

Linux na katedře geofyziky

Na KG je v provozu více než 20 strojů s operačním systémem **Linux** (příbuzným systému Unix) určených pro vzdálené spouštění výpočetních úloh. Stroj karel.troja.mff.cuni.cz je mailovým a webovým serverem (<http://geo.mff.cuni.cz>), ostatní stroje jsou určeny pro výpočty, včetně paralelizovaných úloh. Použita je linuxová distribuce **Ubuntu** (14.04). Následující přehled pojmů, příkazů a postupů je jen zlomkem možností Linuxu.

Přehled strojů: stránka geo.mff.cuni.cz/pocitace/hw-geof.pdf

Přehled zatížení „geofů“: stránky geo.mff.cuni.cz/guptime.htm, geo.mff.cuni.cz/gdf.htm
příkazy **guptime** (obecně ruptime), **gdf** (obecně df)

Připojení

Unix jako víceuživatelský systém umožňuje připojení ze vzdálených strojů. Software (terminál, klient) instalovaný na stroji uživatele požádá unixový server o vytvoření relace, textové nebo grafické. Terminálů s relacemi lze na jednom stroji otevřít více najednou, více relací lze vést i z jednoho terminálového okna. Relace jsou šifrované.

Vzdálená relace z Windows

PuTTY textový terminál, www.putty.org; nastavit Translation–Remote character set: UTF-8

NX Client grafický terminál, www.nomachine.com; nastavit Configure–Desktop: Unix, GNOME

WinSCP přenos dat, winscp.net

Vzdálená relace z Unixu

ssh, ssh -X system textová relace (secure shell), s volitelnou podporou grafických aplikací

př. navázání relací: **ssh system**, **ssh user@system**, **ssh user@system cmd**

scp system přenos dat (secure copy), př. kopírování: **scp user@system:remote-file local-file**

sshfs, fusermount připojení a odpojení vzdáleného souborového systému

ping system kontrola spojení

telnet, ftp nešifrovaná relace a přenos dat (zastaralé, na strojích KG nedostupné)

Nápověda

man cmd, info cmd nápověda k příkazu

Terminálový manažer

screen správa více textových relací v jednom terminálovém okně (více odst. Procesy a man screen)

Ukončení textové relace

logout nebo klávesová kombinace **Ctrl D** (zkrácený zápis **^D**)

Síťový souborový systém na KG

Domácí adresáře

Domácí adresáře uživatelů na strojích KG jsou umístěny převážně lokálně, a to odkazem z adresáře /home na datový disk stroje: stroj **karel** hostí /nfs1, **lojzik** /nfs3, **vaclav** /nfs5, **geof10** /nfs10, **geof20** /nfs20 atd.; např. uživatel novak má domácí adresář vždy pod odkazem /home/novak (symbolicky **~**), na karlovi mířícím na /nfs1/novak. Webové adresáře uživatelů se nacházejí na karlovi v adresáři /www/users.

NFS (Network File System)

Většina strojů exportuje část svého souborového systému, která je pak připojena k ostatním lokálním **linuxovým strojům**, vždy na stejnojmennou polohu v jejich souborovém systému. Stroj **karel** nabízí ostatním adresáře /nfs1 a /nfs2, **lojzik** /nfs3 a /nfs4, **vaclav** /nfs5 a /nfs6, **geof10** /nfs10, **geof20** /nfs20 atd. Přehled prostoru na jednotlivých síťových discích poskytuje příkaz **df** (disk free).

Samba (SMB, Server Message Block)

Většina strojů exportuje části souborového systému tak, aby byly dostupné ze strojů s **Windows** v lokální síti. Stroj **karel** nabízí strom webového serveru (lokálně /www) pod síťovým jménem **\\karel\www** a strom s užitečnými soubory (/nfs1/pc, lokálně /pc) pod síťovým jménem **\\karel\k**. Dále jsou exportovány podadresáře **pc** z domácích adresářů uživatelů pod jménem stroje a uživatele; např. uživatel novak@karel si může na stroji s Windows zpřístupnit adresář /nfs1/novak/pc pod síťovým jménem **\\karel\novak**. Připojit síťový disk ke stroji s Windows lze mj. cestou My Computer (pravým tlačítkem myši)–Map Network Drive.

