

Na tomto místě bude oficiální zadání vaší práce

- Toto zadání je podepsané děkanem a vedoucím katedry,
- musíte si ho vyzvednout na studijním oddělení Katedry počítačů na Karlově náměstí,
- v jedné odevzdané práci bude originál tohoto zadání (originál zůstává po obhajobě na katedře),
- ve druhé bude na stejném místě neověřená kopie tohoto dokumentu (tato se vám vrátí po obhajobě).

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická
Katedra počítačů



Bakalářská práce

Simulátor virtuální počítačové sítě Linux

Tomáš Pitřinec

Vedoucí práce: Ing. Pavel Kubalík, Ph.D.

Studijní program: Softwarové technologie a management, Bakalářský

Obor: Softwarové inženýrství

14. května 2010

Poděkování

Zde můžete napsat své poděkování, pokud chcete a máte komu děkovat.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady uvedené v přiloženém seznamu.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Červeném Kostelci dne 25.5.2010

.....

Abstract

Translation of Czech abstract into English.

Abstrakt

Abstrakt práce by měl velmi stručně vystihovat její podstatu. Tedy čím se práce zabývá a co je jejím výsledkem/přínosem.
Očekávají se cca 1 – 2 odstavce, maximálně půl stránky.

Obsah

1	Úvod	1
1.1	Cíle práce	1
1.2	Rozdělení práce	1
1.3	Struktura práce	2
2	Existující řešení	3
3	Analýza a návrh aplikace	5
3.1	Požadavky na aplikaci	5
3.1.1	Funkční požadavky	5
3.1.2	Nefunkční požadavky	6
3.2	Analýza požadavků	6
3.2.1	Připojení pomocí telnetu	6
3.2.2	Podobnost simulátoru se skutečným linuxem	6
3.3	Programovací jazyk a uživatelské rozhraní	6
3.3.1	Programovací jazyk	6
3.3.2	Uživatelské rozhraní	7
3.4	Struktura aplikace	7
3.4.1	Virtuální síť	7
3.4.1.1	Síťové prvky	7
3.4.1.2	Infrastruktura sítě	8
3.4.1.3	Posílání paketů	8
3.4.2	Komunikační vrstva	9
3.5	Postup implementace	9
4	Popis problému, specifikace cíle	11
5	Analýza a návrh řešení	13
6	Realizace	15
7	Testování	17
8	Závěr	19
A	Testování zaplnění stránky a odsazení odstavců	23

B	Pokyny a návody k formátování textu práce	27
B.1	Vkládání obrázků	27
B.2	Kreslení obrázků	28
B.3	Tabulky	28
B.4	Odkazy v textu	29
B.4.1	Odkazy na literaturu	29
B.4.2	Odkazy na obrázky, tabulky a kapitoly	31
B.5	Rovnice, centrovaná, číslovaná matematika	31
B.6	Kódy programu	32
B.7	Další poznámky	32
B.7.1	České uvozovky	32
C	Seznam použitých zkratk	33
D	UML diagramy	35
E	Instalační a uživatelská příručka	37
F	Obsah přiloženého CD	39

Seznam obrázků

B.1	Popiska obrázku	28
F.1	Seznam přiloženého CD — příklad	39

Seznam tabulek

B.1 Ukázka tabulky	28
------------------------------	----

Kapitola 1

Úvod

Jednou z laboratorních úloh předmětu Počítačové sítě (Y36PSI) na FELu je postavení sítě mezi několika linuxovými a ciscovými počítači. Studenti, kteří tento úkol plní, nemají často s takovou činností žádnou osobní zkušenost, a tak během úlohy řeší různé banální problémy, kterým by se mohli vyhnout, kdyby měli možnost zkusit si nastavit podobou síť již před samotnou laboratorní úlohou. Mohl by se jim hodit simulátor, který by jednoduše spustili na svém počítači a na kterém by si mohli nastavování síťových parametrů na linuxu a ciscu zkusit. Právě návrhem a implementací takového síťového simulátoru počítačů s OS Linux se zabývá tato bakalářská práce.

1.1 Cíle práce

Cílem práce je v programovacím jazyce Java SE navrhnout a implementovat aplikaci, která umožní vytvoření virtuální počítačové sítě, pro potřeby předmětu Y36PSI. Z pohledu uživatele by aplikace měla vypadat stejně jako reálná síť. Uživatel spustí aplikaci v konsoli a pak se pomocí telnetu připojí k jejím jednotlivým virtuálním počítačům, podobně jako protokolem ssh k počítačům s OS Linux. Aplikace bude podporovat příkazy potřebné ke konfiguraci síťových rozhraní (ifconfig, ip address), směrování (route, ip route) a překladu adres (iptables -t nat). Pro ověření správnosti konfigurace sítě budou implementovány příkazy ping a traceroute.

