programátorské postupy na spracovanie objemových dát. Ide najmä o získanie zručností súvisiacich so základnou manipuláciou s trojrozmernými dátami (adresovanie dát v trojrozmernom poli, spracovanie dát v smere niektorej súradnicovej osi, spracovanie dát v lokálnom okolí) a so základmi objemových zobrazovacích techník.

Projekty sú prispôbené dvom úrovniám vedomostí študentov v oblasti počítačovej grafiky a odovzdávajú sa v dvoch etapách. Prvá etapa, spoločná pre všetkých, sa zameriava na základné adresovanie a objemové zobrazovacie techniky. Tu majú študenti za úlohu generovať jednoduché projekcie v smere súradnicových osí, pričom jednotlivé dátové vzorky sa spracovávajú viacerými spôsobmi. V druhej etape študenti počítačovej grafiky robia projekcie s ľubovoľným smerom premietania, rozšírené o použitie tieňovania a farbenia pomocou prenosových funkcií. Ostatní, u ktorých sa nepredpokladajú vedomosti z oblasti projekčnej geometrie, majú za úlohu naprogramovať filter na odstraňovanie šumu z dát, zachovávajúci hrany objektov.

Študenti robia projekty v programovacom jazyku C++. Okrem základných vývojových prostriedkov potrebujú dodatočné programové vybavenie, ktoré umožňuje manipuláciu so súborami s objemovými dátami (načítanie a zápis) a ich pamäťovú reprezentáciu. Na tento účel sa používa balík `f3d`, ktorý autor článku za pomoci ďalších prispievateľov vytvoril práve (ale nie len) na tento účel [3]. `f3d` je na jednej strane formát na ukladanie objemových dát v súbore, na druhej je to sada knižníc pre prácu s takýmito dátami. Navyše, balík je vybavený rozsiahlym súborom utilít pre rôzne operácie s dátami, ako sú filtrácia, segmentácia, konverzia formátov, transformácia a podobne. Jeho súčasťou je aj jednoduchý prehliadač objemových dát. Samotný balík je napísaný v jazyku C++ a závisí od ďalších externých komponentov (zlib¹² pre bezstratovú kompresiu a wxWidgets¹³ pre GUI prehliadača).

Balík `f3d` bol primárne vyvinutý v linuxovskom prostredí, čo sa prejavuje aj na funkcionalite jeho komponentov. Namiesto jednej veľkej a zložitej aplikácie je tu k dispozícii množstvo jednoúčelových programov, ktoré sa spúšťajú z príkazového riadku. Sú to vlastne unixovské filtre – vstupné dáta očakávajú na svojom štandardnom vstupe, výstup zapisujú na svoj štandardný výstup. Prípadné parametre sa zadávajú pomocou prepínačov. Toto jednoduché usporiadanie umožňuje zretžazenie jednotlivých príkazov, čím sa dosahuje značná flexibilita. Obdobný model sledujú aj študentské projekty. Súčasťou zadania je priamo šablóna, ktorá v takomto duchu vedie študentov k písaniu vlastných programov. Dosiahne sa tým, že študenti sú oslobodení od písania používateľského rozhrania, čím sa maximalizuje doba, po ktorú sa počas riešenia úlohy venujú priamo cieľovej úlohe – manipulácii s objemovými dátami.

¹²<http://www.zlib.net/>

¹³<http://www.wxwidgets.org>

f3d softvér je distribuovaný ako binárny alebo zdrojový rpm balík¹⁴, čo zabezpečí relatívne jednoduchú inštaláciu v širokom spektre linuxovských distribúcií. Používateľ však potrebuje isté znalosti presahujúce vedomosti bežného používateľa. V prostredí OS Windows je to celkovo zložitejšie, pretože tento systém neráta s modulárnou inštaláciou jednotlivých komponentov. Jeho primárne proprietárny charakter predpokladá, že jednotlivé komponenty sú navzájom nezávislé a obsahujú všetky svoje súčasti. Z uhla pohľadu f3d by to znamenalo, že balík by musel obsahovať aj externé komponenty `zlib` a `wxWidgets`. Navyše, ťažko predpokladať, ktorý vývojový systém (Visual C++, Borland či iný) a ktorú jeho verziu bude študent používať. V prostredí Windows taktiež neexistujú pravidlá, ktoré by zabezpečili predpovedateľnosť ciest, kde treba jednotlivé komponenty hľadať a tak umožnili vopred pripraviť vhodné konfiguračné súbory.

3 f3d a Knoppix

Najschodnejším spôsobom, ako všetkým študentom poskytnúť rovnaké podmienky pre prácu na projektoch sa napokon ukázala modifikácia linuxovskej distribúcie Knoppix, ktorá spočíva v doinštalovaní potrebných softvérových komponentov, dát a návodu.

