

Linux i sieci: Podstawowe polecenia Unix'a

Projekt „Matematyka dla Ciekawych Świata”,

Robert Ryszard Paciorek

<rrp@opcode.eu.org>

2024-10-03

1 Praca w terminalu

Komputer nazywany jest elektroniczną maszyną liczącą. Oznacza to że zajmuje się on głównie wykonywaniem jakichś operacji arytmetycznych, logicznych. W zależności od wyniku takich operacji może wykonywać skoki do innego miejsca, co pozwala czyli wykonanie innego zbioru instrukcji w zależności od danych lub działań użytkownika.

Komputer zajmuje się jedynie wykonywaniem takich ciągów instrukcji składających się na program komputerowy. Z punktu widzenia procesora je wykonującego, mają one zawsze postać kodu maszynowego, czyli numeru instrukcji do wykonania i jej argumentów. Z punktu widzenia programisty, mogą być one reprezentowane przez złożone instrukcje języków wyższego poziomu lub wywołania funkcji bibliotecznych. Natomiast z punktu widzenia użytkownika, często są nimi całe gotowe programy, czy też jakieś konkretne funkcje w ramach danego programu.,

Zawsze jednak potrzebna jest metoda wprowadzenia takiego ciągu instrukcji oraz odebrania wyników działania programu. Dawno temu polegało to na przygotowaniu całości programu na jakimś nośniku (np. kartach perforowanych), uruchomieniu komputera, a następnie odebraniu wygenerowanych wyników na jakimś nośniku (np. w postaci wydruku). Interakcja z komputerem ograniczała się do możliwości niskopoziomowego podglądania stanu jego działania i ewentualnie możliwości wpłynięcia na działanie programu, z poziomu pulpitu technicznego.

Pracę interaktywną umożliwiła dopiero komunikacja tekstowa, pozwalająca na prowadzenie swego rodzaju dialogu z komputerem, w trakcie jego pracy. Dialogu polegającego na przesyłaniu do komputera poleceń i danych oraz odbieraniu wyników jego działania. Urządzenie umożliwiające taką tekstową komunikację z komputerem nazywamy terminalem.

Podstawowym sposobem wydawania poleceń w systemach typu Unix jest wpisywanie ich w terminalu. Terminal może pracować w trybie tekstowym lub może być uruchomiony (jako tzw. emulator terminala) w trybie graficznym.

1.1 Powłoka

Wprowadzane polecenia interpretowane są przez działający w terminalu program nazywany powłoką (interpreterem poleceń). W terminalu mogą być uruchamiane kolejne (takie same lub różne) interpretery poleceń. Różne interpretery korzystają z różnych składni oraz często różnią się znakiem zachęty (czyli wypisanym tekstem poprzedzającym wprowadzane polecenia).

1.1.1 bash

Bash jest chyba najpopularniejszą powłoką (interpreterem poleceń) systemową w środowiskach linuksowych. Jest zgodny ze składnią z sh, zapewnia m.in. obsługę zmiennych (zasadniczo napisowych) oraz omówionych w dalszej części skryptu znaków uogólniających.

Edycja i historia linii poleceń

Bash, podobnie jak wiele innych interpreterów poleceń (np. Python) umożliwia edycję linii poleceń oraz korzystanie z jej historii.^a Poruszanie się po historii linii poleceń możliwe jest strzałkami góra/dół, wyszu-

kiwanie w historii przy pomocy Ctrl+R. Dostępne jest też polecenie wbudowane history umożliwiające wypisanie całej zapamiętanej historii oraz zarządzanie nią.

Bash pozwala także na dopełnianie nazw poleceń i ścieżek (a po odpowiedniej konfiguracji – pakiet *bash-completion* – także innych argumentów poleceń) przy pomocy tabulatora.

- a. Bash korzysta w tym celu z popularnej biblioteki *GNU Readline* (więcej na jej temat: https://en.wikipedia.org/wiki/GNU_Readline). Biblioteka ta może zostać użyta w kodzie programu do obsługi wejścia, ale może zostać dodana do także zewnętrznie przy pomocy np. `rlwrap`.

1.1.2 screen i tmux

`screen` i `tmux` są tzw. multiplexerami terminala - pozwala na uzyskanie wielu okien konsoli (także np. wyświetlanych jedno obok drugiego) na pojedynczym terminalu. Ponadto pozwalają na odłączanie i podłączanie sesji, co pozwala na łatwe pozostawienie działającego programu po wylogowaniu i powrót do niego później.

1.2 Komendy

Unixowe komendy (czyli polecenia rozumiane przez `bash` lub inny interpreter zgodny z `sh`) składają się z nazwy polecenia oraz opcji i argumentów. Nazwą polecenia może być nazwa funkcji wbudowanej, nazwa programu (znajdującego się w ścieżce wyszukiwania programów) lub pełna ścieżka do programu. Po nazwie polecenia mogą występować opcje i/lub argumenty. Są one oddzielane od nazwy polecenia i od siebie przy pomocy spacji¹. Nie ma silnego rozróżnienia opcji od argumentów, typowo stosowaną konwencją jest rozpoczynanie opcji od pojedynczego myślnika (opcje krótkie - jednoliterowe) lub dwóch myślników (opcje długie). W przypadku stosowania tej konwencji po pojedynczym myślniku może występować kilka bezargumentowych opcji jednoliterowych. Typowo argumenty opcji oddzielane są od nich spacją (w przypadku opcji krótkich) lub znakiem równości (w przypadku opcji długich). Jeżeli któryś z składników komendy (np. argument) zawiera spację należy je zabezpieczyć przy pomocy odwrotnego ukośnika lub ujęcia zawierającego je napisu w apostrofy lub cudzysłowa.

1.3 Uzyskiwanie pomocy

Informację na temat działania danej komendy oraz jej opcji można uzyskać w wbudowanym systemie pomocy przy pomocy poleceń `man` lub `info / pinfo`. Większość poleceń obsługuje także opcje `--help` lub `-h`, które wyświetlają informację na temat ich użycia.

Notacja

Zarówno w tekstach pomocy jak i w tym dokumencie stosowana jest konwencja polegająca na oznaczaniu opcjonalnych argumentów poprzez umieszczanie ich w nawiasach kwadratowych (jeżeli podajemy ten argument do komendy nie obejmujemy go już tymi nawiasami) oraz rozdzielaniu alternatywnych opcji przy pomocy `|`. Np. `a [b] c|d` oznacza iż polecenie `a` wymaga argumentu postaci `c` albo `d`, który może być poprzedzony argumentem `b`.

1.4 more i less

Jeżeli wynik jakiejś komendy nie mieści się na ekranie do jego obejrzenia możemy użyć poleceń `more` lub `less`. Są to programy umożliwiające przeglądanie tekstu ekran po ekranie. `less` posiada większe możliwości od `more` (w szczególności posiada możliwość przeglądanie dokumentu w tył)². Programy te kończą się po

1. zasadniczo dowolnego ciągu białych znaków: spacji, tabulatorów, etc..
2. wybrane przydatne opcje: `-X` nie czyści ekranu przy wychodzeniu z `less`'a (całość historii wyświetlania pliku pozostaje w historii terminala) `-F` automatycznie kończy gdy wyświetlany tekst mieści się na jednym ekranie `-R` przepuszcza surowe sekwencje sterujące terminalem dotyczące kolorów

wciśnięciu klawisza `q`. `less` umożliwia także wyszukiwanie – klawisz `/` pozwala na wprowadzenie szukanej frazy, a `n` na wyszukanie kolejnego wystąpienia. Programy te umożliwiają też wyświetlanie wskazanych jako argumenty plików.

1.5 Przekierowania

Typowo program posiada trzy strumienie danych: jeden wejściowy (`stdin`) i dwa wyjściowe (`stdout` i `stderr`). Standardowe wyjście możemy przekierować na standardowe wejście innego programu przy pomocy `|`, np:

```
ls --help | less
```

Konstrukcja ta przekieruje wynik komendy `ls` uruchomionej z opcją `--help` do komendy `less`.

Możemy także przekierować standardowe wyjście do pliku (przy pomocy `>` lub `>>`, gdy chcemy dopisywać do pliku) lub pobrać standardowe wejście z pliku (przy pomocy `<`). `2>` pozwala na przekierowanie standardowego wyjścia błędu do pliku.

Jeżeli zachodzi potrzeba połączenia obu strumieni możemy użyć `2>&1` w celu przekierowania strumienia drugiego do pierwszego. Następnie możemy użyć `|` aby przekierować połączony strumień do następnej komendy. Jeżeli chcemy przekierować go do pliku połączenie strumieni powinno mieć miejsce po przekierowaniu pierwszego z nich do pliku, np.:

```
ls . NieIstniejącyPlik >log.txt 2>&1
```

Bash pozwala użyć `>&` i `|&`, które przekierowują oba strumienie odpowiednio do pliku lub standardowego wejścia innego polecenia, ale jest to rozszerzenie wykraczające poza standardową składnię `sh`.

1.6 Kod powrotu polecenia oraz łączenie poleceń

Każde uruchamiane polecenie po zakończeniu działania zwraca liczbowy kod powrotu (w przypadku programów w C jest to wartość zwracana z funkcji `main`). Zero oznacza że polecenie zakończyło się sukcesem (np. znaleziono szukane pliki), wartość nie zerowa że zakończyło się porażką (np. nie ma pasujących plików) lub błędem (np. składnia wprowadzonego polecenia była niepoprawna).

Polecenia mogą być łączone na różne sposoby – z wykorzystaniem tej informacji lub nie:

- `a && b` – polecenie `b` wykona się gdy `a` zakończyło się sukcesem (zwróciło kod 0)
- `a || b` – polecenie `b` wykona się gdy `a` zakończyło się porażką lub błędem (zwróciło kod różny od 0)
- `a ; b` – polecenie `b` po zakończeniu polecenia `a` (bez względu na jego kod powrotu)
- `a & b` – polecenie `b` będzie wykonywane równocześnie z `a` (dokładniej polecenie `a` zostanie uruchomione w tle, a na terminal zajmie polecenie `b`)

Spacje w powyższych konstrukcjach są opcjonalne. Średnik i pojedynczy `&` mogą być dodane do polecenia także gdy nie ma kolejnego w ciągu:

- `a&` uruchomi polecenie `a` w tle i odda linię poleceń,
- `a;` uruchomi polecenie `a` (dokładnie tak samo jakby nie było tego średnika).