Nastavenou konfiguraci sítě bude možné uložit do souboru a zase ji ze souboru načíst. Uživatel bude mít možnost vytvářet libovolné sítě s libovolným počtem počítačů typu linux nebo cisco tak, že infrastrukturu sítě napíše do konfiguračního souboru a pak ji z něho načte.

1.2 Rozdělení práce

Protože kompletní síťový simulátor pro počítače s Cisco IOS i OS Linux by přesahoval rozsah jedné bakalářské práce, byla práce na aplikaci rozdělena na tři části:

- **Jádro aplikace**

Jedná se především o datové struktury virtuálního počítače, komunikaci s uživatelem

po síti a načítání a ukládání souborů. Na této části jsem spolupracoval se Stanislavem Řehákem.

- **Linuxová část**

V této části je potřeba napsat parsery linuxových příkazů a zjistit, jak se chovají počítače s linuxem v síťové komunikaci a toto chování implementovat.

- **Ciscová část**

Touto částí se tato práce nezabývá, zabývá se jí bakalářská práce Simulátor virtuální počítačové sítě Cisco Stanislava Řeháka.

1.3 Struktura práce

Tady bude popis struktry týchle práce, jako toho textu.

Kapitola 2

Existující řešení

Tady bude řešerše, až ji udělám.

Kapitola 3

Analýsa a návrh aplikace

Tato kapitola se zabývá analýsou a návrhem aplikace jako celku. Nejprve shrnuje a analyzuje požadavky, pak určuje postup implementace a nakonec se zabývá architekturou aplikace. Analýsou a návrhem jednotlivých částí aplikace, např. jednotlivých příkazů, datových struktur ap. se pro přehlednost nezabývám v této kapitole, ale až v kapitolách jejich realizace.

3.1 Požadavky na aplikaci

Nejprve shrnu všechny požadavky na mojí aplikaci.

3.1.1 Funkční požadavky

1. Vytvoření počítačové sítě založené na počítačích OS Linux.
2. Aplikace umožňuje konfiguraci rozhraní pomocí příkazů `ifconfig` a `ip addr`.
3. Aplikace obsahuje funkční směrování a umožňuje jeho nastavování pomocí příkazů `route` a `ip route`.
4. Aplikace implementuje překlad adres
5. Aplikace podporuje ukládání a načítání do/ze souboru.
6. Pro ověření správnosti jsou implementovány příkazy `ping` a `tracert`.
7. K jednotlivým počítačům aplikace je možné se připojit pomocí `telnet`.
8. Pomocí `telnet` bude možno se připojit zároveň k více virtuálním počítačům.
9. Pomocí `telnet` bude možno připojit se k jednomu počítači vícekrát najednou.

3.1.2 Nefunkční požadavky

1. Aplikace bude multiplatformní - alespoň pro operační systémy Windows a Linux
2. Aplikace musí být spustitelná na běžném¹ studentském počítači.
3. Aplikace by měla být co nejvěrnější kopií reálného počítače s Linuxem.

3.2 Analýsa požadavků

3.2.1 Připojení pomocí telnetu

Jedním z funkčních požadavků mé aplikace je možnost připojit se k jednotlivým virtuálním počítačům pomocí protokolu telnet. Tento požadavek vypadá jednoduše, pokud pod pojmem Telnet chápeme jednoduchý protokol na přenos textových dat. Takový protokol ovšem neumožňuje doplňování příkazů a jejich historii, což je pro práci s počítačem, byť virtuálním, obrovské omezení. Oproti tomu, implementovat telnet protokol, jako NVT², kde se posílá a potvrzuje každý napsaný znak, by překračovalo rozsah této bakalářské práce. Proto jsem se rozhodl implementovat jen první možnost a na straně klienta řešit doplňování příkazů a jejich historii pomocí programu rlwrap, který funguje pod linuxem nebo přes cygwin i pod windows. Spouštění programu přes cygwin ve windows je sice velkou nevýhodou, ale neměl jsem jinou možnost. I tak ovšem základní požadavek, že s aplikací bude možno komunikovat pomocí telnetu, zůstává zachován, uživatel ovšem přijde o komfort, který mu nabízí možnost doplňování, editace a historie příkazů.