Uživatelé

Uživatel má přiřazeno jméno, číslo (UID), heslo, skupinu (group s GID), domácí adresář a výchozí shell.

w, who -u, who am i výpis přihlášených uživatelů a jejich aktivity, informace o aktuální relaci

passwd změna hesla

uname -a jméno počítače, verze jádra operačního systému, typ procesoru

Příkazový interpret, shell

Shell zpracovává uživatelův vstup pro **jádro** operačního systému. Poskytuje uživateli editování příkazových řádků, jejich historii, doplňování názvů příkazů a jmen souborů, zástupné znaky, definovatelné zkratky a klávesové kombinace. Zabezpečuje spouštění a správu procesů, včetně přesměrování jejich vstupu a výstupu (viz procesy). Dovoluje programování pomocí skriptů. V Linuxu je oblíbený shell **bash** [beš], užívá se i **tcsh** [týšíšel].

Editace

šipky \leftrightarrow , Home, End pohyb po příkazovém řádku
šipky \downarrow , history procházení předchozích příkazů, jejich výpis
Tab doplnění názvu příkazu nebo jména souboru (tab completion)
*, ?, [, { } zástupné znaky (metaznaky) a závorky pro zkrácený zápis jmen souborů
př. **a*** pro a, ab i abc, **a?** pro ab i ac, **a[bc]** pro ab i ac, **a{b,bc}** pro ab i abc

alias, **alias name=value** výpis definovaných zkratk, definování zkratky

^D, **^C**, **^S**, **^Q**, **^Z**, **^U** některé z klávesových kombinací (více **man stty** a tam: eof, intr, stop, start, susp, kill aj.)

Konfigurování

.bashrc, .bash_logout; .bash_profile, .bash_login, .profile konfigurační soubory shellu bash

Komunikace

Pro správu mailů je zvykem používat textovou aplikaci **alpine** (dříve pine), případně webové rozhraní **SquirrelMail** (geo.mff.cuni.cz/mail). Nelze-li spustit grafický **skype**, může přijít vhod textový **talk**.

Email

alpine, **pine** mailový klient v textovém režimu (Program for Internet News and Email)
geo.mff.cuni.cz/mail webový mailový klient **SquirrelMail**
mail, **mailx** řádkový mailový klient
př. zaslání mailu s textem ze souboru: **mail -s subject usernames < file**
~/forward soubor se seznamem adres pro přesměrování příchozích emailů
př. přesměrování jinam a ponechání na lokálním systému: **user@other.system, \user**

Interaktivní kontakt

write user tty zaslání zprávy lokálnímu uživateli na volitelně specifikovaný terminál (konec **^D**)
talk user@system textový dialog s uživatelem lokálního i vzdáleného systému (konec **^C**)
mesg y, **mesg n** povolení nebo zákaz příjmu zpráv od write a talk
skype (mj.) pro zasílání zpráv a souborů v grafickém režimu

Souborový systém

Souborový systém linuxového stroje tvoří **strom** vycházející z kořenového adresáře značeného **/** (nikoliv ****). Další lokální i vzdálené disky se svými podstromy připojují na existující větve tohoto stromu. Uzly souborového stromu tvoří **adresáře**, které obsahují **soubory**; časté jsou i **symbolické odkazy**, které jsou ukazatelem (zkratkou) na soubor, adresář či odkaz na jiném místě stromu. Soubory a adresáře mají přiřazeny **vlastníka** a přístupová **práva**. Názvy souborů a adresářů mohou být dlouhé, rozlišují se velká a malá písmena, užitečné jsou symbolické názvy adresářů: **.** pro aktuální adresář, **..** pro sousední adresář směrem ke kořenu a **~** pro uživatelův domácí adresář.