Samotný Knoppix je live distribúcia spúšťateľná priamo z CD, bez nevyhnutnej inštalácie na pevný disk. Znamená to, že jediné, čo študent potrebuje spraviť, aby získal prístup k vývojovému prostrediu f3d, je založenie CD do mechaniky a zapnutie počítača. Po chvíli sa objaví uvítacia obrazovka s manuálom zobrazeným vo webovskom prehliadači, kde sa používateľ oboznámi so základnými komponentami a postupom operácií na dosiahnutie cieľa – vytvorenie projektu (obrázok 2). Výsledky, v tomto prípade obrázky, možno uložiť na usb nosič, alebo ich preniesť na iný počítač cez sieťové spojenie.

Knoppix je zrejme najznámejšou a najpopulárnejšou live distribúciou. Získať sa dá viacerými spôsobmi – stiahnutím jeho ISO súboru priamo z jeho domovskej stránky¹⁵ alebo zakúpením v obchode¹⁶. Špecializované verzie Knoppixu občas možno získať na výstavách, alebo ako prílohu v časopise. Knoppix je vydávaný v dvoch verziách, na CD alebo DVD, ktoré sa líšia iba množstvom nainštalovaných aplikácií.

Knoppix je vybavený viacerými unikátnymi technológiami, ktoré výrazne zjednodušujú jeho použitie. V prvom rade je to vynikajúca detekcia hardvéru a vybavenie ovládačmi. Systém obvykle naštartuje sám, bez interaktívnych zásahov a doinštalovávania driverov. V prípade problémov sú však možné niektoré zásahy hneď po prvom ohlásení sa systému¹⁷. V tomto okamihu možno voliť aj niektoré detaily spustenia systému, ako napr. jazykovú mutáciu alebo voľbu manažéra pracovnej plochy.

Samotný operačný systém je na CD uložený v komprimovanej forme. S touto črtou sa ešte stretne v nasledujúcej časti o modifikácii systému. Vďaka tejto kompresii je možné