3.2.2 Podobnost simulátoru se skutečným linuxem

Aby byl simulátor využitelný pro výukové účely, musí být dostatečně podobný skutečnému linuxu, aby uživatel mohl věřit, že to, co funguje v simulátoru, bude fungovat i na skutečném linuxu a naopak. K tomu je ale potřeba implementovat jen ty příkazy, kterými se nastavují síťové parametry, a jen v takovém rozsahu, jaký je pro tyto výukové účely potřeba. Nezabývám se tedy kompletním příkazem ifconfig nebo ip, ale jen tou jejich částí, kterou se nastavují parametry rozhraní, jako IP, maska a další. O statních parametrech pak většinou simulátor vypíše, že ve skutečnosti sice existují, ale simulátorem zatím nejsou podporované.

3.3 Programovací jazyk a uživatelské rozhraní

3.3.1 Programovací jazyk

Aplikaci jsem se rozhodl programovat v programovacím jazyku Java z několika důvodů. Java je programovací jazyk, který nabízí velký programátorský komfort, stabilitu a zároveň

¹Slovem „běžné“ se myslí v podstatě jakýkoliv počítač, na kterém je možné nainstalovat prostředí Javy - Java Runtime Environment

²NVT – Network Virtual Terminal, česky: Síťový virtuální terminál; poskytuje standardní rozhraní příkazové řádky

možnost vytvořené aplikace používat pod různými operačními systémy, což je další z nefunkčních požadavků. Tento jazyk navíc disponuje hotovými knihovnami pro práci se sítí v balíčku `java.net`. Dalším důvodem je také to, že s programováním aplikací v Javě mám zatím asi největší zkušenosti.

3.3.2 Uživatelské rozhraní

Jak plyne ze zadání, uživatel se bude k jednotlivým virtuálním počítačům přihlašovat pomocí programu `telnet`, nemusím tedy vytvářet žádného speciálního klienta. S aplikací samotnou nebude uživatel nijak pracovat, jenom ji spustí se správným konfiguračním souborem a případně číslem výchozího portu, dále již bude nastavovat pouze jednotlivé virtuální počítače pomocí `telnetu`. Pro takovou aplikaci je nejlepším uživatelským rozhraním příkazová řádka, vytváření grafického uživatelského rozhraní by nemělo smysl.

3.4 Struktura aplikace

Aplikace se skládá ze dvou vrstev. Komunikační vrstva zajišťuje síťovou komunikaci s klientem, tedy odesílání a přijímání textových dat. Z velké části byla převzata z jiné práce, kterou jsme kdysi dělali jako domácí úkol na předmět Y36PSI. Aplikační vrstva je tvořena samotnou virtuální sítí. Avšak tyto vrstvy od sebe nejsou striktně odděleny. Nejprve si rozebereme druhou vrstvu.

3.4.1 Virtuální síť

Virtuální počítačová síť poskytuje mojí aplikaci především tyto funkcionality:

- Možnost konfigurace jednotlivých síťových prvků.
- Posílání paketů mezi síťovými prvky.

Skutečná počítačová síť se skládá ze síťových prvků různých druhů. Stejně tak i virtuální síť se bude skládat ze síťových prvků, které jsou interně reprezentovány objekty.

3.4.1.1 Síťové prvky

V laboratořích předmětu Y36PSI studenti nastavují pouze PC nebo směrovače na 3. (síťové) vrstvě ISO/OSI modelu³. Síťové prvky pracující na 2. vrstvě ISO/OSI modelu⁴, switche a bridge se v laboratořích vůbec neuvažují. Proto i ve své práci uvažuji jediný druh síťových prvků - počítače s OS Linux.

³3. vrstva ISO modelu, tzv. síťová vrstva, zajišťuje spojení mezi jakýmkoliv 2 uzly sítě.

⁴2. vrstva ISO/OSI modelu, tzv. spojová nebo linková vrstva, zajišťuje spojení mezi dvěma sousedními systémy.

Virtuální počítač Jedinými síťovými prvky mojí aplikace jsou počítače s operačním systémem Linux, které fungují jako směrovače na síťové vrstvě ISO/OSI modelu. Síťovou komunikaci skutečného počítače zajišťuje modul v jádře operačního systému. Počítač má několik síťových rozhraní, které se skládají z fyzické části, kterou je síťový adaptér, a z části softwarové, kterou je jeho konfigurace. Ke každému síťovému adaptéru, tzn. ke každému rozhraní, může být připojen maximálně jeden síťový kabel. Virtuální počítač i síťové rozhraní mají svou vlastní třídu.

Jádro operačního systému směruje pakety podle tzv. routovací tabulky, což je datová struktura, která obsahuje cílové adresy a akce, které se mají vykonat s paketem poslaným na danou cílovou adresu. Tuto datovou strukturu musí obsahovat i moje virtuální síť, proto jsem pro ni udělal vlastní třídu. Její analýzou a implementací se budu zabývat v implementační části.