Orientace v souborovém systému

mc souborový manažer **Midnight Commander**
užitečné klávesy: **Tab**, **Ins**, **F1–F10**, skrytí oken **^O**, hledání souboru **^S** aj.
pwd název aktuálního adresáře (print working directory)
ll, **ls -l** výpis adresáře (long list); význam prvního znaku výpisu: - soubor, **d** adresář, **l** odkaz
df informace o připojených souborových systémech (disk free)
du -sm dir výpis souhrnné spotřeby diskového prostoru adresářem v MB (disk usage), př. **du -sm .**

Pohyb v souborovém systému

cd / mkdir / rmdir dir změna/vytvoření/zrušení adresáře (change/make/remove directory)
cp files1 file2/dir2 kopírování souboru do souboru nebo souborů do adresáře (copy)
mv files1 file2/dir2 přejmenování (přesun) souboru nebo přesun souborů do adresáře (move)
rm files mazání souborů (remove); př. smazání aktuálního adresáře s podstromem: **rm -fr ***
-f, **-i**, **-r** volby cp/mv/rm: bez dotazů (force), s dotazy (interactive), včetně podstromu (recursive)
touch files vytvoření prázdných souborů
ln -s file/dir link vytvoření symbolického odkazu na soubor, adresář nebo jiný odkaz (link, symbolic)

Prohlížení textových souborů

more file, cmd | **more** stránkovaný výpis souboru, stránkování textového výstupu procesu (viz přesměrování) (užitečné klávesy: pro posun **mezerník** a **Enter**, pro konec **q**)
less file, cmd | **less** vícefunkční obdoba more (i zpětný posun, vyhledávání **/**, **n**, **N**); používáno pro man
cat / tac files > newfile spojení souborů (catenate), případně nestránkovaný výpis souborů, odpředu nebo odzadu
head / tail file, **tail -f** file výpis začátku nebo konce souboru, **tail -f** sleduje vývoj konce souboru (follow)

Editory

vi files, **vim** files standardní unixový editor pro textový režim (antonymum visual interactive, vi improved) (užitečné klávesy: konec s uložením změn **:x** nebo **ShiftZZ**, konec bez uložení **:q!**)
pico files, **nano** files součást balíčku alpine
mcedit files interní editor Midnight Commanderu (klávesa **F4**)

Vlastnictví a práva

chown user files/dirs změna vlastníka souborů a adresářů (change owner)
chmod mode files/dirs nastavení přístupových práv k souborům a adresářům (change mode)
mode: who **all**/**user**/**group**/**others**, operator **+** **-** **=**, permissions **read**/**write**/**execute**
(**x** pro právo spustit program/vstoupit do adresáře); př. **chmod go+x file**, **chmod go=rx dir**
umask value nastavení masky nepřidělených práv pro nové soubory a adresáře, **rwx~421** (user mask)
př. **umask 022** (group a others bez práva **w**), **umask 077** (group a others bez práv)

Archivování a komprimace

tar options files archivování adresářů do archivního souboru (tape archiver)
př. create file.tar: **tar cvf file.tar dir**, list: **tar tvf file.tar**, extract: **tar xvf file.tar**, volba **z** pro gzip
gzip / gunzip files komprimace a dekomprimace souborů (vzniknou či zaniknou files.gz)
bzip2 / bunzip2 files výkonnější komprimace a dekomprimace souborů (vzniknou či zaniknou files.bz2)

Tisk souborů

Na KG lze z linuxových strojů tisknout na tiskárnách **laska** (default, černobílý tisk), **alenka** a **zatop** (obě barevně).

lpr -Pprinter files umístění souborů (text, pdf, ps) do tiskové fronty (line printer)

lpq -Pprinter pohled do tiskové fronty (lp queue)

lprm -Pprinter printjob zrušení tiskové úlohy (lp remove)

