



Politechnika
Wrocławska

Systemy operacyjne 2

Laboratorium nr 3

Operacje na dowiązaniach

Szymon Datko

szymon.datko@pwr.edu.pl

Wydział Informatyki i Telekomunikacji,

Politechnika Wrocławska

semestr letni 2021/2022



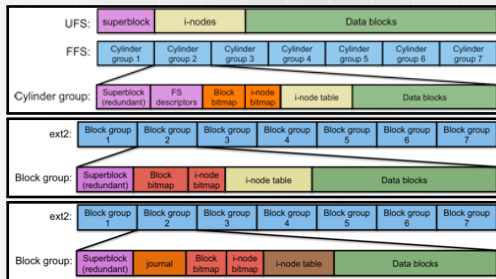
HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Część I

Omówienie zagadnień

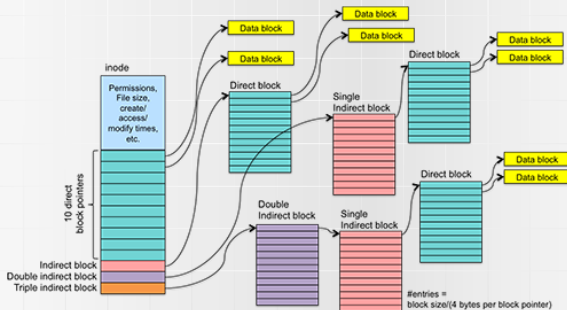
Budowa systemu plików

- System plików opisuje sposób organizacji plików w ramach partycji.
- W uproszczeniu składa się z nagłówka, tablicy i-węzłów i bloków danych.
- Współczesne systemy dzielą dodatkowo całość na cylindry/grupy bloków.
 - ▶ Oryginalny pomysł zakładał ograniczenie ruchów głowicy dysku twardego.
 - ▶ Pojęcie cylindra zastąpiono lepiej pasującym do współczesnych nośników.



Budowa systemu plików – i-węzły

- Metadane zawierają najważniejsze informacje o samym pliku.
 - ▶ Rodzaj pliku, uprawnienia, czasy dostępu, itd. (Ale nie nazwa!)
- Następnie zapisane są adresy fragmentów zawartości w blokach danych.
 - ▶ W UFS było to 10 bezpośrednich adresów, zaś w FFS i kolejnych już 12.
- Na końcu znajdują się adresy do bloków pośrednich (1-, 2- i 3-krotnych).
 - ▶ Wskazują adresy do bloków danych albo do kolejnych bloków pośrednich.



Rodzaje i typy/formaty plików

- ▶ W systemie Linux (prawie) wszystko jest plikiem.
- ▶ Jeśli coś nie jest plikiem, to jest procesem (który jest częściowo zmapowany w /proc).

Podstawowe **rodzaje** plików obejmują:

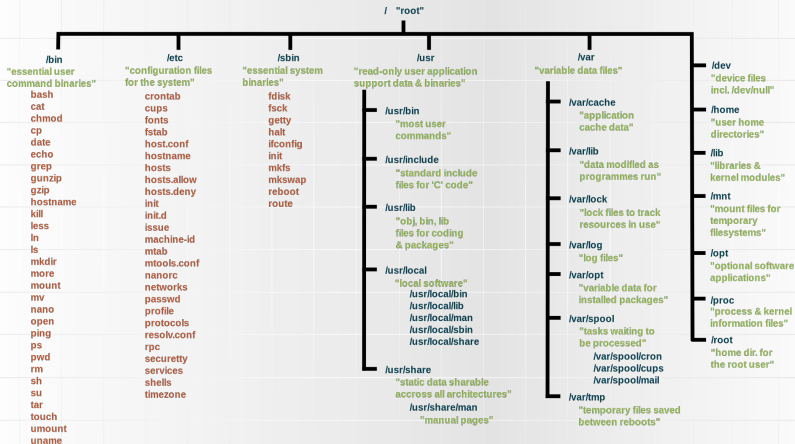
- **pliki zwykłe** – **–** – *regular file*,
 - ▶ binarne lub tekstowe,
- **katalogi** – **d** – *directory*,
 - ▶ ogólnie: pliki zawierające spis zawartych w nich plików (nazwy i i-węzły),
- dowiązania miękkie – **l** – *symbolic link*,
- gniazdko sieciowe – **s** – *socket*,
- urządzenie znakowe – **c** – *character device*,
- urządzenie blokowe – **b** – *block device*,
- łączka nazwane – **p** – *named pipe*.