¹⁴rpm je jeden z balíčkovacích systémov pre GNU/Linux

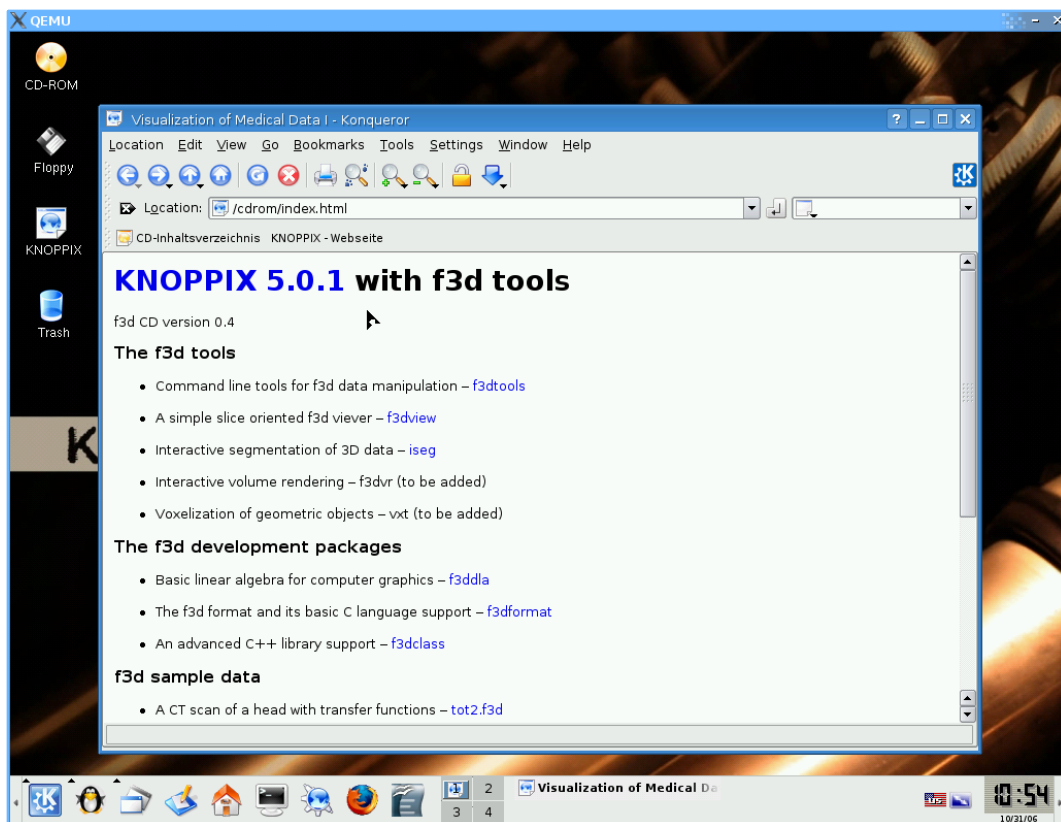
¹⁵<http://www.knoppix.net/>

¹⁶<http://www.linuxos.sk/shop>

¹⁷http://www.knoppix.net/wiki/Cheat_Codes

na jedno CD uložiť až 2GB programov a dát. Aj keď je systém uložený na médiu bez možnosti zápisu, počas behu systému možno jeho konfiguráciu meniť, napr. doinštalovaním ďalších programov z úložiska na Internete. Systém si tieto zmeny ukladá oddelene a možno ich – spolu s používateľovými dátami – uložiť na externom médiu (diskete, USB kľúči alebo priamo na pevnom disku). Pri opätovnom spustení systému ich odtiaľ možno načítať a pokračovať v práci.

Čo sa týka softvérového vybavenia, výber je naozaj bohatý. Knoppix umožňuje voľby viacerých typov pracovných plôch (KDE, fluxbox, icewm, xfce, . . .), viac ako 20 jazykových mutácií (aj slovenskú). Je vybavený všetkými základnými aplikáciami, ktoré môže používateľ od plne konfigurovaného systému očakávať: kancelárske programy, web prehliadače, email, multimédia, grafika. Navyše, čo nie je v iných operačných systémoch obvyklé, nachádzajú sa tu aj vývojárske prostriedky (kompilátory a ďalšie nástroje – čo je dôležité pre naše študentské projekty), ale aj utility pre správu systému (napr. modifikácia partícií na disku), či monitorovanie sieťovej aktivity.



Obrázok 2: Prihlasovacia obrazovka modifikovaného Knoppixu po štarte systému

4 Modifikácia systému Knoppix

Ako sme už spomínali vyššie, samotný operačný systém je na CD, prípadne DVD, uložený v komprimovanej forme. Preto je pred samotnou modifikáciou potrebné všetky dáta z CD preniesť na pevný disk a dekomprimovať ich. Po modifikácii treba vykonať zodpovedajúce operácie v opačnom poradí. V nasledujúcich častiach si v detailoch uvedieme kroky, ktoré treba pri modifikácii vykonať. Predpokladáme, že vlastnú modifikáciu robíme pod Linuxom – nie však pod samotným Knoppixom spusteným z CD. Aj takáto možnosť samozrejme existuje.¹⁸

Samotná operácia trvá dosť dlho a vyžaduje dostatočný priestor na pevnom disku – okolo 8 GB. Pozostáva z postupnosti príkazov, ktoré sa spúšťajú z príkazového riadka. Na zjednodušenie boli tieto sústredené do jedného súboru Makefile, ktorý je konfiguračným súborom pre program make. Je to možno trochu neštandardné riešenie, pretože make sa obvykle používa pri vývoji programov. My sme túto možnosť zvolili, lebo umožňuje prehľadný zápis a teda aj dobrú orientáciu v jednotlivých príkazoch. Čitateľ so záujmom o program make sa môže dozvedieť viac v sérii článkov Ota Komiňáka <http://www.freshsourcing.sk/>.

Súbor Makefile obsahuje, okrem poznámok, začínajúcich znakom #, definície premenných a bloky

```
ciel': závislost'
      akcia
```

Definície slúžia na zjednodušenie označení. Tak napr. súbor s originálnym obrazom CD Knoppixu môžeme zjednodušene nazvať ORIG_KIMG:

```
ORIG\_KIMG=/home/milos/KNOPPIX\_V5.0.1CD-2006-06-01-EN.iso
```

Bloky ciel'-závislost'-akcia sa v našom modifikačnom Makefile nikde nevyskytujú ako úplné. Je to buď len ciel'-akcia, ako napr. v

```
instructions:
    @echo
    @echo "Modification of a Knoppix CD ..."
    ...
```

čo znamená, že po zadaní príkazu make instructions sa len vykoná príslušná akcia alebo akcie, v tomto prípade výpis návodu na obrazovku. Druhá kombinácia, napr.

```
attach: mproc chroot uproc
```

má len závislosti bez akcie. Bližší pohľad do súboru ukáže, že všetky závislosti tohto riadka sú cieľmi v iných. Znamená to, že po zadaní make attach sa postupne vykonajú akcie všetkých uvedených cieľov.