1.7 Katalog roboczy

System plików ma strukturę hierarchiczną (drzewiastą) i rozpoczyna się w korzeniu oznaczanym ukośnikiem: `/`. Możliwe jest wyrażanie wszystkich ścieżek od korzenia, jednak nie jest to zbyt wygodne. Interpreter poleceń taki jak `bash` potrafi znajdować się gdzieś w tej strukturze plików i miejsce to nazywane jest bieżącym katalogiem roboczym (*Present Working Directory*). Względem niego będą wyrażane ścieżki nie zaczynające się od korzenia, może być też oznaczony jawnie przy pomocy pojedynczej kropki.

- `cd [ścieżka]` zmiana bieżącego katalogu, warto zauważyć, iż katalogi w ścieżce oddzielamy ukośnikami `/`, bieżący katalog oznaczamy kropką `.`, nadrzędny oznaczamy dwiema kropkami `..`, ścieżki zaczynające się od ukośnika `/` oznaczają *ścieżki bezwzględne* (od korzenia systemu plików),

pozostałe oznaczają *ścieżkę względną* (wyrażoną względem bieżącego katalogu), katalog domowy oznacza się tyldą ~

- pwd wyświetla ścieżkę do bieżącego katalogu

1.8 vi i vim

vi jest chyba najbardziej zaawansowanym edytorem, którego obecność gwarantuje standard POSIX³. vim jest mocno rozbudowanym jego klonem, oferującym bardzo zaawansowane funkcjonalności, powszechnie stosowanym jako zamiennik oryginalnego vi. vim obsługuje 3 podstawowe tryby pracy: komend (służący do wydawania opisanych niżej poleceń), wizualny (służący do zaznaczania i wydawania niektórych komend), edycji (wstawiania/nadpisywania - służący do wprowadzania tekstu). Podstawowa klawiszologia:

- przełączanie pomiędzy trybami:
 - Esc powrót do trybu komend
 - i tryb wstawiania; A tryb wstawiania ze skokiem na koniec linii, o / O tryb wstawiania ze wstawieniem nowej linii po / przed bieżącą
 - R tryb zastępowania
 - Insert zmiana trybu wstawiania i zastępowania
 - v tryb wizualny (umożliwia zaznaczenie przy pomocy strzałek); ctrl+v tryb wizualny blokowy, V tryb wizualny liniowy
 - :set paste włącza :set nopaste wyłącza tryb wklejania (nie będzie działać automatyczne formatowanie itp.)
 - gv ponawia ostatnie zaznaczenie trybu wizualnego
- wycinanie i kopiowanie:
 - y skopiuj; d - wytnij (skopiuj i usuń) po y, d można podać np. 20l lub 20[strzałka w prawo] co oznacza 20 kolejnych znaków, 2w oznacza dwa słowa (więcej o takich punktach skoku poniżej)
 - x wytnij (skopiuj i usuń) znak (może być poprzedzone ilością znaków do wycięcia); wielkie X działa analogicznie, tyle że w tył
 - yy skopiuj linię; dd - wytnij (skopiuj i usuń) w obu wypadkach może być poprzedzone ilością linii do skopiowania/wycięcia
 - p wkleja po; P - wkleja przed
 - komendy kopiowania i wklejania mogą być poprzedzone jedno-znakową nazwą rejestru w którym umieszczane są dane (poprzedzamy ją znakiem " i podajemy przed licznikiem, np. "a3dd wytnie do rejestru a 3 linie), część rejestrów jest używana automatycznie, a niektóre są tylko do odczytu, podgląd aktualnej zawartości rejestrów możliwy jest przy pomocy komendy :registers
- wyszukiwanie, zastępowanie, skok do linii:
 - / szukanie w przód, ? szukanie w tył; * szukanie w przód słowa pod kursorem, # szukanie w tył słowa pod kursorem
 - n wyszukanie następnego wystąpienie; N wyszukanie poprzedniego wystąpienie
 - G przejście do wskazanej linii, numer podajemy przed G, 0 oznacza ostatnią linię w pliku, więc 0G spowoduje przejście do niej
 - :[zakres]s@regex@napis@[g] wyszukaj i zastąp wyrażenie regularne regex przez napis; zakres może być:
 - * numerem linii,
 - * przedziałem z numerami linii postaci pierwsza,ostatnia, gdzie: . oznacza bieżącą linię,

3. IEEE Std 1003.1-2017 (The Open Group Base Specifications Issue 7, 2018 edition), XCU part <https://pubs.opengroup.org/onlinepubs/9699919799/>

\$ oznacza ostatnią linię w pliku, wartość numeryczna poprzedzona + oznacza tyle kolejnych linii od bieżącej, a poprzedzona - przed bieżącą,

* znakiem % (co oznacza cały plik),

* zakresem zaznaczonym w trybie wizualnym;

podanie opcji g powoduje zastępowanie wszystkich wystąpień a nie tylko pierwszego; znak @ pełni rolę separatora i może zostać zamiast niego użyty inny znak

- otwieranie, zapisywanie, zamykanie plików:

- :e ścieżka otwarcie wskazanego pliku

- :w zapis (można także podać ścieżkę pod jaka ma zostać zapisany plik)

- :q wyjście

- :q! wyjście bez zapisywania

- :wq zapis i wyjście

- przełączanie się między otwartymi plikami i oknami:

- :n następny plik; :N poprzedni plik

- :split poziomy podział okna; :vs pionowy podział okna; Ctrl+W a następnie strzałka - przełączanie między oknami

- cofanie i ponawianie edycji:

- u, :undo cofa ostatnią operację

- Ctrl+r, :redo ponawia cofniętą operację

- punkty skoku (mogą być używane jako polecenia do poruszania się lub jako adresy w poleceniach takich jak d, y):

- l / h / k / j jeden znak/linię w prawo / lewo / górę / dół (działa tak jak strzałki)

- O / ^ / \$ początek linii / początek tekstu w linii, koniec linii

- w / b / e następne słowo / poprzednie słowo / koniec słowa; wielkie W / B / E działa analogicznie, różni się traktowaniem spacji przy słowie

- f / F następny / poprzedni znak podany po tej komendzie, włącznie z nim (np. dfX usunie wszystko do najbliższego wystąpienia X wraz z tym X); t / T działa analogicznie, tyle wyłącza podany znak

- poprzedzenie powyższych komend liczbą powoduje powtórzenie ich tyle razy - np. 10l - 10 znaków w prawo, 3F: - trzeci dwukropek w lewo

- punktem skoku jest też wyżej opisane polecenie G poprzedzane numerem linii do której ma się odbyć skok

- punktem skoku mogą być także swobodnie umieszczane z dokumencie zakładki identyfikowane pojedynczym znakiem:

- * m i następie znak ją identyfikujący - utworzenie zakładki w miejscu kursora (np. ma - utworzy zakładkę a)

- * ` (backtick) / ' (apostrof) skok do zakładki / linii z zakładką podaną po tej komendzie

- * :marks - lista zakładek; :delmarks / :delmarks! - usunięcie zakładki / usunięcie wszystkich nie automatycznych zakładek

- inne:

- :r plik, wstawienie zawartości pliku

- :%!xxd pokazanie wartości numerycznych i umożliwienie edycji pliku jako binarnego;

- :%!xxd -r powrót do normalnej edycji

- > / < zwiększanie / zmniejszanie wcięcia zaznaczonego (w trybie wizualnym) tekstu
- zc zwija bieżący blok, zC zwija bieżący blok aż do najwyższego poziomu, zo rozwija bieżące zwinięcie, zO rozwija rekurencyjnie bieżące zwinięcie, zR rozwija wszystkie zwinięcia w dokumencie
- :set wrap włącza :set nowrap wyłącza zawijania linii w podglądzie

Zadanie 1.8.1

Przy pomocy edytora *vim* otwórz plik `/etc/passwd` i zastąp wszystkie wystąpienia `bin` przez `XYZ`. Nie zapisuj pliku.

2 Operacje na systemie plików

2.1 echo i znaki uogólniające

Polecenie `echo` służy do wypisania przekazanych do niego argumentów na ekran – np. `echo abc xyz` wypisze `abc xyz`. Polecenie to może zostać użyte także do wypisania plików pasujących do jakiegoś wzorca np. `echo a*` wypisze pliki zaczynające się literą `a`.

Dzieje się to dzięki obsłudze przez powłokę *znaków uogólniających*, które mogą być użyte w napisach i zostaną rozwinięte przez powłokę do listy pasujących ścieżek lub nazw plików. Podstawowymi znakami uogólniającymi powłoki są:

- `?` oznaczający dowolny znak
- `*` oznaczający dowolny (także pusty) ciąg znaków
- `[a-z AD]` oznaczający dowolny znak z wymienionych w zbiorze ujętym w nawiasach kwadratowych, zbiór może być definiowany z użyciem zakresów, np. `a-z AD` oznacza dowolną małą literę od `a` do `z` włącznie, spację, dużą literę `A` lub `D`
- `[!a-z]` oznaczający dowolny znak z wyjątkiem znaków wymienionych w podanym zbiorze, zbiór może być definiowany z użyciem zakresów, np. `a-z` oznacza dowolną małą literę od `a` do `z` włącznie

Warto zwrócić uwagę że sama gwiazdka nie dopasowuje plików ukrytych (zaczynających się od kropki), czyli np. `echo *` wypisze wszystkie pliki w bieżącym katalogu, z wyjątkiem tych których pierwszym znakiem w nazwie jest kropka. Aby je wypisać możemy użyć `echo .*` lub (gdy chcemy pominąć kropkę i dwie kropki, będące specjalnymi dwożkami do bieżącego i nadrzędnego katalogu): `echo .[*]`

Napisy (a więc także ścieżki i nazwy plików) mogą być ujęte w cudzysłowie pojedynczym (`'`, np. `'aaa bbb'`) lub podwójnym (`"`, np. `"aaa bbb"`) celem np. ochrony spacji w nich występujących. Oba typy cudzysłowów zabezpieczają przed rozwijaniem znaków uogólniających (zastępowaniem napisu ze znakami listą pasujących nazw / ścieżek). Cudzysłów pojedynczy (w odróżnieniu od podwójnego) zabezpiecza także przed interpretacją umieszczonych wewnątrz innych znaków specjalnych takich jak odwołania do zmiennych.