Aby virtuální počítače mohly překládat adresy přes ně procházejících paketů, potřebují, stejně jako skutečné počítače, další datovou strukturu, natovací tabulku. Touto datovou strukturou se ale tato práce nezabývá, vytvořil ji můj kolega Stanislav Řehák.

Uživatel musí mít možnost virtuální počítač nakonfigurovat, kvůli tomu přece aplikaci programuji. Ke konfiguraci mu mají sloužit standartní příkazy, které by použil při konfiguraci skutečného počítače. K virtuálnímu počítači se uživatel připojuje telnetem, o toto připojení se stará komunikační vrstva. Na vrstvě virtuální sítě ale probíhá parsování a vykonávání těchto příkazů. O tom budu psát v další kapitole.

3.4.1.2 Infrastruktura sítě

Jak bylo napsáno dříve, jediným síťovým prvkem mojí aplikace je počítač s OS Linux. Ke každému rozhraní, může být připojen maximálně jeden síťový kabel, který, protože neuvažují switche, je zapojen do jiného rozhraní nějakého počítače, nebo není zapojen nikam. Infrastruktura sítě je proto jednoznačně určena dvojicemi síťových rozhraní, která jsou propojena síťovým kabelem. Tuto infrastrukturu sítě je v konfiguračním souboru dobré oddělit od ostatní konfigurace, aby ji mohl uživatel lehce přecházet a pochopit, popř. změnit. Síťové rozhraní je jednoznačně identifikováno jménem počítače a jménem rozhraní.

3.4.1.3 Posílání paketů

Virtuální síť musí umět posílat virtuální pakety, aby pomocí příkazů ping nebo traceroute uživatel zjistil, jestli virtuální síť správně nakonfiguroval. Po virtuální síti, reprezentované objekty, se samozřejmě posílají virtuální pakety, reprezentované objekty třídy Paket. Virtuální paket ponese potřebné informace stejně jako skutečný paket, akorát těch informací pro potřeby mojí aplikace není tolik. Posílání paketů v mé virtuální síti není prakticky rozděleno do OSI-ISO vrstev, IP paket se nebude balit do rámců linkové vrstvy. Virtuální pakety si mezi sebou budou posílat, přijímat a přeposílat virtuální počítače pomocí speciálních metod k tomu určených. Je nutné, aby při stejné konfiguraci skutečné a virtuální počítačové sítě tato síť i stejně fungovala. To jest, aby ve virtuální počítačové síti do cíle došly právě ty pakety, které při stejné konfiguraci dojdou na síti skutečné. Více se analýzou a implementací posílání paketů budu zabývat v samostatné kapitole.

3.4.2 Komunikační vrstva

Komunikační vrstva naší aplikace zajišťuje spojení aplikace s klientem. Z tohoto pohledu je aplikace klasickým síťovým serverem, který poslouchá na několika portech, přijímá spojení a zpracovává je. Uživatel po síti konfiguruje jednotlivé virtuální počítače, proto každý virtuální počítač musí poslouchat na jednom portu. O tuto komunikaci se nestará přímo virtuální počítač, má k tomu speciální třídu, i tak ale třída virtuálního počítače zasahuje do obou vrstev programu. Aby aplikace mohla poslouchat na více portech najednou, je nutné vytvořit více vláken, každý virtuální počítač tedy poběží v samostatném vláknu. Jak plyne z posledního funkčního požadavku, musí jeden virtuální počítač umět zpracovat i více spojení najednou, jako i na reálný linuxový počítač je možné se připojit k několika jeho terminálům pomocí protokolu ssh nebo telnet. Proto je nutné, aby vlákno, které poslouchá na portu, pro příchozí spojení vytvořilo jiné vlákno, které spojení obslouží, a samo dále poslouchalo na určeném portu.

3.5 Postup implementace

Na aplikaci musím spolupracovat se svým kolegou Stanislavem Řehákem, který implementuje její druhou část - simulátor Cisca. Spolupráce však přesahuje jen tuto oblast a zasahuje také do společného jádra aplikace

Kapitola 4

Popis problému, specifikace cíle

- Popis řešeného problému, vymezení cílů DP/BP a požadavků na implementovaný systém.
- Popis struktury DP/BP ve vztahu k vytyčeným cílům.
- Rešeršní zpracování existujících implementací, pokud jsou známy.

Kapitola 5

Analýza a návrh řešení

Analýza a návrh implementace (včetně diskuse různých alternativ a volby implementačního prostředí).

Kapitola 6

Realizace

Popis implementace/realizace se zaměřením na nestandardní části řešení.

Kapitola 7

Testování

- Způsob, průběh a výsledky testování.
- Srovnání s existujícími řešeními, pokud jsou známy.