¹⁸ http://www.knoppix.net/wiki/Knoppix_Remastering_Howto

Pri modifikácii CD sa používa niekoľko programov, ktoré obvykle sú buď nainštalované, alebo jednoducho nainštalovateľné: `make`, `mkisofs`, `md5sum`. Napríklad, pri použití distribúcie Debian alebo podobnej, program `mkisofs` nainštalujeme pomocou

```
apt-get install mkisofs
```

Výnimkou sú utility na kompresiu a dekompresiu, ktoré treba preložiť manuálne. Príslušný zdrojový súbor skopírujeme zo siete pomocou `wget`¹⁹, rozbalíme²⁰ a v práve vytvorenom priečinku `cloop-2.04` spravíme potrebný preklad príkazmi `make extract_compressed_fs` a `make create_compressed_fs` (tu už ide o štandardné použitie programu `make`). V prípade potreby ešte musíme upraviť príslušnú cestu v súbore `Makefile` danú premennou `KERNEL_DIR`²¹.

4.1 Dekompresia a opätovná kompresia obrazu systému

Dekompresia CD sa vykoná príkazom `make import` (obrázok 4). Ak ju ihneď nasledujeme kompresiou zadaním `make export` (obrázok 5), vytvorí sa nám nový obraz Knoppixu, ktorý je však identický s pôvodným. Takto môžeme jednoducho vyskúšať, či všetko funguje tak ako má. Samotnú skúšku spravíme napálením CD s novovytvoreným obrazom (napr. programom K3B) a nasledujúcim zavedením systému s tohoto CD. Druhá možnosť spočíva v použití programu `qemu` – ten dokáže zaviesť systém priamo z jeho ISO súboru. Na túto možnosť je prichystaný aj náš `Makefile`: príkazom `make qemu` sa zavádzanie spustí a po chvíli sa systém prihlási. Program `qemu` pri spúšťaní operačných systémov z ich ISO súborov pre ne vytvára virtuálny počítač, preto je tento test rovnocenný spúšťaniu systému priamo z CD.

Dekompresia a kompresia sú pomerne zdĺhavé operácie, pretože pri nich treba spracovať niekoľko GB dát – treba trochu trpezlivosti, prípadne je to vhodný okamih na šálku čaju či kávy.

Pri zadaní `make import` sa vykoná postupnosť viacerých operácií.

1. Prvou je pripojenie (montovanie príkazom `mount`) obsahu CD s Knoppixom do súborového systému nášho počítača, čím sa sprístupní jeho obsah na ďalšie spracovanie (cieľ `mount-iso`). Ide vlastne o rovnaký úkon, akým sa do súborového systému pripájajú skutočné diskové zariadenia – pevné disky, CD, či USB kľúče – s malým rozdielom spočívajúcim v tom, že príkazu `mount` musíme pridať voľbu `-o loop`.
2. Takto pripojený ISO obraz však nemôžeme modifikovať. Preto je potrebné najskôr celý obsah skopírovať na pevný disk do zvláštneho priečinka (cieľ `copy_cd_fs`, priečinko `CD_WDIR`).

¹⁹`wget`http://debian-knoppix.alieth.debian.org/sources/cloop_2.04-1.tar.gz

²⁰`tar xvzf cloop_2.04-1.tar.gz`

²¹v distribúcii Ubuntu je k dispozícii balík `cloop`, ktorý však s CD Knoppix nefunguje korektné

3. Ďalším krokom je vlastná dekompresia súborového systému Knoppixu v cielei `dec-kfs-iso`. Jeho komprimovaná verzia je na CD v súbore `KNOPPIX/KNOPPIX` s pozoruhodnou veľkosťou viac ako 660 MB. Na dekompresiu sa použije skôr preložený program `extract_compressed_fs`. Výsledkom je ISO súbor tohoto súborového systému, ktorý opäť musíme namontovať (cieľ `mount-dec-iso`), a ktorého obsah opäť musíme skopírovať z dôvodu modifikácie na nové miesto (cieľ `copy-knoppix-fs`, priečinok `KNOPPIX_FS`).

Spustením príkazu `make export` sa vykoná postupnosť operácií, ktoré sú viac-menej opakom toho, čo sa deje pri importe CD. Najskôr sa z priečinka `KNOPPIX_FS` so súborovým systémom Knoppixu pomocou programu `mkisofs` vytvorí ISO obraz, ktorý sa následne komprimuje programom `create_compressed_fs` do súboru `KNOPPIX/KNOPPIX` v priečinku `CD_WDIR` – tým sa prepíše jeho pôvodný obsah (cieľ `createcdloop`). V cielei `md5sum` sa vytvorí kontrolný súčet novovzniknutého súboru. Následne sa vytvorí ISO súbor nového CD v cielei `createcd`. Tým je celý proces ukončený a možno pokračovať vyššie spomenutým testovaním.

4.2 Vlastná modifikácia systému

V tejto časti si opíšeme, ako modifikovať obsah CD. Spektrum vykonaných zmien samozrejme úzko súvisí s cieľom modifikácie – v našom prípade je to zmena uvítacej stránky, pridanie nového softvéru a napokon pridanie dát, s ktorými študenti môžu pracovať. Pri importe boli vytvorené dva dôležité priečinky. V prvom z nich, `CD_WDIR`, sa nachádza obsah samotného CD. Tu nájdeme uvítaciu stránku a sem aj pridáme naše objemové dáta.