Tak zwane rozszerzenie jest tylko i wyłącznie fragmentem nazwy pliku.

- ▶ To zawartość określa właściwy **typ/format** pliku (archiwum, obraz, itd.).
 - Słowo więcej na ten temat: kurs Inżynieria Obrazów, slajdy do Lab4.
- ▶ Do określenia typu/formatu pliku można wykorzystać program **file**.

Standardowa struktura katalogów

- Powszechnie stosowany jest *Filesystem Hierarchy Standard* lub wariacje.



+ Katalog /sys – zapewnia dostęp do niektórych funkcji/modułów jądra systemu.

- Komenda dla dociekliwych: `man hier`.

Tworzenie plików i dowiązania twarde

- W skrócie: tworzenie polega na zajęciu i-węzła i zapisaniu zawartości.
- Dowiązanie twarde polega na utworzeniu kolejnego odnośnika do i-węzła.
- Innymi słowy: jest to alternatywna nazwa i położenie dla jakiegoś pliku.
- Ciekawostka – usunięcie pliku polega na usunięciu samego i-węzła.
 - ▶ Domyślnie zawartość nie zostaje usunięta (bloki danych niezmienione).
 - ▶ Dlatego funkcja systemowa w języku C do kasowania plików to `unlink()`.
- Każdy nowo utworzony katalog posiada od razu dwa dowiązania twarde.
 - ▶ Jest to nazwa katalogu oraz wskazanie do samego siebie `.` (kropka).
 - ▶ Każdy podkatalog ma dodatkowo dowiązanie `..` do folderu nadrzędnego.
- Nie można tworzyć własnych, dodatkowych dowiązań do katalogów!
 - ▶ Powodowało by to ryzyko komplikacji w strukturze systemu plików.
 - ▶ Np. nieskończonej pętli zagnieżdżeń i niejasności katalogu nadrzędnego.

Tworzenie plików i dowiązania twarde – przykład

```
[sdatko@polluks test]$ mkdir katalog # utworzenie nowego katalogu
```

```
[sdatko@polluks test]$ ls -li . # zwrócić uwagę na istniejące od razu dwa dowiązania do katalogu
14262663 drwxr-xr-x 2 sdatko sdatko 4096 03-24 12:01 katalog
```

```
[sdatko@polluks test]$ ls -lia katalog/ # zwrócić uwagę, że katalog nadrzędny ma już trzy dowiązania
14262663 drwxr-xr-x 2 sdatko sdatko 4096 03-24 12:01 .
14262662 drwxr-xr-x 3 sdatko sdatko 4096 03-24 12:01 ..
```

```
[sdatko@polluks test]$ mkdir katalog/podkatalog # stworzenie nowego podkatalogu
```

```
[sdatko@polluks test]$ ls -li . # w katalogu pojawiło się dodatkowe dowiązanie twarde
14262663 drwxr-xr-x 3 sdatko sdatko 4096 03-24 12:02 katalog
```

```
[sdatko@polluks test]$ ls -lia katalog/ # przez to poprzedni katalog ma teraz trzy dowiązania
14262663 drwxr-xr-x 3 sdatko sdatko 4096 03-24 12:02 .
14262662 drwxr-xr-x 3 sdatko sdatko 4096 03-24 12:01 ..
14270854 drwxr-xr-x 2 sdatko sdatko 4096 03-24 12:02 podkatalog
```

```
[sdatko@polluks test]$ touch katalog/plik1 katalog/plik2 # utworzenie dwóch nowych plików zwykłych
```

```
[sdatko@polluks test]$ ln katalog/plik2 katalog/dowiązanie-twarde # stworzenie dowiązania twardego
```

```
[sdatko@polluks test]$ ls -lia katalog/ # zwrócić uwagę na numery i-węzłów i liczbę dowiązań
14262663 drwxr-xr-x 3 sdatko sdatko 4096 03-24 12:08 .
14262662 drwxr-xr-x 3 sdatko sdatko 4096 03-24 12:01 ..
14177897 -rw-r--r-- 2 sdatko sdatko 0 03-24 12:07 dowiązanie-twarde
14177655 -rw-r--r-- 1 sdatko sdatko 0 03-24 12:07 plik1
14177897 -rw-r--r-- 2 sdatko sdatko 0 03-24 12:07 plik2
14270854 drwxr-xr-x 2 sdatko sdatko 4096 03-24 12:02 podkatalog
```