Procesy

Spuštěním programu vznikne proces. Procesu je přiřazen vlastník (UID), číslo procesu (PID), rodičovské číslo procesu (PPID) a priorita. Sledovat aktivní procesy lze pomocí příkazu **top**, zjistit všechny procesy spuštěné uživatelem user pomocí **ps -fu user**. Vlastník procesu (nebo superuživatel) může procesu zasílat **signály** (typicky signály pro ukončení procesu) a měnit **prioritu**. Implicitně se proces spustí na **popředí** (shell čeká na dokončení procesu), se znakem **&** uvedeným za příkazem je spuštěn na **pozadí** (shell se vrátí k uživateli ihned). Proces na popředí lze ukončit pomocí **^C**, každý proces lze ukončit příkazem **kill** nebo **kill -9**. Proces lze pomocí **^Z** nebo **kill** pozastavit a pomocí příkazů **fg**, **bg** nebo **kill** opět spustit. Mají-li procesy na pozadí přežít ukončení relace, bývá třeba použít příkazy **nohup**, **disown** nebo aplikaci **screen**.

Sledování procesů, signály a priority

uptime, **guptime** informace o zatížení stroje nebo všech strojů na KG, v posledních 1/5/15 min.
top, **top -d** sec sledování procesů řazených podle zatížení procesoru, **-d** pro periodu updatu, konec **q**
ps, **ps -fu** user, **ps -ef** výpis procesů, jejich PID, priorit, času v procesoru aj. (process status, full)
jobs, **jobs -l** výpis jobid (číslo v shellu) nebo PID (číslo v systému) procesů spuštěných v aktuální relaci
kill pid, **kill -sig** pid zaslání signálu; signály **TERM** (default), **9/KILL**, **STOP**, **CONT** aj., všem pid: **pid -sig -1**
př. ukončení: **kill pid**, **kill -9 pid**, pozastavení: **kill -STOP pid**, pokračování: **kill -CONT pid**
nice +n cmd snížení priority spouštěného procesu ze standardních 20 o nejvýše 19 (na minimum 39)
renice +n pid snížení priority běžícího procesu
time cmd informace o celkové spotřebě času procesem (čas od spuštění, čas v procesoru a režie)

Procesy na popředí a pozadí

cmd **&** spuštění procesu na pozadí
^Z, **kill -STOP** pid pozastavení procesu na popředí (nastavitelné příkazem **stty susp ^Z**) nebo na pozadí
fg / **bg** %jobid spuštění pozastaveného procesu na popředí (foreground) nebo na pozadí (background)
nohup cmd **&** udržení procesu na pozadí po ukončení relace, přesměrování výstupu do **nohup.out**
disown -h udržení procesů na pozadí po ukončení relace (vhodné pro umístění v souboru *logout)
screen, **screen -r** manažer virtuálních textových relací, zajišťuje nezávislost procesů na relacích
(ovládání: **^a?**, create **^ac**, switch **^a^a/^a"/^an/^ap**, region **^aS/^aTab/^aX**, detach **^ad**)

Přesměrování standardního vstupu (klávesnice) a výstupu (obrazovka)

cmd > file	přesměrování standardního výstupu z procesu do souboru
cmd 2> file	přesměrování chybového výstupu do souboru, př. <code>cmd > file1 2> file2</code>
cmd > file 2>&1	přesměrování obou výstupních kanálů do téhož souboru
cmd >> file	přidání výstupu z procesu do souboru
cmd < file	vstup dat do procesu ze souboru, př. <code>sort < infile > outfile</code>
cmd1 cmd2	přesměrování výstupu jednoho procesu na vstup druhého (roura, řetězení)
cmd tee file	současný výstup z procesu na obrazovku i do souboru
cmd > /dev/null	potlačení standardního výstupu (přesměrování do prázdného zařízení)