Druhá skupina zmien spočíva najmä v inštalovaní nového a v odinštalovaní už existujúceho softvéru. Priestor na CD je limitovaný, a tak musíme najskôr niektoré programy odstrániť (treba voliť tie, ktoré snáď až tak chýbať nebudú), aby sme získali potrebný priestor pre nové. Tieto zmeny sa vykonajú v priečinku `KNOPPIX_FS`, nebudú však len jednoduchým pridávaním alebo mazaním. Treba si uvedomiť, že v tomto priečinku je súborový systém operačného systému a že teda na ňom vládne istý poriadok – veci tam navzájom súvisia. V Linuxe sa softvér inštaluje v balíkoch, pričom medzi nimi sú závislosti spočívajúce v tom, že jeden softvérový balík môže pre svoju správnu funkciu potrebovať iné. Takže vymazávanie jednotlivých súborov je na jednej strane neefektívne – je oveľa rozumnejšie odstrániť naraz celý balík ako len jeho časť, na druhej strane mazanie bez poznania závislostí môže spôsobiť nefunkčnosť niektorých programov alebo aj celého systému.

Na spravovanie softvéru, pri ktorom sa berú tieto závislosti do úvahy, samozrejme existujú nástroje. Pre Debian, a od neho odvodené distribúcie – teda aj Knoppix – je to už spomínaný `apt-get`, ale tiež iné, ktoré spomenieme neskôr. Lenže `apt-get` pracuje s tým operačným systémom, ktorý máme spustený a nie s tým, ktorého súborový systém sme pred chvíľou prekopírovali do priečinka `KNOPPIX_FS` – v ňom sú z hľadiska bežiacieho systému vlastne len obyčajné dáta. Jadro operačného systému považuje za svoj vlastný súborový systém len ten, ktorý má pripojený (montovaný) do priečinka `/` (ktorý je koreňom celého

súborového systému). Vlastne by sme teda potrebovali, aby sa práve tento knoppixovský súborový systém dočasne na / pripojil. Aj keď táto operácia vyzerá zložito, je celkom jednoduchá. Linux je na tento účel vybavený príkazom `chroot`. Po jeho zadaní v príkazovom riadku sa pričínok, v ktorom sa práve nachádzame, pripojí na / a ďalej, až do zadania príkazu `exit` všetky konfiguračné príkazy súvisia s ním a nie so skutočným / zavedeného operačného systému. Táto zmena samozrejme platí len v terminálovom okne, kde sme `chroot` spustili, zvyšok systému funguje normálne.

V našom prípade príkazom `cd` najskôr vojdeme do priečinka `KNOPPIX_FS` a zadáme príkaz `make attach` (obrázok 4) – na jeho úspešné vykonanie treba administrátorské práva. Ak všetko prebehlo v poriadku, objaví sa nám nová výzva (prompt) a môžeme začať s modifikáciou. Ako sme už spomínali, príkazom `exit` sa vrátíme do pôvodného režimu.

4.2.1 Pridávanie nových dát a programov

Akcia, ktorú treba pri pridávaní vykonať, závisí od toho, kam a v akej forme dáta či programy pridávať chceme. Postup si vysvetlíme priamo na príkladoch s použitím nášho `Makefile` (obrázok 3).

`make install-f3d-html` Vykonaním tohoto príkazu sa skopírujú dáta do priečinka `CD_WDIR`, kde sa nachádza obsah modifikovaného CD. Nemodifikujeme ním teda vlastný súborový systém Knoppixu, ale tú časť CD, ktorá je viditeľná aj pri jeho čítaní ako dátového CD. Konkrétne, v našom prípade sa pridávajú `html` dokumenty – preto aj meníme názov pôvodného súboru `index.html` na `index_orig.html`, manuály a dátové súbory.

`make install-f3d-src` Tento príkaz skopíruje zdrojové súbory balíkov `f3d` priamo do dekomprimovaného súborového systému Knoppixu. Ak sa naň následne pripojíme pomocou `make attach`, nájdeme ich spolu so súborom `Makefile` v priečinku `/usr/local/src/f3d`. Ich preklad a inštaláciu vykonáme spustením `make install`. Obdobne sa spustením `make install-kde` do súborového systému Knoppixu dodajú aj konfiguračné súbory pre KDE, ktoré nám po spustení systému z modifikovaného CD umožnia priamo z manažéra súborov prezerat' súbory s našimi dátami jednoduchým kliknutím na ich ikonku alebo link.