Kapitola 8

Závěr

- Zhodnocení splnění cílů DP/BP a vlastního přínosu práce (při formulaci je třeba vzít v potaz zadání práce).
- Diskuse dalšího možného pokračování práce.

Literatura

- [1] HAINDL, M. – KMENT, Ľ. – SLAVÍK, P. Virtual Information Systems. In *WSCG'2000 — Short communication papers*, s. 22–27. University of West Bohemia, Pilsen, 2000.
- [2] Příspěvatelé Wikipedie. *Framework* [online]. 2009. [cit. 10. 9. 2009]. Dostupné z: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Framework>>.
- [3] Příspěvatelé Wikipedie. *Object-relational mapping* [online]. 2009. [cit. 6. 12. 2009]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Object-relational_mapping>.
- [4] SLAVÍK, P. Grammars and Rewriting Systems as Models for Graphical User Interfaces. *Cognitive Systems*. 1997, 4, 3/4, s. 381–399.
- [5] web:cstug. CSTUG — \LaTeX Users Group — hlavní stránka. <http://www.cstug.cz/>, stav z 2. 3. 2009.
- [6] web:infodp. K336 Info — pokyny pro psaní diplomových prací. <https://info336.felk.cvut.cz/clanek.php?id=400>, stav ze 4. 5. 2009.
- [7] web:infogs. Knihovna Grafické skupiny. <http://www.cgg.cvut.cz/Bib/library/>, stav z 30. 8. 2001.
- [8] web:ipe. Grafický vektorový editor pro práce vhodný pro práci \LaTeX em. <http://tclab.kaist.ac.kr/ipe/>, stav z 4. 5. 2009.
- [9] web:latexdocweb. \LaTeX — online manuál. <http://www.cstug.cz/latex/lm/frames.html>, stav ze 4. 5. 2009.
- [10] web:latexwiki. Wiki Books \LaTeX . <http://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/>, stav z 3. 4. 2009.
- [11] ŽÁRA, J. – BENEŠ, B. – FELKEL, P. *Moderní počítačová grafika*. Computer Press s.r.o, Brno, 1st edition, 1998. In Czech.

Dodatek A

Testování zaplnění stránky a odsazení odstavců

Tato příloha nebude součástí vaší práce. Slouží pouze jako příklad formátování textu.

Určitě existuje nějaká pěkná latinská věta, která se k tomuhle testování používá, ale co mají dělat ti, kteří se nikdy latinsky neučili? Určitě existuje nějaká pěkná latinská věta, která se k tomuhle testování používá, ale co mají dělat ti, kteří se nikdy latinsky neučili? Určitě existuje nějaká pěkná latinská věta, která se k tomuhle testování používá, ale co mají dělat ti, kteří se nikdy latinsky neučili?

Určitě existuje nějaká pěkná latinská věta, která se k tomuhle testování používá, ale co mají dělat ti, kteří se nikdy latinsky neučili? Určitě existuje nějaká pěkná latinská věta, která se k tomuhle testování používá, ale co mají dělat ti, kteří se nikdy latinsky neučili? Určitě existuje nějaká pěkná latinská věta, která se k tomuhle testování používá, ale co mají dělat ti, kteří se nikdy latinsky neučili?

Určitě existuje nějaká pěkná latinská věta, která se k tomuhle testování používá, ale co mají dělat ti, kteří se nikdy latinsky neučili? Určitě existuje nějaká pěkná latinská věta, která se k tomuhle testování používá, ale co mají dělat ti, kteří se nikdy latinsky neučili? Určitě existuje nějaká pěkná latinská věta, která se k tomuhle testování používá, ale co mají dělat ti, kteří se nikdy latinsky neučili?

Určitě existuje nějaká pěkná latinská věta, která se k tomuhle testování používá, ale co mají dělat ti, kteří se nikdy latinsky neučili? Určitě existuje nějaká pěkná latinská věta, která se k tomuhle testování používá, ale co mají dělat ti, kteří se nikdy latinsky neučili? Určitě existuje nějaká pěkná latinská věta, která se k tomuhle testování používá, ale co mají dělat ti, kteří se nikdy latinsky neučili? Určitě existuje nějaká pěkná latinská věta, která se k tomuhle testování používá, ale co mají dělat ti, kteří se nikdy latinsky neučili? Určitě existuje nějaká pěkná latinská věta, která se k tomuhle testování používá, ale co mají dělat ti, kteří se nikdy latinsky neučili? Určitě existuje nějaká pěkná latinská věta, která se k tomuhle testování používá, ale co mají dělat ti, kteří se nikdy latinsky neučili?

Dodatek B

Pokyny a návody k formátování textu práce

Tato příloha samozřejmě nebude součástí vaší práce. Slouží pouze jako příklad formátování textu.