Listowanie plików jest operacją na tyle istotną i użyteczną że istnieje do tego dedykowane polecenie – `ls`. Pozwala ono na m.in. wypisywanie szczegółowych informacji o plikach, listowanie całej zawartości katalogu, sortowanie wyników itd. Należy jednak pamiętać że rozwijaniem znaków uogólniających (czyli zamianą napisu je zawierającego na listę plików) dla polecenia `ls` zajmuje się powłoka (czyli np. `bash`) – tak samo jak dla polecenia `echo` – gdyż sama komenda `ls` nie rozumie znaków uogólniających. Kilka przykładów:

- pliki z jednoznakową nazwą: `ls ?`
- pliki zaczynające się od znaku zapytania: `ls \?*` lub `ls '?*`
- pliki nie zaczynające się od `a`: `ls [!a]*`
- pliki mające w nazwie literę `b`: `ls *b*`
- pliki mające w nazwie literę `a` lub `b`: `ls *[ab]*`
- pliki zaczynające się od liter `a,b,c,d`: `ls [a-d]*`

- pliki ukryte (wliczając bieżący i nadrzędny katalog): `echo .*`

2.2 listowanie i wyszukiwanie plików

- `ls [opcje] [ścieżka]` listowanie zawartości katalogu, do ważniejszych opcji należy zaliczyć:
 - a wyświetlaj pliki ukryte (zaczynających się od kropki)
 - l wyświetlaj pliki w formie listy z szczegółowymi informacjami (uprawnienia, rozmiar, data modyfikacji, właściciel, grupa, rozmiar)
 - 1 wyświetlaj pliki w formie 1 plik w jednej linii (bez dodatkowych informacji; stosowane domyślne gdy wynik komendy przekazywany jest strumieniem do innej komendy lub pliku)
 - h stosuj jednostki typu k, M, G zamiast podawać rozmiar w bajtach
 - t sortuj wg daty modyfikacji
 - S sortuj wg rozmiaru
 - r odwróć kolejność sortowania
 - c użyj daty utworzenia zamiast daty modyfikacji (stosowane w połączeniu z -l i/lub -t)
 - d wyświetlaj informacje o katalogu zamiast jego zawartości
- `find [opcje] [katalog startowy] [wyrażenie]` wyszukiwanie w systemie plików w oparciu o nazwę/ścieżkę lub właściwości pliku, do ważniejszych opcji należy zaliczyć:
 - P wypisuj informacje o linkach symbolicznych a nie plikach przez nie wskazywanych (domyślne)
 - L wypisuj informacje o wskazywanych przez linki symboliczne plikach
 do ważniejszych elementów wyrażenia należy zaliczyć:
 - name "wyrażenie" pliki których nazwa pasuje do wyrażenia korzystającego z shellowych znaków uogólniających
 komenda `find` (w odróżnieniu np. od `ls`) samodzielnie interpretują wyrażenia zawierające shellowe znaki uogólniające, w związku z czym konieczne może się okazać zabezpieczenie ich przed interpretacją przez powłokę np. przy pomocy umieszczenia wewnątrz pojedynczych cudzysłówów
 - iname "wyrażenie" jak -name, tyle że nie rozróżnia wielkości liter
 - path "wyrażenie" pliki których ścieżka pasuje do wyrażenia korzystającego z shellowych znaków uogólniających
 - ipath "wyrażenie" jak -path, tyle że nie rozróżnia wielkości liter
 - regex "wyrażenie" pliki których ścieżka pasuje do wyrażenia regularnego
 - iregex "wyrażenie" jak -regex, tyle że nie rozróżnia wielkości liter
 warunek `-o` warunek łączy warunki sumą logiczną „OR” (zamiast domyślnego iloczynu logicznego „AND”)
 - ! warunek negacja warunku
 - mtime [+|-]n pliki których modyfikacja odbyła się n*24 godziny temu
 - mmin [+|-]n pliki których modyfikacja odbyła się n minut temu
 - ctime [+|-]n pliki które zostały utworzone n*24 godziny temu
 - cmin [+|-]n pliki które zostały utworzone n minut temu
 - size [+|-]n[c|k|M|G] pliki których rozmiar wynosi n (c - bajtów, k - kilobajtów, M - Megabajtów, G - gigabajtów)
 w powyższych testach *+* oznacza więcej niż, *-* oznacza mniej niż, uwaga: porównywaniu podlegają liczby całkowite, np. *+1* oznacza > 1 w liczbach całkowitych tzn. ≥ 2
 - exec polecenie `\{\}` \; dla każdego znalezionej pliku wykonaj polecenie podstawiając ścieżkę do tego pliku pod `\{\}` (zastosowane odwrotne ukośniki służą zabezpieczeniu nawiasów klamrowych i średnika przed zinterpretowaniem ich przez powłokę)
 - execdir polecenie `\{\}` \;; podobnie jak -exec tyle że polecenie zostanie uruchomione w katalogu w którym znajduje się wyszukany plik
- `du [opcje] ścieżka1 [ścieżka2 [...]]` wyświetlanie informacji o zajętej przestrzeni dyskowej przez wskazane pliki / katalogi, do ważniejszych opcji należy zaliczyć:
 - s podaje łączną ilość zajętego miejsca dla każdego argumentów (zamiast wypisywać rozmiar każdego

pliku)

-c podaje łączną ilość zajętego miejsca dla wszystkich argumentów

-h stosuje jednostki typu k, M, G

podawany rozmiar może się różnić (w obie strony) od wyniku ls: ls podaje rozmiar pliku (ile zawiera informacji lub ile zostało zadeklarowane że może jej zawierać), a du to ile zajmuje na dysku

- df [opcje] wyświetlanie informacji o zajętości miejsca na poszczególnych systemach plików

Należy zwrócić uwagę iż komenda find potrafi sama rozwijać znaki uogólniające⁴ i w przypadku argumentów opcji takich jak np. -name na ogół chcemy aby znaki uogólniające nie były rozwijane przez powłokę, a interpretowane przez samą komendę find – w tym celu powinniśmy je zabezpieczyć przed rozwinięciem przy pomocy cudzysłowów.

Warto zauważyć także, że jeżeli komenda ls w wyniku rozwinięcia znaków uogólniających dostanie jako argument ścieżkę do katalogu to wylistuje jego zawartość (zachowanie to zmienia opcja -d).

Zadanie 2.2.1

Wyświetlić nazwy (mogą być wraz z pełną ścieżką) wszystkich plików i katalogów znajdujących się bezpośrednio w /etc/ których druga litera to a natomiast trzecia to p lub s.

Wskazówka: to zadanie nie wymaga stosowania find.

Zadanie 2.2.2

Wyszukaj (rekurencyjnie) wszystkie pliki w katalogu /etc/ zmodyfikowane w przeciągu ostatnich 48 godzin.

Zadanie 2.2.3

Wyświetl nazwy (bez ścieżki) plików i katalogów znajdujących się (bezpośrednio) w /etc/, których nazwa zaczyna się literą p (jak w zadaniu 4.0.2). Zadanie rozwiąż korzystając jedynie z poleceń cd i ls (oczywiście rozwiązanie może składać się z sekwencji poleceń, możesz też użyć innych argumentów i/lub opcji niż podane w zadaniu 4.0.2).

Zadanie 2.2.4

Zmodyfikuj rozwiązanie zadania 2.2.2 tak aby wyświetlać szczegóły (w tym datę modyfikacji) dla wyszukiwanych plików.

2.3 kopiowanie, przenoszenie, usuwanie, ...

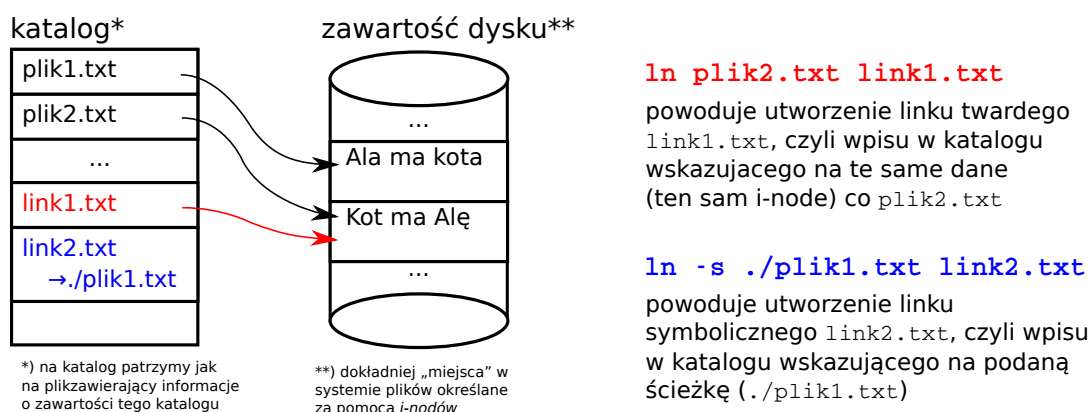
- cp [opcje] źródło1 [źródło2 [...]] cel kopiuje wskazany plik (lub pliki) do wskazanej lokalizacji, w przypadku kopiowania wielu plików cel powinien być katalogiem, do ważniejszych opcji należy zaliczyć:
 - r pozwala na (rekursywne) kopiowanie katalogów
 - a podobnie jak -r, dodatkowo zachowując atrybuty plików
 - l zamiast kopiować tworzy twarde dowiązania (hard links)
 - s zamiast kopiować tworzy linki symboliczne do plików
 - f nadpisywanie bez pytania
 - i zawsze pytaj przed nadpisaniem
- ln źródło1 [źródło2 [...]] cel tworzy link (domyślnie „twardy”) do wskazanego pliku (lub plików) w wskazanej lokalizacji, w przypadku wskazania wielu plików źródłowych cel powinien być

4. W przypadku argumentów niektórych z jej opcji. W przypadku określania katalogu startowego find zachowuje się jak inne komendy (np. ls) dla których znaki uogólniające musi rozwijać powłoka. Na przykład jeżeli chemy przeszukać wszystkie katalogi zaczynające się na a w poszukiwaniu plików zaczynających się na b to należy wykonać: find a* -name "b*", a nie find "a*" -name "b*" czy find a* -name b*, itd.

katalogiem, do ważniejszych opcji należy zaliczyć:

-s tworzy dowiązania symboliczne (wskazujące na ścieżkę do oryginalnego pliku) zamiast twardych (wskazujących na te same dane co oryginalny plik)

-r używa ścieżki względnej zamiast bezwzględnej przy tworzeniu dowiązań symbolicznych



Link twardy jest innym uchwytem do tych samych danych i może być używany także po skasowaniu oryginalnego pliku. Liczbę dowiązań do danego pliku pokazuje m.in. komenda `ls` z opcją `-l`. Nie można utworzyć linków twardych do katalogów, ani do plików na innym zasobie dyskowym (innym systemie plików).