Doinštalovanie ďalších balíkov Jednou z predností Linuxu je, že jeho používatelia majú k dispozícii na inštaláciu nepreberné množstvo softvérových balíkov. Inak tomu nie je ani pri Knoppixe – je to vlastne modifikovaný Debian, a tak máme k dispozícii všetok jeho softvér. Tu si ukážeme, ako doinštalovať slovenskú lokalizáciu KDE, ktorá je v balíku `kde-i18n-sk` – pri ďalších je procedúra rovnaká. Najskôr však musíme aktualizovať informáciu o všetkých balíkoch dostupných pre inštaláciu, ktorá je na CD zapamätaná, a ktorá sa od jeho vytvorenia pravdepodobne zmenila. Spravíme tak príkazom (samozrejme po pripojení cez `make attach`)

```
apt-get update.
```

Následne nainštalujeme nový softvér:

```
apt-get install kde-i18n-sk,
```

a napokon odstránime dočasné a nepotrebné súbory:

```
apt-get clean  
rm -f /var/lib/apt/lists/*debian*
```

4.2.2 Odinštalovanie existujúcich programov

Ako sme už vyššie spomenuli, po pridaní našich programov a dát treba na CD uvoľniť priestor, aby sa výsledný ISO obraz zmestil na CD. Inú možnosť ako odinštalovanie menej dôležitého softvéru pritom nemáme. Prvým krokom je pripojenie sa na modifikovaný súborový systém príkazom `make attach`.

Skôr ako začneme s odinštalovaním balíkov zistíme, čo vlastne je nainštalované. Príkaz (a ten sa, podobne ako ostatné v chroot režime, už v našom Makefile nenachádza, treba ho zadať ručne)

```
dpkg-query -W --showformat='${Installed-Size} ${Package}\n' | sort -n
```

vypíše ich veľkosť a zoznam, navyše v poradí s rastúcou veľkosťou. Na tomto mieste sa však vynárajú otázky, ktoré programy odinštalovať a aký má byť ich objem, aby sme vytvorili dostatok miesta. Čo sa týka objemu, asi treba viac pokusov: nainštalovať nové programy a dáta, odinštalovať vybrané balíky, vytvoriť nový ISO súbor a zistiť, aký je veľký. Ak sa na CD nezmestí, odstrániť viac a pokúsiť sa znova. Pomôcť snáď môže znalosť objemu novoinštalovaných dát – zhruba toľko, koľko doinštalujeme, treba aj odinštalovať.

Najskôr teda vykonajme vyššie uvedený príkaz. Dostaneme dlhý výpis, najväčšie balíky sú však na konci:

```
...  
34400 kde-i18n-fr  
38992 kde-i18n-de  
41504 foomatic-db-gutenprint  
47668 mysql-server-5.0  
48158 wine  
52252 linux-image-2.6.17  
57852 kde-i18n-es  
63132 sun-j2se1.4-jre-binary  
353204 openoffice-de-en
```

Pomerne bezpečnou voľbou je odinštalovanie balíkov `kde-i18n-*`, príkazom

```
apt-get remove "kde-i18n-*
```

ktoré sú lokalizáciou desktopu do príslušných jazykov. V našom prípade sa ním uvoľní zhruba 250 MB priestoru. Ak nestačí, výber ďalších balíkov je na preferenciách používateľa, sám musí podľa svojho cieľa rozhodnúť čo nechať a čo nie.

5 Skúsenosti a záver

CD modifikované podľa postupu uvedenom v tomto príspevku sa používa pri učení oboch predmetov už tretí rok. Pôvodne išlo o modifikáciu verzie Knoppix 3.8, teraz ide o verziu 5.0. Postup modifikácie pritom zostal nezmenený.

Skúsenosti z používania CD možno hodnotiť kladne. Jeho používanie v prvom rade výrazne obmedzilo množstvo rád, ktorými prednášajúci musel študentom vysvetľovať jednotlivé detaily inštalácie potrebných komponentov. Prínosom pre študentov je, že na CD majú prichystané kompletne vývojové prostredie, a tak sa môžu sústrediť priamo na prácu na projekte a nemusia sa zdržovať neproduktívnymi činnosťami. V neposlednej miere autor považuje za dôležité aj to, že študenti sa oboznámia s Linuxom a jeho prostriedkami.

Študenti obvykle nemajú k používaniu CD, pokiaľ sa podarí bez problémov spustiť, žiadne otázky. Problémy s jeho štartovaním sa občas vyskytnú, čo je však o Knoppixe a Linuxe všeobecne známe. Sú spôsobené tým, že mnohí výrobcovia počítačov nezverejňujú dostatočne presné a správne informácie o svojich produktoch. Tieto problémy sa niekedy dajú obísť dodatočnými voľbami pri zavádzaní systému, prípadne jeho spustením na inom počítači.

CD momentálne nepodporuje využitie moderných grafických akceleratorov, ktoré sa v súčasnosti dajú s výhodou využiť aj pri vizualizácii objemových dát, a to aj napriek tomu, že vhodné programy sú k dispozícii. Takéto rozšírenie preto zostáva témou pre budúcu prácu.

PodĎakovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-20-056105.

Literatúra

- [1] Isaac N. Bankman, editor. *Handbook of Medical Imaging, Processing and Analysis*. Academic Press, 2000
- [2] H. Hagen, H. Müller, and G. M. Nielson, editors. *Focus on Scientific Visualization*. Springer-Verlag, Berlin, 1993
- [3] M. Sramek and L. I. Dimitrov. f3d – a file format and tools for storage and manipulation of volumetric data sets. In: G. M. Cortelazzo and C. Guerra, editors, *1st International Symposium on 3D Data Processing, Visualization and Transmission*. IEEE Computer Society, Padova, Italy, June 2002, pages 368–371

Kontaktná adresa

Miloš Šrámek (doc., Ing., PhD.)

Austrian Academy of Sciences, A-1220 Donau-City-Strasse 1, A-1220 Vienna, Austria

`milos.sramek@oeaw.ac.at`

```

#
# A collection of commands to extract, modify and repack a Knoppix CD
#
# Author: Milos Sramek, with help of numerouw web resources
#
#####
# Define the original iso file name
ORIG_KIMG=/media/sda7/milos/KNOPPIX_V5.0.1CD-2006-06-01-EN.iso
#
# Define the output iso file name
NEW_KIMG=KNOPPIX_V5.0.1F3d-0.4.iso
#
# Other definitions
# The working directory, where the CD filesystem is extracted
CD_WDIR=_cd_wdir

#The Knoppix filesystem on the CD is compressed in one huge file.
#It must be uncompressed first to a new directory
KNOPPIX_FS=./_knoppix_fs

#filesystem decompression program
# does not work with the cloop-util2.0.2 package from ubuntu,
# so we install another version from http://www.knopper.net/knoppix/sources/
ECFS="/home/milos/knoppix/cloop-2.04/extract_compressed_fs"

#filesystem compression program
CCFS="/home/milos/knoppix/cloop-2.04/create_compressed_fs"

#####
#
# write out a help message
all: instructions

#####
# Copy new stuff to the cd
# This part requires customization according to the user's requirements
#

install: install-f3d-html install-f3d-src install-kde install-project

#replace the original Knoppix welcome page
#pridaj test na existenciu index_orig.html
install-f3d-html:
    if ! test -e $(CD_WDIR)/index_orig.html; then\
        $(CD_WDIR)/index_orig.html $(CD_WDIR)/index.html;\
    fi;
    (cd $(CD_WDIR);mv index.html index_orig.html; cp -r ../f3d-html/* .)

#copy f3d source files
install-f3d-src:
    cp -r ../f3d-src $(KNOPPIX_FS)/usr/local

#copy files, so that KDE knows how to deal with f3d files
install-kde:
    cp f3d.desktop $(KNOPPIX_FS)/usr/share/mimelnk/image/
    cp f3dview.desktop $(KNOPPIX_FS)/usr/share/applnk/.hidden/

#copy the f3d student project files
install-project:
    cp -r project/f3dProj*.tgz $(KNOPPIX_FS)/usr/local/src

#####

```

Obrázok 3: Makefile, časti vyžadujúce modifikáciu: definície premenných a kopírovanie nového softvéru a dát na CD (make install)

```

#No editing after this line is required

#Step B: Import

#directory to mount the original iso to
ORIG_CD_MNT=./_orig_cd_mnt

#file to decompress the compressed Knoppix filesystem iso image to
DEC_KFS_ISO=./_dec_kfs.iso
#mount this file to
DEC_KFS_ISO_MNT=./_dec_kfs_iso_mnt

#import of a new CD
import: mount-iso dec-kfs-iso mount-dec-iso copy-knoppix-fs copy-cd-fs

#Mount the original Knoppix CD ISO file
mount-iso:
    if ! test -d $(ORIG_CD_MNT); then\
        mkdir $(ORIG_CD_MNT);\
    fi;\
    mount -o loop -r $(ORIG_KIMG) $(ORIG_CD_MNT)

#copy cd filesystem from iso to a new location
copy-cd-fs:
    if ! test -d $(CD_WDIR); then\
        mkdir $(CD_WDIR);\
    fi;
    tar -C $(ORIG_CD_MNT) -cf - . | tar -C $(CD_WDIR) -xvpf -

#decompress the compressed Knoppix filesystem ISO file
dec-kfs-iso:
    if ! test -f $(DEC_KFS_ISO); then\
        $(ECFS) $(CD_WDIR)/KNOPPIX/KNOPPIX > $(DEC_KFS_ISO);\
    fi;

#mount the
mount-dec-iso:
    if ! test -d $(DEC_KFS_ISO_MNT); then\
        mkdir $(DEC_KFS_ISO_MNT);\
    fi;
    mount -o loop $(DEC_KFS_ISO) $(DEC_KFS_ISO_MNT)

#copy decompressed knoppix filesystem from iso to a new location
copy-knoppix-fs:
    if ! test -d $(KNOPPIX_FS); then\
        mkdir $(KNOPPIX_FS);\
    fi;
    tar -C $(DEC_KFS_ISO_MNT) -cf - . | tar -C $(KNOPPIX_FS) -xvpf -

#####
# Step C
# Modification of the Knoppix filesystem, installation of programs etc
# Here, the user takes control of the extracted and decompressed Knoppix
# filesystem and modify it in the same way as a normal booted system
attach: mproc chroot uproc

#pre-chroot stuff
mproc:
    mount -t proc none $(KNOPPIX_FS)/proc
    rm $(KNOPPIX_FS)/etc/resolv.conf
    cp /etc/resolv.conf $(KNOPPIX_FS)/etc/resolv.conf

#the user stays at this line untill he/she exits the chrooted shell by the exit