Různé programy a postupy

awk, gawk	program (ovací jazyk) pro zpracování textových souborů (názvem autorský akronym)
bc -l files	výpočet aritmetických výrazů a matematických funkcí (arbitrary precision calculator)
clear	smazání obrazovky
diff file1 file2	porovnání souborů
find path expression	vyhledávání souborů v souborových systémech, př. <code>find . -name '*.pdf'</code>
fromdos / todos file	konverze textových souborů mezi formáty DOS a Unix (konce řádků CR+LF/LF)
grep pattern files	vyhledávání vzorů v souborech (Global search for a Regular Expression and Print)
paste file1 file2	vizuální porovnání souborů řádek vedle řádku
sort file, cmd sort	řazení řádků podle abecedy
source script, . script	provedení skriptu bez ohledu na přidělené právo <code>execute</code>
split options file	rozdělení souboru na části o předepsané velikosti
stty -a	výpis a nastavení vlastností terminálu, sdružení vlastností s klávesovými kombinacemi př. nastavení kláves: <code>stty eof ^D</code> , podobně <code>intr ^C</code> , <code>stop ^S</code> , <code>start ^Q</code> , <code>susp ^Z</code> , <code>kill ^U</code>
wc files	výpis počtu znaků, slov a řádků v souborech (word counter)
wget options url	stahování webových stránek, př. <code>wget -r -l 2 http://geo.mff.cuni.cz/~lh/NPRF018</code>
whereis / which cmd	vyhledání příkazu

Připojování bez hesla

Příkazem `ssh-keygen -t rsa` (bez passphrase) si linuxový uživatel vytvoří soubory `~/.ssh/id_rsa` a `~/.ssh/id_rsa.pub` se soukromým a veřejným klíčem. Obsah souboru s veřejným klíčem je třeba přenést na stroj, který má umožnit připojení bez hesla, a přidat tam do souboru `~/.ssh/authorized_keys`. Přenos veřejného klíče je třeba provést všemi směry, které mají volné připojení umožnit. Na strojích s Windows lze klíče generovat pomocí **PutTYgen**.

Aplikace v grafickém režimu

Ke vzdálenému spuštění grafických aplikací je vhodný terminálový program **NX Client** (www.nomachine.com).

Prohlížeče a editory

acroread	prohlížeč PDF (též evince , gv , mupdf , okular , xpdf)
evince	prohlížeč PDF, PostScriptu (též gv , okular), DVI (též xdvi) a DjVu (též djview)
firefox	webový browser (též google-chrome)
gedit	textový editor
geeqie	prohlížeč grafických formátů
gimp	editor grafických formátů
google-chrome	webový browser (též firefox)
inkscape	editor vektorových grafických formátů
libreoffice	kancelářské aplikace LibreOffice (blízké aplikacím OpenOffice; př. <code>libreoffice --writer</code>)
Vizualizace	
dx	software pro vizualizaci 3D dat (OpenDX, Open Data Explorer)
GMT	balíček pro zobrazování 2D a 3D dat, včetně mapových projekcí (Generic Mapping Tools)
gnuplot, gnuplot5	drobný program pro 2D a 3D grafy z uživatelských dat i analytických funkcí, kalkulačka
paraview	software pro vizualizaci 3D dat (Parallel Visualization Application)
Různé	
stellarium	virtuální planetárium
VirtualBox	virtualizační systém: Windows v Unixu, Unix ve Windows ad. (www.virtualbox.org)
wine, wineconsole	spuštění programů pro Windows; př. <code>wineconsole cmd</code>
xboard	šachy

Fortran a C/C++

Nekomerční překladače GNU jsou instalovány na všech strojích KG, k dispozici jsou i licencované překladače Intel a Portland (geof30), jimi přeložené kódy mohou být spouštěny opět na všech strojích. Paralelizaci pomocí OpenMP umožňují všechny překladače s výjimkou g95. Překladače Intel jsou dodány s knihovnou MKL (lineární algebra, FFT aj.), překladač Portland s obdobnou knihovnou ACML a navíc dovoluje programovat grafické procesory (GPU). Programy přeložené překladači získávají právo execute automaticky, při spouštění bývá nezbytné uvádět jejich název včetně adresáře, např. ./a.out. Pro nalezení stroje s volnou kapacitou je určen skript guptime (založený na příkazu ruptime), pro nalezení disku s dostatkem místa skript gdf (odvozený od df).