Link symboliczny wskazuje na konkretną ścieżkę (względną lub bezwzględną – co może mieć znaczenie przy przenoszeniu takiego linku) do dowolnego (nawet nie istniejącego – wtedy mówimy o zerwanym linku) pliku lub katalogu.

- `mv [opcje] źródło1 [źródło2 [...]] cel` przenosi wskazane pliki / katalogi do wskazanej lokalizacji, w przypadku przenoszenia wielu plików cel powinien być katalogiem, do ważniejszych opcji należy zaliczyć:
 - f nadpisywanie bez pytania
 - i zawsze pytaj przed nadpisaniem
- `rm [opcje] ścieżka1 [ścieżka2 [...]]` usuwa wskazane pliki, do ważniejszych opcji należy zaliczyć:
 - r pozwala na (rekursywne) kasowanie katalogów wraz z zawartością
 - f usuwanie bez pytania
 - i zawsze pytaj przed usunięciem
- `mkdir [opcje] ścieżka1 [ścieżka2 [...]]` tworzy wskazane katalogi, do ważniejszych opcji należy zaliczyć:
 - p pozwala na tworzenie całej ścieżki a nie tylko ostatniego elementu, nie zgłasza błędu gdy wskazany katalog istnieje

Zadanie 2.0.1

Utworzyć w katalogu `/tmp` linki symboliczne `l11` i `l12` wskazujące na `/etc/passwd` odpowiednio poprzez ścieżkę bezwzględną i względną.

2.1 struktura katalogów

Systemy unix'owe posiadają drzewiasty system plików zaczynający się w katalogu głównym oznaczanym przez ukośnik (`/`), w którym zamontowany jest główny system plików (rootfs), inne systemy plików mogą być montowane w kolejnych katalogach. Do najistotniejszych katalogów należy zaliczyć:

- `/bin` zawierający pliki wykonywalne podstawowych programów
- `/sbin` zawierający pliki wykonywalne podstawowych programów administracyjnych
- `/lib` zawierający pliki podstawowych bibliotek
- `/usr` zawierający oprogramowanie dodatkowe (wewnętrznie ma podobną strukturę do głównego - tzn. katalogi `/usr/bin`, `/usr/sbin`, `/usr/lib`, itd)

- /etc zawierający konfiguracje ogólnosystemowe
- /var zawierający dane programów i usług (takie jak kolejka poczty, harmonogramy zadań, bazy danych)
- /home zawierający katalogi domowe użytkowników (często montowany z innego systemu plików, dlatego też root ma swój katalog domowy w /root, aby był dostępny nawet gdy takie montowanie nie doszło do skutku)
- /tmp zawierający pliki tymczasowe (typowo czyszczony przy starcie systemu); w Linuxie występuje też /run przeznaczony do trzymania danych tymczasowych działających usług takich jak numery pid, blokady, itp
- /dev zawierający pliki reprezentujące urządzenia; w Linuxie występuje też /sys zawierający informacje i ustawienia dotyczące m.in. urządzeń
- /proc zawierający informacje o działających procesach (w Linuxie także interfejs konfiguracyjny dla wielu parametrów jądra)

Pliki i katalogi których nazwa rozpoczyna się od kropki traktowane są jako pliki ukryte.

Z punktu widzenia programisty czy też użytkownika (prawie) wszystko jest plikiem, których istnieją różne rodzaje (zwykły plik, katalog, urządzenie znakowe, urządzenie blokowe, link symboliczny, kolejka FIFO, ...); pewnym wyjątkiem są urządzenia sieciowe (które nie mają reprezentacji w systemie plików (ale gniazda związane z nawiązanymi połączeniami obsługuje się zasadniczo tak jak pliki).

3 Praca zdalna

3.1 powłoka zdalna

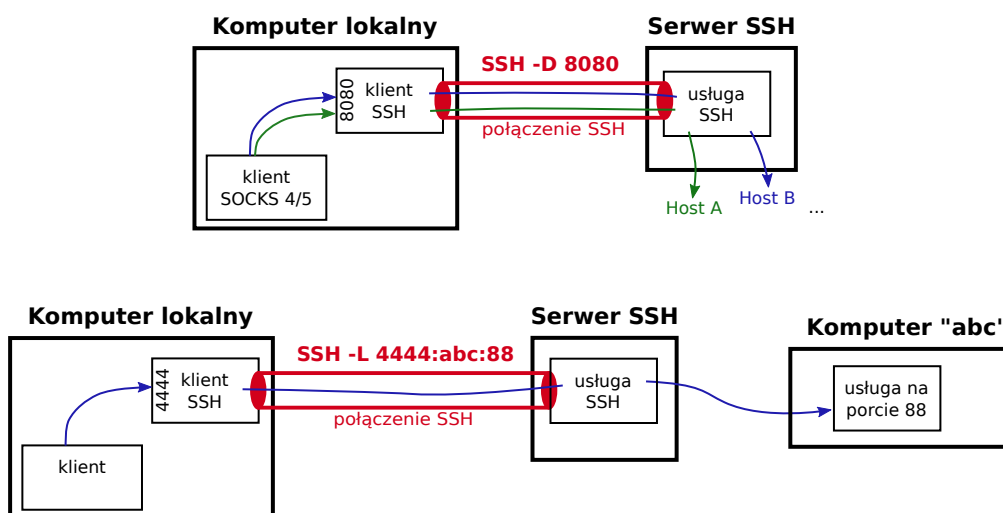
Komenda `ssh [user@]host` umożliwia uzyskanie powłoki zdalnego systemu poprzez szyfrowane połączenie, przydatne opcje:

-L portLokalny:hostZdalny:portZdalny tworzy tunel przekierowujący dane kierowane na portLokalny komputera na którym działa klient ssh do portu portZdalny na serwerze hostZdalny poprzez serwer SSH (przydatne gdy hostZdalny jest osiągalny z hostSSH ale nie z komputera lokalnego)

-D port tworzy tunel dynamiczny na wskazanym porcie (może on być użyty jako proxy typu SOCKS np. w Firefoxie w celu zapewnienia dostępu do zasobów WWW dostępnych z serwera SSH a niedostępny z komputera lokalnego)

-p port określa inny niż domyślny port serwera SSH

-X aktywuje przekazywanie komend X serwera ze strony zdalnej do klienta (pozwala na uruchomienie po stronie zdalnej aplikacji z GUI, które zostanie wyświetlone na lokalnym X serwerze)



3.2 zdalne kopiowanie

Najprostszą metą kopiowania plików pomiędzy różnymi systemami jest wykorzystanie do tego ssh, typowo robi się to na jeden z kilku sposobów:

- poleceniem `scp [opcje] źródło1 [źródło2 [...]] cel`, które kopiuje wskazany plik (lub pliki) do wskazanej lokalizacji, w przypadku kopiowania wielu plików cel powinien być katalogiem, do ważniejszych opcji należy zaliczyć:
 - r pozwala na (rekursywne) kopiowanie katalogów
 - P port określa port SSHW odróżnieniu od `cp` źródło lub cel w postaci `[user@]host:[ścieżka]` wskazują na zdalny system dostępny poprzez SSH.
- poleceniem `rsync [opcje] źródło cel`, które kopiuje (synchronizację) pliki i drzewa katalogów (zarówno lokalnie jak i zdalnie), do ważniejszych opcji należy zaliczyć:
 - r pozwala na (rekursywne) kopiowanie katalogów
 - l kopiuje linki symboliczne jako linki symboliczne (zamiast kopiowania zawartości pliku na który wskazują)
 - t zachowuje czas modyfikacji plików
 - u kopiuje tylko gdy plik źródłowy nowszy niż docelowy
 - c kopiuje tylko gdy plik źródłowy i docelowy mają inne sumy kontrolne
 - delete usuwa z docelowego drzewa katalogów elementy nie występujące w drzewie źródłowym
 - e 'ssh' pozwala na kopiowanie na/z zdalnych systemów za pośrednictwem ssh, źródło lub cel w postaci `[user@]host:[ścieżka]` wskazują na zdalny system --partial --partial-dir=".--tmp-" zachowuje skopiowane częściowo pliki w katalogu `.-tmp-` (pozwala na przerwanie i wznowienie transferu pliku)
 - progress pokazuje postęp kopiowania
 - exclude="wzorzec" pomija (w kopiowaniu i kasowaniu) pliki pasujące do wzorzec (wzorzec może zawierać znaki uogólniające powłoki)
 - n symuluje pracę (pokazuje co zostałyby skopiowane, ale nie kopiuje)
- stosując `sshfs [opcje] host:ścieżka`, który montuje zdalny system plików z użyciem FUSE (filesystem in userspace) oraz SSH, do ważniejszych opcji należy zaliczyć:
 - p port określa inny niż domyślny port serwera SSH
 - o workaroud=rename, który zapewnia poprawne mv na istniejący plik
- złożonego polecenia opartego na przekierowaniu wyjścia jakiejś komendy do ssh, które uruchamia po zdalnej stronie proces odbierający te dane na swoim standardowym wejściu, np.:
 - `tar -czf - ścieżka1 [ścieżka2 [...]] | ssh [user@]host 'cat > plik.tgz'`
archiwizuje wskazane pliki/katalogi bezpośrednio na zdalny system z użyciem tar i kompresji gzip do pliku plik.tgz
 - `tar -cf - ścieżka1 [ścieżka2 [...]] | ssh [user@]host 'tar -xf - -C cel'`
kopiuje wskazane pliki/katalogi na zdalny system z użyciem tar do katalogu cel