Používat se dají všechny příkazy systému L^AT_EX. Existuje velké množství volně přístupné dokumentace, tutoriálů, příruček a dalších materiálů v elektronické podobě. Výchozím bodem, kromě Googlu, může být stránka CSTUG (Czech Tech Users Group) [5]. Tam najdete odkazy na další materiály. Většinou dostačující a přehledně organizovanou elektronikou dokumentaci najdete například na [9] nebo [10].

Existují i různé nadstavby nad systémy T_EX a L^AT_EX, které výrazně usnadní psaní textu zejména začátečníkům. Velmi rozšířený v Linuxovém prostředí je systém Kile.

B.1 Vkládání obrázků

Obrázky se umísťují do plovoucího prostředí **figure**. Každý obrázek by měl obsahovat **název** (`\caption`) a **návěští** (`\label`). Použití příkazu pro vložení obrázku `\includegraphics` je podmíněno aktivací (načtením) balíku `graphicx` příkazem `\usepackage{graphicx}`.

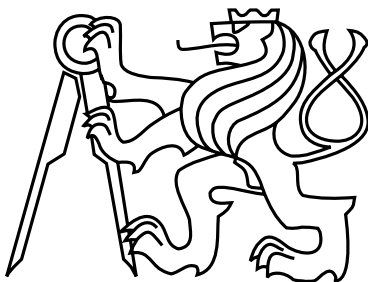
Budete-li zdrojový text zpracovávat pomocí programu `pdflatex`, očekávají se obrázky s příponou `*.pdf`¹, použijete-li k formátování `latex`, očekávají se obrázky s příponou `*.eps`.²

Příklad vložení obrázku:

```
\begin{figure}[h]
\begin{center}
\includegraphics[width=5cm]{figures/LogoCVUT}
\caption{Popiska obrazku}
\label{fig:logo}
```

¹`pdflatex` umí také formáty PNG a JPG.

²Vzájemnou konverzi mezi snad všemi typy obrázku včetně změn velikostí a dalších vymožeností vám může zajistit balík ImageMagick (<http://www.imagemagick.org/script/index.php>). Je dostupný pod Linuxem, Mac OS i MS Windows. Důležité jsou zejména příkazy `convert` a `identify`.



Obrázek B.1: Popiska obrázku

DTD	construction	elimination
	in1 A B a:sum A B in1 A B b:sum A B	case([_:A] a) ([_:B] a) ab:A case([_:A] b) ([_:B] b) ba:B
+	do_reg:A -> reg A	undo_reg:reg A -> A
*, ?	the same like and + with empty_el:empty	the same like and + with empty_el:empty
R(a,b)	make_R:A->B->R	a: R -> A b: R -> B

Tabulka B.1: Ukázka tabulky

```
\end{center}
\end{figure}
```

B.2 Kreslení obrázků

Zřejmě každý z vás má nějaký oblíbený nástroj pro tvorbu obrázků. Jde jen o to, abyste dokázali obrázek uložit v požadovaném formátu nebo jej do něj konvertovat (viz předchozí kapitola). Je zřejmě vhodné kreslit obrázky vektorově. Celkem oblíbený, na ovládání celkem jednoduchý a přitom dostatečně mocný je například program Inkscape.

Zde stojí za to upozornit na kreslicí programe Ipe [8], který dokáže do obrázku vkládat komentáře přímo v latexovském formátu (vzroce, stejné fonty atd.). Podobné věci umí na Linuxové platformě nástroj Xfig.

Za pozornost ještě stojí schopnost editoru Ipe importovat obrázek (jpg nebo bitmap) a krelit do něj latexovské popisky a komentáře. Výsledek pak umí exportovat přímo do pdf.

B.3 Tabulky

Existuje více způsobů, jak sázet tabulky. Například je možno použít prostředí `table`, které je velmi podobné prostředí `figure`.

Zdrojový text tabulky B.1 vypadá takto:

```

\begin{table}
\begin{center}
\begin{tabular}{|c|l|l|}
\hline
\textbf{DTD} & \textbf{construction} & \textbf{elimination} \\
\hline
 $\mid$  & \verb+in1|A|B a:sum A B+ & \verb+case([_:A]a)([_:B]a)ab:A+\\
& \verb+in1|A|B b:sum A B+ & \verb+case([_:A]b)([_:B]b)ba:B+\\
\hline
 $\$$  & \verb+do_reg:A -> reg A+ & \verb+undo_reg:reg A -> A+\\
\hline
 $\$,?\$$  & the same like  $\mid$  &  $\$$  & the same like  $\mid$  &  $\$$  \\
& with \verb+empty_el:empty+ & with \verb+empty_el:empty+\\
\hline
R(a,b) & \verb+make_R:A->B->R+ & \verb+a: R -> A+\\
& & \verb+b: R -> B+\\
\hline
\end{tabular}
\end{center}
\caption{Ukázka tabulky}
\label{tab:tab1}
\end{table}
\begin{table}

```

B.4 Odkazy v textu

B.4.1 Odkazy na literaturu

Jsou realizovány příkazem `\cite{odkaz}`.