```

Obrázok 4: Makefile, import CD (make **import**) a pripojenie sa na modifikovaný súborový systém (make **attach**)

```

#command
chroot:
    chroot $(KNOPPIX_FS) /bin/bash
    @echo "----- Return from the KNOPPIX system-----"

#post-chroot stuff
#this code is executed after leavin the chrooted shell.
uproc:
    umount $(KNOPPIX_FS)/proc
    mkdir /etc/dhcpc
    touch /etc/dhcpc/resolv.conf
    rm $(KNOPPIX_FS)/etc/resolv.conf
    ln -s /etc/dhcpc/resolv.conf $(KNOPPIX_FS)/etc/resolv.conf
    rm -rf /etc/dhcpc

#####
Step D: compression and export
export: createcloop md5sum createcd

#Compression of the modified Knoppix filesystem back to the CD working directory
createcloop:
    mkisofs -R -U -V "KNOPPIX/F3D ISO9660" -input-charset iso-8859-1 -cache-i
nodes -no-bak -pad $(KNOPPIX_FS) | $(CCFS) - 65536 > $(CD_WDIR)/KNOPPIX/KNOPPIX

#Compute a new checksum
md5sum:
    (cd $(CD_WDIR); find -type f -not -name md5sums -not -name boot.cat -not
-name isolinux.bin -exec md5sum '{}' \; > KNOPPIX/md5sums)
_unpackf3d:
    (cd $(CD_WDIR); tar xvzf ../f3dcd.tgz; mv f3dcd/* .; rmdir f3dcd)

#create new Knoppix CD iso image
createcd:
    mkisofs -pad -l -r -J -v -V "KNOPPIX/F3D" -no-emul-boot -boot-load-size
4 -boot-info-table -b boot/isolinux/isolinux.bin -c boot/isolinux/boot.cat -hid
e-rr-moved -o $(NEW_KIMG) $(CD_WDIR)

#####
#Additional stuff

# boot the new CD by means of qemu
qemu:
    qemu -m 128 -cdrom $(NEW_KIMG) -boot d -net none

instructions:
    @echo
    @echo "Modification of a Knoppix CD consists of 5 steps:"
    @echo "A. Specification of names for input and output iso-s by editing"
    @echo " the Makefile file."
    @echo "B. Import. "
    @echo " Command: `make import` "
    @echo "C. Installation of new stuff"
    @echo " Command: `make install` "
    @echo "D. Modification"
    @echo " Command: `make attach` "
    @echo " Exit after modification the chroot shell by typing `exit` "
    @echo "E. Writing the modified file system to the final iso"
    @echo " Command: `make export` "
    @echo

```

Obrázok 5: Makefile, kompresia modifikovaného CD (make export)

6th INTERNATIONAL CONFERENCE APLIMAT

Section Open Source Software in Research and Education

February 6–9, 2007

Bratislava, Slovakia

Organizers: Michal Kaukič and Miloš Šrámek

Reviewers: Ján Buša, Michal Kaukič, Dušan Mamrilla, Peter Mann, Andrej Petráš, Karel Šotek and Miloš Šrámek

Editors: Michal Kaukič, Miloš Šrámek, Ladislav Ševčovič and Ján Buša

ISBN 978-80-969562-7-2

Zborník bol vydaný s podporou SKOSI, n. o.

Copyright ©2007 autori príspevkov

Ktokoľvek má dovolenie vyhotoviť alebo distribuovať doslovný opis tohoto dokumentu alebo jeho časti akýmkoľvek médiom za predpokladu, že bude zachované oznámenie o copyrighte a o tom, že distribútor príjemcovi poskytuje povolenie na ďalšie šírenie, a to v rovnakej podobe, akú má toto oznámenie.