Překladače a podpůrné nástroje

gfortran, gcc, g++ překladače GNU, včetně OpenMP (-fopenmp), totéž co f95, cc, c++
g95 překladač blízký gfortranu, bez OpenMP
ifort, icc, icpc překladače Intel, včetně OpenMP (-openmp) a knihovny MKL (-mkl)
pgfortran, pgcc, pgcpp překladače Portland Group, včetně OpenMP, ACML a CUDA Fortran (pouze geof30)
make nástroj pro správu projektů a automatizovaný překlad zdrojových kódů
gdb ladicí program (GNU debugger)
netbeans, geany grafická integrovaná vývojová prostředí (IDE) s překladači GNU

Obvyklé volby překladačů

	gfortran	g95	ifort	pgfortran
nápověda:	man gfortran gcc	/usr/share/g95/*.pdf	-help, man ifort	-help, man
výstupní soubor:	-o outfile (default a.out)	-o outfile	-o outfile	-o outfile
jen překlad:	-c	-c	-c	-c
info pro debugger:	-g, -ggdb	-g, -ggdb	-g	-g
min. optimalizace:	-O0 (default)	-O0 (default)	-O0	-O0, -O1 (default)
optimalizace:	-O2	-O2	-O2 (default)	-fast
max. optimalizace:	-O3 -march=native	-O3	-O3 -xHost, -fast	-fast, -O4
OpenMP:	-fopenmp	není	-openmp	-mp
kontrola chyb za běhu:			-C, -check all	
kontrola mezí polí:	-fbounds-check	-fbounds-check	-CB, -check bounds	-C -Mbounds
kontrola neinic. prom.:	-Wuninitialized	-Wunset-vars	-CU, -check uninit	není
default inicializace:	-finit-local-zero	-fzero -finteger=	-freal=-zero	není
interní real přesnost:	-fdefault-real-8	-r8	-r8 -r16	-Mr8
šetření zásobníku:	-fno-automatic	-fno-stack-limit	-save -heap-arrays 0	-Msave
více informací:	-Wall -pedantic	-Wall -pedantic	-warn	-Minform=inform
méně informací:	-w	-w	-w -cm -vec-report0	-w -silent
shoda s normou:	-std=f2003 / f95	-std=f2003 / f95	-e03 -e95 -e90	-Mstandard

Příklady překladů

Režim Debug

gfortran -g -fbounds-check -Wuninitialized -Wall file.f90

ifort -O0 -g -C -warn file.f90

pgfortran -g -C -Minform=inform file.f90

Režim Release

gfortran -O3 -march=native -o outfile file.f90

ifort -O3 -xH -o outfile file.f90

pgfortran -fast -o outfile file.f90

Další programovací jazyky

comsol, comsol5 interaktivní programovací systém pro numerické výpočty (pouze lojzik)
fpc, lazarus-ide překladač Free Pascal (kompatibilní s Delphi 7) s textovým a grafickým IDE
latex, pdflatex, cslatex nadstavby k programovacímu jazyku TeX pro kvalitní sazbu dokumentů
matlab, matlab15 interaktivní programovací systém pro numerické výpočty (pouze lojzik)
octave nekomerční obdoba MATLABu
perl skriptovací programovací jazyk (Practical Extraction and Report Language)
python, python3 objektově orientovaný skriptovací programovací jazyk

Odkazy

Lukáš Petrлік, Jemný úvod do systému Unix, Kopp České Budějovice, 2000

http://cs.wikipedia.org/wiki/Seznam_unixových_utilit