Seznam literatury je dobré zapsat do samostatného souboru a ten pak zpracovat programem bibtex (viz soubor `reference.bib`). Zdrojový soubor pro bibtex vypadá například takto:

```

@Article{Chen01,
  author   = "Yong-Sheng Chen and Yi-Ping Hung and Chiou-Shann Fuh",
  title    = "Fast Block Matching Algorithm Based on
              the Winner-Update Strategy",
  journal  = "IEEE Transactions On Image Processing",
  pages    = "1212--1222",
  volume   = 10,
  number   = 8,
  year     = 2001,
}

@Misc{latexdocweb,

```

```

author = "",
title = "{\LaTeX} --- online manuál",
note = "\verb|http://www.cstug.cz/latex/lm/frames.html|",
year = "",
}
...

```

Pozor: Sazba názvů odkazů je dána BibTeX stylem (`\bibliographystyle{abbrv}`). BibTeX tedy obvykle vysází velké pouze počáteční písmeno z názvu zdroje, ostatní písmena zůstanou malá bez ohledu na to, jak je napíšete. Přesněji řečeno, styl může zvolit pro každý typ publikace jiné konverze. Pro časopisecké články třeba výše uvedené, jiné pro monografie (u nich často bývá naopak velikost písmen zachována).

Pokud chcete BibTeXu napovědět, která písmena nechat bez konverzí (viz `title = "{\LaTeX} --- online manuál"` v předchozím příkladu), je nutné příslušné písmeno (zde celé makro) uzavřít do složených závorek. Pro přehlednost je proto vhodné celé parametry uzavírat do uvozovek (`author = "..."`), nikoliv do složených závorek.

Odkazy na literaturu ve zdrojovém textu se pak zapisují:

```

Podívejte se na \cite{Chen01},
další detaily najdete na \cite{latexdocweb}

```

Vazbu mezi soubory `*.tex` a `*.bib` zajistíte příkazem `\bibliography{}` v souboru `*.tex`. V našem případě tedy zdrojový dokument `thesis.tex` obsahuje příkaz `\bibliography{reference}`.

Zpracování zdrojového textu s odkazy se provede postupným voláním programů `pdflatex <soubor>` (případně `latex <soubor>`), `bibtex <soubor>` a opět `pdflatex <soubor>`.³

Níže uvedený příklad je převzat z dříve existujících pokynů studentům, kteří dělají svou diplomovou nebo bakalářskou práci v Grafické skupině.⁴ Zde se praví:

```

...
j) Seznam literatury a dalších použitých pramenů, odkazy na WWW stránky, ...
Pozor na to, že na veškeré uvedené prameny se musíte v textu práce
odkazovat -- [1].

```

Pramen, na který neodkazujete, vypadá, že jste ho vlastně nepotřebovali a je uveden jen do počtu. Příklad citace knihy [1], článku v časopise [2], stati ve sborníku [3] a html odkazu [4]:

```
[1] J. Žára, B. Beneš;, and P. Felkel.
```

```

    Moderní počítačová grafika. Computer Press s.r.o, Brno, 1 edition, 1998.
    (in Czech).

```

³První volání `pdflatex` vytvoří soubor s koncovkou `*.aux`, který je vstupem pro program `bibtex`, pak je potřeba znovu zavolat program `pdflatex (latex)`, který tentokrát zpracuje soubory s příponami `.aux` a `.tex`. Informaci o případných nevyřešených odkazech (cross-reference) vidíte přímo při zpracovávání zdrojového souboru příkazem `pdflatex`. Program `pdflatex (latex)` lze volat vícekrát, pokud stále vidíte nevyřešené závislosti.

⁴Několikrát jsem byl upozorněn, že web s těmito pokyny byl zrušen, proto jej zde přímo necituji. Nicméně příklad sám o sobě dokumentuje obecně přijímaný konsensus ohledně citací v bakalářských a diplomových pracích na KP.