4 Operacje na zawartości plików

4.1 grep i wyrażenia regularne

Polecenie `grep [opcje] wyrażenie [plik1 [plik2 [...]]]` wyszukuje pasujące do wyrażenia regularnego wyrażenie linie w plikach, przydatne opcje:

-v zamiast pasujących wypisz nie pasujące

-i ignoruj wielkość liter

-a przetwarzaj pliki binarne jak tekstowe

-E korzystaj z „*Extended Regular Expressions*” (ERE) zamiast „*Basic Regular Expressions*” (BRE)

- P korzystaj z „*Perl-compatible Regular Expressions*” (PCRE) zamiast „*Basic Regular Expressions*” (BRE)
- r rekursywnie przetwarzaj podane katalogi wyszukując w wszystkich znalezionych plikach
- R jak -r, ale zawsze podąża za linkami symbolicznymi
- exclude="wyrażenie" pominięte pliki pasujące do wyrażenia (może zawierać znaki uogólniające powłoki)
- l wypisuje pliki z pasującymi liniami
- L wypisuje pliki z bez pasujących linii
- f wczytaj wyrażenia z podanego pliku
- e może być użyta do poprzedzenia wyrażenia (przydatne zwłaszcza jeżeli chcemy podać kilka)

Wyrażenia regularne⁵ konstruuje się w oparciu o następujące znaki specjalne:

- .
- [a-z] - znak z zakresu
- [^a-z] - znak z poza zakresu (aby mieć zakres z ^ należy dać go nie na początku)
- ^ - początek napisu/linii
- \$ - koniec napisu/linii
- *
- ? - 0 lub jedno powtórzenie
- + - jedno lub więcej powtórzeń
- {n,m} - od n do m powtórzeń
- () - pod-wyrażenie (może być używane dla powtórzeń, a także referencji ↪ wstecznych)

Występowanie przełączników -E i -P wiąże się z ewolucją składni wyrażeń regularnych przy jednoczesnym zachowywaniu kompatybilności z poprzednimi wersjami polecenia grep. Jeżeli coś było traktowane jako zwykły znak nie mogło się tak po prostu stać znakiem specjalnym i należało zastosować zabezpieczenie przy pomocy odwrotnym ukośnikiem lub wybór innego wariantu składni przy pomocy odpowiedniej opcji. W efekcie grep '`^\.? $`' to to samo co grep -E '`^\.? $`', a grep '`^\.? $`' to to samo co grep -E '`^\.? $`'.

4.2 sed i inne narzędzia przetwarzania tekstów

- sed [opcje] [pliki] edytuje plik zgodnie z podanymi poleceniami, przydatne opcje:
 - e "polecenie" - wykonuj na pliku polecenie (może wystąpić wielokrotnie celem podania wielu poleceń)
 - f "plik" - wczytaj polecenia z pliku plik
 - E - używaj rozszerzonych wyrażeń regularnych
 - i - modyfikuj podany plik zamiast wypisywać zmieniony na stdout
 - n - wyłącza domyślne wypisywanie linii, wypisanie musi być wykonane jawnie poleceniem p przydatne polecenia:
 - s@regexp@napis@[g] - wyszukaj dopasowania do wyrażenia regularnego regexp i zastąp je przez napis, podanie opcji g powoduje zastępowanie wszystkich wystąpień a nie tylko pierwszego, znak @ pełni rolę separatora i może zostać zamiast niego użyty inny znak
 - y@zbiór1@zbiór2@ - zastąp znaki z zbiór1 znakami odpowiadającymi im pod względem kolejności znakami z zbiór2, znak @ pełni rolę separatora i może zostać zamiast niego użyty inny znak
 - możliwe jest też m.in. adresowanie linii na których ma być wykonywana operacja, np: 0,/regexp/s@regexp@napis@ wykona polecenie s na liniach od początku pliku do linii pasującej do wyrażenia regularnego regexp, czyli zastąpi tylko pierwsze wystąpienie w pliku
- Sed jest dość rozbudowanym narzędziem stanowiącym praktycznie coś na kształt interpretera języka

5. Podana składnia dotyczy „*Extended Regular Expressions*”, przy BRE niektóre z znaków sterujących wymagają zabezpieczenia odwrotnym ukośnikiem.

programowania (o trochę dziwnej składni) i nie ogranicza się jedynie do prostych przypadków zaprezentowanych w tym skrypcie. Wiele przykładów użytecznych skryptów sed'owych można znaleźć w spisie dostępnym pod adresem: <http://sed.sf.net/sed1line.txt>.

- `tail [opcje] [plik]` wyświetla ostatnie linie pliku, przydatne opcje:
 - n x określa że ma zostać wyświetlone x ostatnich linii
 - f uruchamia dopisywania (gdy do pliku zostaną dopisane nowe linie tail je wyświetli)
- `head [opcje] [plik]` wyświetla początkowe linie pliku, przydatne opcje:
 - n x określa że ma zostać wyświetlone x pierwszych linii
- `diff ścieżka1 ścieżka2` porównuje pliki lub katalogi (w przypadku tych drugich porównuje ze sobą pliki o takich samych nazwach oraz zgłasza fakt występowania pliku tylko w jednym z katalogów), przydatne opcje:
 - r rekursywnie przetwarzaj podane katalogi
 - u wypisuje różnice w formacie "unified"
 - c wypisuje różnice w formacie "context"
- `vimdiff ścieżka1 ścieżka2` porównuje pliki wyświetlając je jeden obok drugiego (podobnie jak `diff` z opcją `-y`), pozwalając jednak na edycję tych plików
- `patch` stosuje plik łat (wynik `diff'a`) w celu zmodyfikowania plików, typowo:
`patch -pn < plik.diff` co powoduje zastosowanie zmian opisanych w `plik.diff` na plikach w bieżącym katalogu, `n` określa ilość poziomów ścieżek podanych w pliku łat które mają zostać zignorowane
- `sort [plik]` sortuje linie w wskazanym pliku, przydatne opcje:
 - n traktuj liczby jako wartości numeryczne a nie napisy
 - i ignoruj wielkość liter
 - r odwróć kolejność sortowania
 - k n sortuj wg kolumny n
 - t sep kolumny rozdzielane są przy pomocy separatora sep
- `cut [opcje] [pliki]` wybiera z pliku zadany zestaw kolumn, przydatne opcje:
 - f nnn wypierz kolumny określone przez nnn (np. 1,3-4,6- oznacza kolumnę 1, kolumny od 3 do 4 i od 6, a -3 oznacza 3 pierwsze kolumny)
 - d sep kolumny rozdzielane są przy pomocy separatora sep (musi być pojedynczym jedno bajtowym znakiem, aby ominąć to ograniczenie należy skorzystać z `awk`)
- `paste` łączy (odpowiadające sobie pod względem numerów) linie z dwóch plików
- `join` łączy linie z dwóch plików w oparciu o porównanie wskazanego pola
- `comm` porównuje dwa posortowane pliki pod względem unikalności linii (może wypisać wspólne lub występujące tylko w jednym z plików)
- `uniq` usuwa powtarzające się linie z posortowanego pliku, przydatne opcje:
 - c wypisz liczbę powtórzeń
 - d wypisz tylko linie z 2 lub więcej wystąpieniami
 - u wypisz tylko linie z 1 wystąpieniem

Zadanie 4.0.1

Wyświetl plik `/etc/passwd` z zastąpionym `false` przez `FALSE`.

Zadanie 4.0.2

Polecenie `ls -ld /etc/p*` wyświetla pełne ścieżki do plików i katalogów, znajdujących się (bezpośrednio) w `/etc/`, których nazwa zaczyna się literą `p`. Przekieruj standardowe wyjście tej komendy do takiego ciągu poleceń aby uzyskać tylko nazwy tych plików (bez ścieżki).

Zadanie 4.0.3

Napisz polecenie które wyszuka wszystkie wystąpienia napisu nameserver w plikach znajdujących się w katalogu /etc (wraz z jego podkatalogami).

5 Użytkownicy, uprawnienia i procesy

5.1 Uprawnienia do plików

Podstawowe unixowe uprawnienia do plików składają się z trzech członów: uprawnienia dla właściciela (u), grupy (g) i pozostałych użytkowników (o). W każdym z członów mogą być przyznane uprawnienia do czytania (r), pisania (w) i wykonywania (x); w odniesieniu do plików jest to intuicyjne (uprawnienie do wykonywania jest potrzebne do uruchomienia programów), natomiast w stosunku do katalogów wygląda to następująco: uprawnienia do czytania pozwalają na listowanie zawartości, do wykonania pozwalają na dostęp, do zawartości katalogu (wejścia do niego) do pisania na tworzenie nowych obiektów wewnątrz niego i zmienianie nazw istniejących.

Rozszerzeniem podstawowych uprawnień opisanych powyżej jest mechanizm Filesystem Access Control List (ACL, fACL).

Jest on opcjonalnym mechanizmem który (na wspierających go systemach plików) pozwala na definiowanie indywidualnych uprawnień do pliku dla poszczególnych użytkowników i grup – plik ma nadal swojego właściciela, grupę i wszystkich pozostałych, ale przed prawami dla "others" wchodzi prawa użytkowników i grup definiowanych w ACL. Wypadkowe prawa obliczane są jako suma wyniku z praw użytkownika i grup do których należy.