- [2] P. Slavík. Grammars and Rewriting Systems as Models for Graphical User Interfaces. *Cognitive Systems*, 4(4--3):381--399, 1997.
- [3] M. Haindl, Š. Kment, and P. Slavík. Virtual Information Systems. In *WSCG'2000 -- Short communication papers*, pages 22--27, Pilsen, 2000. University of West Bohemia.
- [4] Knihovna grafické skupiny katedry počítačů:
<http://www.cgg.cvut.cz/Bib/library/>

... abychom výše citované odkazy skutečně našli v (automaticky generovaném) seznamu literatury tohoto textu, musíme je nyní alespoň jednou citovat: Kniha [11], článek v časopisu [4], příspěvek na konferenci [1], [www odkaz](#) [7].

Ještě přidáme další ukázkou citací online zdrojů podle české normy. Odkaz na wiki o frameworkch [2] a ORM [3]. Použití viz soubor `reference.bib`. V seznamu literatury by nyní měly být živé odkazy na zdroje. V `reference.bib` je zcela nový typ publikace. Detaily dohledal a dodal Petr Dlouhý v dubnu 2010. Podrobnosti najdete ve zdrojovém souboru tohoto textu v komentáři u příkazu `\thebibliography`.

B.4.2 Odkazy na obrázky, tabulky a kapitoly

- Označení místa v textu, na které chcete později čtenáře práce odkázat, se provede příkazem `\label{navesti}`. Lze použít v prostředích `figure` a `table`, ale též za názvem kapitoly nebo podkapitoly.
- Na návěští se odkážeme příkazem `\ref{navesti}` nebo `\pageref{navesti}`.

B.5 Rovnice, centrováná, číslovaná matematika

Jednoduchý matematický výraz zapsaný přímo do textu se vysází pomocí prostředí `math`, resp. zkrácený zápis pomocí uzavření textu rovnice mezi znaky `$`.

Kód `$ S = \pi * r^2 $` bude vysázen takto: $S = \pi * r^2$.

Pokud chcete nečíslované rovnice, ale umístěné centrováně na samostatné řádky, pak lze použít prostředí `displaymath`, resp. zkrácený zápis pomocí uzavření textu rovnice mezi znaky `$$`. Zdrojový kód: `$$$ S = \pi * r^2 $$$` bude pak vysázen takto:

$$S = \pi * r^2$$

Chcete-li mít rovnice číslované, je třeba použít prostředí `equation`. Kód:

```
\begin{equation}
  S = \pi * r^2
\end{equation}
```

```
\begin{equation}
  V = \pi * r^3
\end{equation}
```

je potom vysázen takto:

$$S = \pi * r^2 \quad (\text{B.1})$$

$$V = \pi * r^3 \quad (\text{B.2})$$

B.6 Kódy programu

Chceme-li vysázet například část zdrojového kódu programu (bez formátování), hodí se prostředí *verbatim*:

```

      (* nickname2 *)
Lego> Refine in1
      (do_reg (nickname1 h));
Refine by in1 (do_reg (nickname1 h))
    ?4 : pcddata
    ?5 : pcddata
      (* surname2 *)
Lego> Refine surname1 h;
Refine by surname1 h
    ?5 : pcddata
      (* email2 *)
Lego> Refine undo_reg (email1 h);
Refine by undo_reg (email1 h)
*** QED ***
```

B.7 Další poznámky

B.7.1 České uvozovky

V souboru `k336_thesis_macros.tex` je příkaz `\uv{}` pro sázení českých uvozovek. „Text uzavřený do českých uvozovek.“

Dodatek C

Seznam použitých zkratek

2D Two-Dimensional

ABN Abstract Boolean Networks

ASIC Application-Specific Integrated Circuit

⋮

Dodatek D

UML diagramy

Tato příloha není povinná a zřejmě se neobjeví v každé práci. Máte-li ale větší množství podobných diagramů popisujících systém, není nutné všechny umísťovat do hlavního textu, zvláště pokud by to snižovalo jeho čitelnost.

Dodatek E

Instalační a uživatelská příručka

Tato příloha velmi žádoucí zejména u softwarových implementačních prací.

Dodatek F

Obsah přiloženého CD

Tato příloha je povinná pro každou práci. Každá práce musí totiž obsahovat přiložené CD. Viz dále.

Může vypadat například takto. Váš seznam samozřejmě bude odpovídat typu vaší práce. (viz [6]):



Obrázek F.1: Seznam přiloženého CD — příklad

Na GNU/Linuxu si strukturu přiloženého CD můžete snadno vyrobit příkazem:

```
$ tree . >tree.txt
```

Ve vzniklém souboru pak stačí pouze doplnit komentáře.

Z **README.TXT** (případně index.html apod.) musí být rovněž zřejmé, jak programy instalovat, spouštět a jaké požadavky mají tyto programy na hardware.

Adresář **text** musí obsahovat soubor s vlastním textem práce v PDF nebo PS formátu, který bude později použit pro prezentaci diplomové práce na WWW.