ACL pozwala ponadto definiować uprawnienia domyślne dla nowo powstałych plików w katalogu (są one opcją katalogu).

Wszystkie poniższe komendy przyjmują opcję -R powodującą rekursywne wykonywanie zmian na drzewku katalogów/plików rozpoczynającym się w podanej ścieżce.

- chown [opcje] właściciel ścieżka zmiana właściciela pliku
- chgrp [opcje] grupa ścieżka zmiana grupy do której należy plik pliku
- chmod [opcje] uprawnienia ścieżka zmiana prawa dostępu do pliku(ów)
- getfacl [opcje] [ścieżka] odczyt uprawnień związanych z listami kontroli dostępu fACL
- setfacl [opcje] [ścieżka] ustawianie uprawnień związanych z listami kontroli dostępu fACL

☺ Dodatkowo należy wspomnieć też o poleceniach takich jak:

- lsattr / chattr wyświetla / modyfikuje atrybuty plików związanych z systemem plików (np. zabrania jakiegokolwiek modyfikacji pliku)
- getcap / setcap wyświetla / modyfikuje atrybuty plików związanych z właściwościami jądra (zasadniczo zwiększonymi uprawnieniami programów je posiadających, ale bardziej ograniczonymi niż wykonanie na prawach root przez SUID)

5.2 Użytkownicy

- id [użytkownik] informacja o użytkowniku (m.in. grupy do których należy)
- whoami informacja o aktualnym użytkowniku
- w lub who informacja o zalogowanych użytkownikach
- passwd [użytkownik] zmiana hasła
- su [użytkownik] przełącza użytkownika (aby przełączony użytkownik miał dostęp do "naszego" x serwera wcześniej wydajemy xhost LOCAL:użytkownik)
- sudo program pozwalający na wykonywanie uprzywilejowanych komend przez wyznaczonych użytkowników

5.3 Procesy i zasoby

- `ps [opcje]` wyświetla aktualnie działające procesy i informacje o nich
np. kombinacja opcji `-Af` powoduje wyświetlenie wszystkich procesów w rozszerzonym formacie wypisywania
- `top` monitorowanie procesów obciążających CPU, pamięć, itd
- `iotop` monitorowanie procesów obciążających I/O
- `kill [opcje] pid` przesyła sygnał do procesów o podanych PID
- `killall [opcje] nazwa` przesyła sygnał do procesów o pasującej nazwie

kill i zabijanie procesu

Polecenie `kill` domyślnie wysyła sygnał `SIGTERM`, który jest prośbą o zakończenie procesu (proces może ją uszanować lub nie, np. zignorować). Więc sam `kill` nie zabija procesu.

Wiele sygnałów może zostać przechwyconych i obsłużonych (zignorowanych) przez proces do którego są adresowane. Istnieją także sygnały, które nie mogą zostać obsłużone bądź zignorowane są to m.in.: `SIGKILL` (zakończenie procesu bez dania mu jakiegokolwiek szansy zrobienia czegoś na „do widzenia”, wysyłany przez `kill -9`), `SIGSTOP` (wstrzymanie procesu).

Ctrl+C / Ctrl+Z / Ctrl+D

`Ctrl+C` wysyła sygnał `SIGINT` do procesu zajmującego terminal na którym został on wprowadzony. Sygnał ten jest prośbą o zakończenie procesu, którą proces może uszanować lub nie (np. może całkiem zignorować lub poprosić o potwierdzenie). Jest on podobny do `SIGTERM`, jednak jest innym sygnałem i może być inaczej obsłużony (np. w `SIGTERM` nie ma większego sensu pytać o potwierdzenie).

`Ctrl+Z` wysyła sygnał `SIGTSTP` do procesu zajmującego terminal na którym został on wprowadzony. Sygnał ten jest prośbą o wstrzymanie procesu i oddanie terminala, prośba ta może być zignorowana przez proces. Proces przerwany w ten sposób może być wznowiony poleceniem `fg` (które wznowi go jako pierwszoplanowy – okupujący terminal) lub `bg` (które wznowi go jako proces w tle – oddając terminal, przodkowi który go posiadał wcześniej).

`Ctrl+D` nie wysyła żadnego sygnału, działa tylko gdy proces czyta dane z terminala (podłączonego zazwyczaj do jego standardowego wejścia). Wysyła on do terminala znak EOT (End-of-Transmission), w efekcie czego:

- (jeżeli bufor wejściowy jest niepusty) terminal wypycha bufor wejściowy do programu (tak jak po wprowadzeniu nowej linii), albo
- (jeżeli nie ma znaków w buforze) terminal zamyka strumień wprowadzanych danych do programu

Program nie otrzymuje w strumieniu znaku EOT (jest on przechwycony przez terminal). Zamknięcie strumienia wejściowego na ogół prowadzi także do zakończenia działania programu, jednak (w odróżnieniu od `Ctrl-C`) pozwala programowi na normalne przetworzenie wprowadzonych danych.

Ctrl+S / Ctrl+Q

`Ctrl+S` wstrzymuje przewijanie (odświeżanie) terminala, aby wznowić należy użyć `Ctrl+Q`.

5.4 Planowanie zadań

Typowo system zapewnia usługę uruchamiania zadań o zadanym czasie. Z usługi tej można skorzystać przy pomocy poleceń:

- `crontab` pozwala oglądać i edytować tablice zaplanowanych zadań cyklicznych (dla `cron'a`)
- `at` pozwala jednorazowo zaplanować zadanie

Pliki konfiguracyjne `crona` / obsługiwane `crontab-em` mają postać: minuty godzina dzienMiesiaca miesiac dzienTygodnia polecenie. Wpis oznacza że polecenie ma zostać wykonane jeżeli wszystkie warunki będą spełnione, jeżeli jakiś warunek nie jest nam potrzebny można użyć gwiazdki `*`, z kolei `*/n`

oznacza wykonywanie jeżeli dana wartość jest podzielna przez n. Np.: */20 3 * * 1 ls oznacza wykonanie komendy ls w każdy poniedziałek o godzinie 3:00 3:20 i 3:40

Standardowe wyjście, wyjście błędu oraz powiadomienie o niezerowym kodzie powrotu domyślnie są wysyłane na lokalny adres mailowy użytkownika będącego właścicielem danego conta. Niekiedy dostępny jest także anacron pozwalający na mniej precyzyjne planowanie zadań.

6 Inne polecenia

Oprócz opisanych wcześniej najpopularniejszych / najistotniejszych poleceń istnieje wiele innych standardowych lub mniej standardowych (wymagających doinstalowania na wielu systemach) narzędzi linii poleceń. Poniżej wymienionych zostało kilka bardziej użytecznych przykładów.

Ponadto dowolny program w środowisku linuxowym (unixowym) może być uruchomiony z linii poleceń poprzez podanie jego nazwy (jeżeli jest w ścieżce wyszukiwania \$PATH) lub pełnej ścieżki do niego. W bardzo wielu przypadkach takie uruchamianie pozwala przekazać do niego argument w postaci pliku do otwarcia lub inne opcje, czy nawet użycie programu normalnie pracującego z graficznym interfejsem użytkownika (takiego jak blender, inkscape, ...) w trybie nie interaktywnym (np. do automatycznej konwersji, itp.).

- `date` data i czas, program ten potrafi także przeliczać datę i czas - np. `date -d @847103830 '+%Y-%m-%d %H:%M:%S'`, `date -d '1996-11-04 11:37:10' '+%s'`, `date -d '1996-11-04 11:37:10 +3week -2days'`
- `cal` kalendarz
- `wget` / `curl` pobieranie stron internetowych i plików
- `file` rozpoznaje typ pliku (w oparciu o zawartość)
- `convert` konwersje plików graficznych
- `iconv` konwersje kodowań plików tekstowych
- `konwert` konwersje kodowań plików tekstowych – zarówno pomiędzy różnymi kodowaniami danego zbioru znaków, jak też pomiędzy kodowaniami nie pokrywającymi się czy też kodowaniami znaków 8 bitowych na mniejszej ilości bitów, na przykład:// `konwert utf8-ascii` "inteligentnie" usunie znaki nie ascii z pliku kodowanego w utf-8 (np. znaczki z polskimi ogonkami zamieni na odpowiednie znaki ASCII bez tych ogonków);// `konwert qp-8bit` pozwoli zamienić kodowanie `quoted printable` na normalne 8 bitowe (`rtf-8bit` zrobi to z kodowaniem `rtf'u`)
- `mewencode` / `mewdecode` program (stanowiący część pakietu narzędzi dodatkowych dla klienta pocztowego Mew) do obsługi kodowań mime (w tym `Quoted-Printable`, `base64`), m.in. zmienia kodowanie `base64` na 8 bitowe
- `qprint` program do kodowania i dekodowania "Quoted-Printable"
- `base64` program do kodowania i dekodowania `base64`
- `strings` wypisuje sekwencje znaków drukowanych (określanie zawartości plików nietekstowych)
- `command -v` komenda zwraca wykonywaną ścieżkę / polecenie przy wykonywaniu komenda

7 System operacyjny

System operacyjny jest programem uruchamianym po starcie komputera (co prawda nie jako pierwszym, ale zastępującym / usuwającym z pamięci uruchomione wcześniej, więc najstarszym z działających).

7.1 Proces startu

Po otrzymaniu sygnału resetu (także przy uruchamianiu systemu - "Power-on Reset") procesor po inicjalizacji rejestrów zaczyna wykonywanie kodu znajdującego się pod jakimś ustalonym adresem (typowo w wbudowanej lub zewnętrznej pamięci typu ROM lub Flash). W zależności od danej architektury / procesora może to być m.in.: bezpośrednio kod programu użytkownika, wbudowany bootloader danego procesora umożliwiający dalsze ładowanie np. z karty SD, zewnętrzny niskopoziomowy bootloader (np. u-boot).

W przypadku architektur zgodnych z x86 jest to BIOS, który po zakończeniu procesu inicjalizacji sprzętu i testów rozruchowych ładuje do pamięci kod znajdujący się w pierwszym sektorze dysku twardego (sektorze rozruchowym rozpoczynającym się od adresu zerowego) i uruchamia go (przekazuje do niego kontrolę). Znajduje się tam kod (lub tylko początek kodu) programu rozruchowego, którego zadaniem jest załadowanie systemu operacyjnego. W przypadku współczesnych systemów linuxowych jest to zazwyczaj GRUB.

Start systemu rozpoczyna się od załadowania do pamięci obrazu jądra wraz z parametrami oraz (opcjonalnie) initrd i przekazania kontroli do jądra przez program rozruchowy (np. GRUB). W przypadku jądra linuxowego i korzystania z initrd obraz ten przekształcany jest na RAM-dysk w trybie zapisu-odczytu i montowany jako rootfs z którego uruchamiany jest /sbin/init (którego podstawowym zadaniem jest zamontowanie właściwego rootfs). Po jego zakończeniu (lub od razu gdy nie używamy initrd) uruchamiany jest program wskazany w opcji `init=` jądra (domyślnie typowo /sbin/init) z rootfs wskazanego w opcji `root=` jądra. W opcji `init=` można wskazać dowolny program lub skrypt (uruchomiony zostanie z prawami `root'a`).

7.2 Rola systemu operacyjnego

System operacyjny jest oprogramowaniem odpowiedzialnym za zarządzanie zasobami systemu komputerowego (sprzętem, ale nie tylko) oraz uruchomionymi na nim aplikacjami. Do najistotniejszych zadań systemu operacyjnego zalicza się podział czasu procesora i szeregowanie zadań oraz zarządzanie pamięcią - w szczególności obsługa pamięci wirtualnej, najczęściej z wykorzystaniem mechanizmu stronicowania.

Oprócz tego system zajmuje się także zarządzaniem plikami, wejściem/wyjściem (najczęściej jest ono realizowane w oparciu o przerwania (IRQ), ale znane są także modele programowego we/wy polegającego na aktywnym czekaniu), obsługą urządzeń (wejście/wyjście, sterowniki, dostęp), obsługą sieci (stos protokołów sieciowych), itd.

Współczesne systemy korzystają z co najmniej dwóch poziomów pracy - uprzywilejowanego poziomu "nadzorca" w którym działa jądro systemu operacyjnego oraz trybu użytkownika. Operacje I/O muszą odbywać się w trybie uprzywilejowanym. Również pamięć posiada obszar chroniony, w którym umieszczony jest m.in. tablica wektorów przerw (inaczej zmiana adresu w tym wektorze mogłaby doprowadzić do przejścia systemu w trybie uprzywilejowanym).

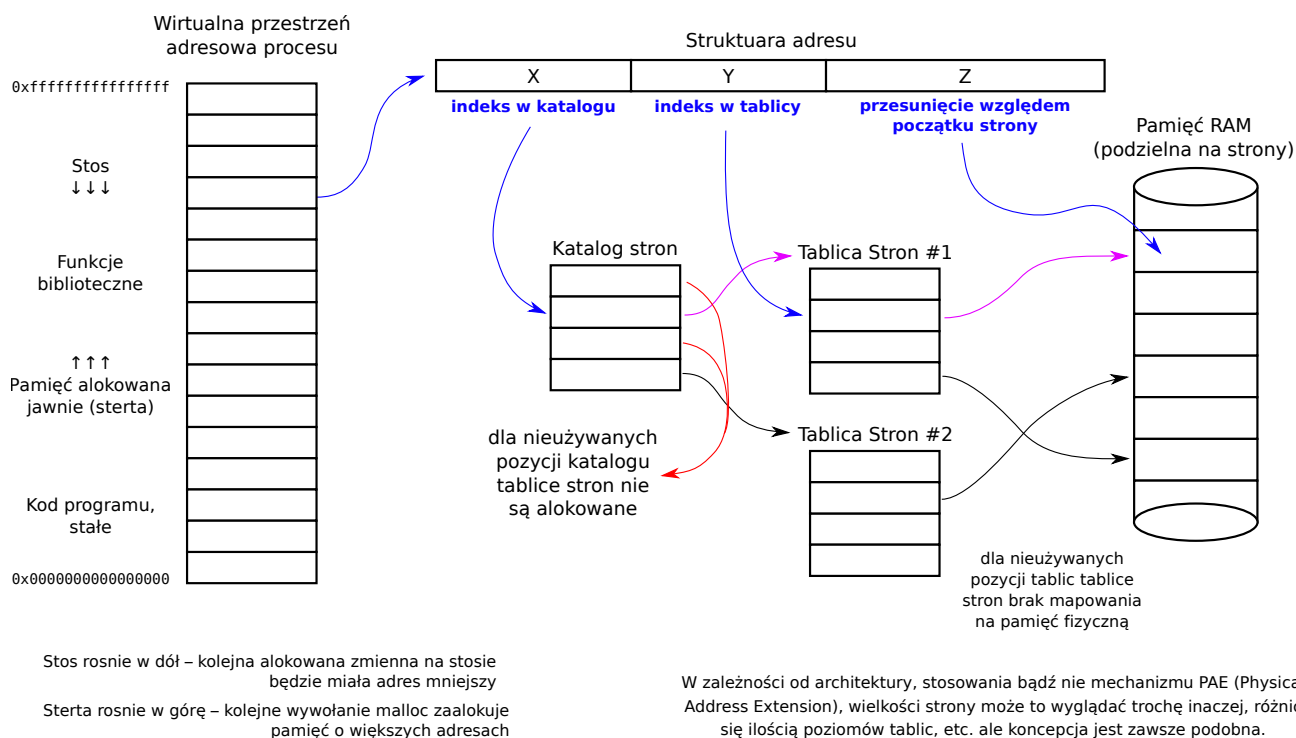
7.2.1 Zarządzanie procesami

Jednym z głównych zadań systemu operacyjnego jest zarządzanie procesami na nim uruchomionymi - obejmuje to zarówno czynności związane z ich tworzeniem oraz kończeniem, jak też szeregowanie zadań. To system operacyjny przejmuje okresowo procesor (z użyciem przerwania zegarowego), aby podjąć decyzję (w oparciu o jakiś algorytm szeregowania zadań) który/które z procesów gotowych do działania (czyli takich, które aktualnie nie oczekują na "coś") ma dostać przydział czasu procesora.

7.2.2 Zarządzanie pamięcią

Drugą podstawową funkcją systemu operacyjnego, wspomnianą na początku, jest zarządzanie pamięcią. Zarządzanie pamięcią polega na odpowiednim mapowaniu adresów logicznych (używanych przez procesy) na adresy fizyczne (używane przez procesor), korzysta ono z wsparcia sprzętowego ze strony procesora.

Jest to najczęściej realizowane w oparciu o wspomniany mechanizm stronicowania. Polega to na podziale pamięci dostępnej pamięci fizycznej na jednakowe bloki zwane ramkami oraz podziale pamięci logicznej na jednakowe bloki (o tej całej wielkości co ramki) zwane stronami. Strony które są wykorzystywane przez program są mapowane na dowolne ramki pamięci fizycznej (w przypadku gdy dana strona nie zamapowana - w zależności od okoliczności błąd braku strony lub błąd ochrony strony).



Rozwiązuje to problem fragmentacji zewnętrznej, polegającej na braku spójnego obszaru pamięci o żądanej długości pomimo iż łączna ilość wolnej pamięci jest dostateczna, jednak nie rozwiązuje problemu fragmentacji wewnętrznej, polegającej na przydzielaniu zbyt dużych fragmentów pamięci dla procesu (a wręcz można powiedzieć że go pogłębia).

Mechanizm ten wymaga trzymania tablicy wolnych ramek, tablicy stron dla każdego procesu (zawierającej przypisania mapowań stron danego procesu na ramki) oraz wykonywania tłumaczenia adresów logicznych (strona + przesunięcie na stronie). Także sama tablica stron procesu może być stronicowana (mamy tablicę która informuje nas że przypisania stron w danym zakresie adresów są przechowywane w jakiejś ramce).

Strony i ramki mogą być współdzielone pomiędzy procesami (np. przy rozgałęzianiu procesu strony są kopiowane dopiero gdy zajdzie taka potrzeba). W przypadku braku miejsca w pamięci fizycznej wybrane strony nieaktywnego aktualnie procesu mogą być umieszczane na dysku (swap).

7.2.3 Literatura dodatkowa ☺

Było to bardzo krótkie i elementarne wprowadzenie w bardzo obszerny temat jakim są systemy operacyjne. Wszystkich zainteresowanym niskopoziomym działaniem systemu operacyjnego zachęcamy do zapoznania się z [kursem pisania OS⁶](https://pl.wikibooks.org/wiki/Pisanie_OS) – niekoniecznie od razu pisania własnego systemu operacyjnego, ale przynajmniej zobaczeniem jak to się robi.

6. https://pl.wikibooks.org/wiki/Pisanie_OS

8 Wykład wideo⁷

- Podstawy pracy w terminalu – http://video.opcode.eu.org/01.01-podstawy_terminala.mkv
- Podstawy powłoki Unix'owej – http://video.opcode.eu.org/01.02-podstawy_unixa.mkv
- Listowanie i wyszukiwanie plików – <http://video.opcode.eu.org/01.03-listowanie.mkv>
- Kopiowanie, przenoszenie, usuwanie plików – http://video.opcode.eu.org/01.04-cp_mv_rm_ln.mkv
- Struktura drzewa katalogów – <http://video.opcode.eu.org/01.06-fs.mkv>
- Edytor vi i vim – <http://video.opcode.eu.org/01.05-vim.mkv>
- Operacje na plikach (tekstowych) – http://video.opcode.eu.org/04.01-operacje_na_plikach.mkv
- Język AWK – <http://video.opcode.eu.org/04.02-awk.mkv>
- Praca na systemach zdalnych – <http://video.opcode.eu.org/04.03-ssh.mkv>
- Użytkownicy uprawnienia i procesy – [http://video.opcode.eu.org/04.04-użytkownicy_uprawnienia_procesy.mkv](http://video.opcode.eu.org/04.04-uzytkownicy_uprawnienia_procesy.mkv)
- Wprowadzenie do programowania w bash'u – <http://video.opcode.eu.org/05.01-bash-intro.mkv>
- Pętle, warunki i funkcje w bash'u – [http://video.opcode.eu.org/05.02-bash-pętle_warunki_funkcje.mkv](http://video.opcode.eu.org/05.02-bash-petle_warunki_funkcje.mkv)
- Bash: obsługa napisów, eval i podsumowanie – http://video.opcode.eu.org/05.03-bash-napisy_i_okolice.mkv
- Wprowadzenie do systemów operacyjnych – http://video.opcode.eu.org/05.04-system_operacyjny.mkv

9 Literatura dodatkowa ☺

- Podręcznik Debiana (<https://www.debian.org/doc/manuals/debian-reference/>)
- Arch Linux Wiki (<https://wiki.archlinux.org/>) – obszerny materiał przydatny także użytkownikom innych dystrybucji
- Opis języka AWK (<https://archive.org/download/awkman-pl/awkman-pl.pdf>)
- Unix Toolbox (<http://cb.vu/unixtoolbox.xhtml>) – zbiór przydatnych poleceń systemów unixowych
- sed.sf.net - the sed \$HOME (<http://sed.sourceforge.net/>) – dużo informacji i przykładów dotyczących sed'a
- Ściąga do VIM (<https://archive.org/download/virefcard-pl/virefcard-pl.pdf>)
- Ściąga do Debiana (<https://www.debian.org/doc/manuals/refcard/refcard.pl.pdf>)
- Ściąga do AWK (<https://archive.org/download/awkrefcard-pl/awkrefcard-pl.pdf>)

Więcej informacji o podstawach działania w systematach „unixowych” oraz pełniejsza lista poleceń zamieszczona została pod adresem http://vip.opcode.eu.org/#Systemy_unix-owate.

10 Rozwiązania zadań

Treści zadań zamieszczone zostały w odpowiednich rozdziałach skryptu.

7. Filmy posiadają napisy wgrane do kontenera multimedialnego jako osobny strumień – napisy mogą być włączone lub wyłączone w odtwarzaczu. W wielu filmach dużo dzieje się „na dole ekranu”, dlatego polecamy odtwarzać filmy z napisami umieszczonymi poniżej filmu, np. przy pomocy polecenia: `vlc --video-filter='croppadd{paddbottom=120}' --sub-margin=-10 PLIK.mkv`

Poniżej zamieszczone są przykładowe rozwiązania „głównych” zadań z tego skryptu wraz z komentarzami. Wiemy że zajrzenie do nich już przy pierwszej trudności jest kuszące, mimo to rekomendujemy przynajmniej podjąć ucziwą, co najmniej kilkunastominutową na każde z zadań, próbę rozwiązania tych zadania bez zaglądania do odpowiedzi.

Pamiętaj!: Samodzielne rozwiązanie problemu (wraz z wszystkimi trudnościami po drodze i popełnionymi błędami) jest dużo bardziej kształcące od nawet wielokrotnego przepisania gotowego rozwiązania, jednak nawet jednokrotne przepisanie rozwiązania jest bardziej kształcące od wielokrotnego przekopowania go.

```
cd /etc
find -mtime -2
```

Rozwiązanie zadania 2.2

Zwróć uwagę że:

- Polecenie `ls` listuje wszystkie podane w linii polecen argumenty oddzielane spacjami.
- Jeżeli argumenty te zawierają znaki uogólniające powłoki to każdy taki argument zostanie zastąpiony przez powłokę listą pasujących plików, lub zostanie przekazany w formie niezmienionej jeżeli nie ma pasujących plików. Ma to kilka konsekwencji:
 - W wyniku dopasowania nazw do polecenia `ls` mogą zostać przekazane ścieżki do katalogów, dla których `ls` domyślnie listuje ich zawartość. Tutaj tego nie chcemy i dlatego używamy opcji `-d`
 - W pierwszym wariancie wszystkie pliki opisaliśmy pojedynczym wyrażeniem uogólniającym `bash`, a w drugim podaliśmy dwa argumenty. Polecenia te są prawie równoważne - wypiszą te ścieżki. Jednak w przypadku braku dopasowań do jednego z wariantów (`np. -wypiszą te ścieżki`) - drugie polecenie wypiszeby dodatkowo komunikat o braku dopasowania do jednego z podanych argumentów (`np. do /etc/?ap*`). Wynika to z tego iż przy braku dopasowania do tego argumentu `bash` przekazałby go w formie niezmienionej do polecenia `ls`.

```
ls -d /etc/?as*/etc/?ap*
```

albo:

```
ls -d /etc/?a[sp]*
```

Rozwiązanie zadania 2.1

Zwróć uwagę że:

- Plik do otwarcia wskazujemy w linii polecen przy pomocy ścieżki bezwzględnej zaczynającej się od `/`. Zamiast tego można by także utworzyć plik po uruchomieniu edytora lub użyć ścieżki względnej. Użycie ścieżki bezwzględnej zapewnia niezależność tej komendy od katalogu roboczego w którym zostanie wykonana.
- Do zamiany i zamknięcia edytora używane są polecenia linii polecen `vim` a uruchamianie przy pomocy dwukropka `(:)` i dlatego są one poprzedzane dwukropkiem. Jest to inny zbiór komend niż komendy wprowadzane bezpośrednio (takie jak `np. dd` kasujące bieżącą linię). Ta linia polecen też ma swoją historię.
- Edytor opuszczamy z użyciem `:q!`, dodanie wykrzywnika jest potrzebne żeby zamknąć edytor bez zapisywania zmian.

1. Uruchomić edytor za pomocą polecenia `vim /etc/passwd`.
2. W uruchomionym edytorze należy wydać polecenie `:%s@b1n@XVZ@g`, które spowoduje zastąpienie wszystkich wystąpień `b1n` przez `XVZ`.
3. Edytor należy opuścić bez zapisywania zmian przy pomocy polecenia `:q!`

Rozwiązanie zadania 1.8.1

lub

```
find /etc -mtime -2
```

jeżeli nie uważamy katalogów za pliki, to możemy dodać stosowny warunek

```
find -mtime -2 -type f
```

Zwróć uwagę że:

- polecenie `find` przeszukuje rekurencyjnie katalog podany przed warunkami. Jeżeli nie został on podany to przeszukuje bieżący katalog (.), który możemy zmienić poleceniem `cd`.

Rozwiązanie zadania 2.2.3

```
cd /etc && ls -d p*
```

Zwróć uwagę że:

- `ls` listuje pliki z bieżącego katalogu nie dodając do nich ścieżki
- do połączenia poleceń `cd` i `ls` użyliśmy `&&`, w tym wypadku nie ma to większego znaczenia, jednak jeżeli wykonanie drugiej komendy w niewłaściwym katalogu mogłoby być bolesne takie połączenie tych poleceń zapobiegnie uruchomieniu drugiego gdy pierwsze nie wykonało się poprawnie (jest to dobra praktyka w takich przypadkach)

Rozwiązanie zadania 2.2.4

```
find /etc -mtime -2 -exec ls -ld {} \;
```

Zwróć uwagę że:

- Wykorzystanie warunku `-exec`, który dodatkowo wyłącza standardowy output `find` a
- Zabezpieczamy klamerki (nie zawsze wymagane) i średnik (praktycznie zawsze wymagane): oraz spację pomiędzy klamerkami a średnikiem. Możemy je zabezpieczyć także cudzysłowami: `find /etc -mtime -2 -exec ls -ld '{}' ';' ;`, ale nie możemy umieścić klamerki i średnika w jednym napisie (`np. find -mtime -2 -exec ls -ld '{}\;' ;`).

Rozwiązanie zadania 2.0.1

Podając pełne ścieżki do pliku docelowego:

```
ln -s /etc/passwd /tmp/111
ln -s -r /etc/passwd /tmp/112
```

lub wchodząc do katalogu docelowego i podając tylko nazwy plików

```
cd /tmp
ln -s /etc/passwd 111
ln -s ../etc/passwd 112
```

Warto zauważyć że nawet link ze ścieżką względną można utworzyć także będąc w dowolnym katalogu poprzez wywołanie:

```
ln -s ../etc/passwd /tmp/112
```

Zwróć uwagę że:

- Pierwszy wariannt możemy wykonać także będąc w `/tmp`
- W przypadku podawania w `ln` ścieżki względnej (`ln -s ../etc/passwd 112`) należy pamiętać iż zostanie ona literalnie zapisana w utworzonym linku.

– W związku z tym musi to być poprawna ścieżka z katalogu docelowego, a nie z bieżącego katalogu roboczego.

– `ln` będzie w `/usr/local/bin/` ścieżka względną do `/etc/passwd` to `../etc/passwd` – `ln` będzie w tamtym katalogu chemy utworzyć plik `/tmp/11X` linkujący ścieżką względną do `/etc/passwd` wykonamy polecenie `ln -s ../etc/passwd /tmp/11X`, bo ścieżka `względem /tmp` ma postać `ln -s ../etc/passwd`.

każdego pliku musi zrobić fork i exec na odpowiedniego grep'a)
 jest to przerosłem formy (zarówno w zapisie jak i koszcie obliczeniowym wykonania – find dla
 ale gdy nie mamy potrzeby stosować innych warunków (dla których potrzebny byłby find)
 find /etc/ -exec grep nameserver \\} \};
 • można by użyć find z warunkiem exec wykonującym grep na danym pliku:
 • do wyszukiwania po zawartości używamy polecenia grep z opcją -r, a nie find

Zwróć uwagę ze:

```
grep -r nameserver /etc/
```

Rozwiązanie zadania 4.0.3

- użycie poleceń cut lub sed w roli takiej komendy napisy
- przekierowanie standardowego wyjścia polecenia ls do komendy modyfikującej strumieniowo

Zwróć uwagę na:

```
ls -ld /etc/p* | sed -e 's#~/etc/##'
```

```
ls -ld /etc/p* | cut -f3 -d/
```

Rozwiązanie zadania 4.0.2

```
sed -e "s#false#FALSE#g" /etc/passwd
```

Rozwiązanie zadania 4.0.1