Dowiązania miękkie

- Inny sposób na nadanie alterantywniej nazwy/położenia jakiemuś plikowi.
- Fizycznie jest nowy plik specjalny, którego zawartość stanowi ścieżka.
 - ▶ Może ona wskazywać nie tylko na pliki zwykłe, ale także na katalogi, itd.
 - ▶ Wskazywany element może także nie istnieć (dowiązanie wiszące).
- Ścieżka ta może być:
 - ▶ bezwzględna – rozpoczynająca się zawsze od katalogu /,
 - ▶ względna – określona zawsze w odniesieniu do położenia dowiązania.
- Ścieżka kanoniczna – najkrótsza możliwa ścieżka bezwzględna do pliku.
 - ▶ Tak: `/etc/systemd/journald.conf`.
 - ▶ Nie: `../dev/../../etc/../../../../systemd/../../systemd/journald.conf`.

```
[sdatk@polluks test]$ ln -s plik2 katalog/miękiszon # stworzenie dowiązania miękkiego
```

```
[sdatk@polluks test]$ ls -lia katalog/ # zwrócić uwagę na numery i-węzłów i liczbę dowiązań
```

```
14262663 drwxr-xr-x 3 sdatk sdatk 4096 03-24 12:08 .
14262662 drwxr-xr-x 3 sdatk sdatk 4096 03-24 12:01 ..
14177897 -rw-r--r-- 2 sdatk sdatk    0 03-24 12:07 dowiązanie-twarde
14170391 lrwxrwxrwx 1 sdatk sdatk    5 03-24 12:24 miękiszon -> plik2
14177655 -rw-r--r-- 1 sdatk sdatk    0 03-24 12:07 plik1
14177897 -rw-r--r-- 2 sdatk sdatk    0 03-24 12:07 plik2
14270854 drwxr-xr-x 2 sdatk sdatk 4096 03-24 12:02 podkatalog
```

Wyszukiwanie dowiązań na dysku

- Najprościej wygląda sytuacja z dowiązaniem miękkimi.
 - ▶ Wystarczy wyszukać po prostu pliki specjalnego typu.
 - ▶ Ewentualnie sprawdzić też ścieżki wskazywane przez te dowiązania.
- Dowiązania twarde stanowią znacznie większe wyzwanie.
 - ▶ Wyglądają jak różne pliki o identycznej zawartości na dysku twardym.
 - ▶ W praktyce mówimy o jednej zawartości (wskazywanej przez i-węzeł).
 - ▶ Fizycznie jeden i-węzeł jest wskazany pod różnymi nazwami w folderach.
 - ▶ Zasadniczo jedyną możliwością jest przegląd zupełny numerów i-węzłów.
 - ▶ Nieco prostszym zadaniem jest znalezienie dowiązań konkretnego pliku.
 - Efektywnie chodzi o znalezienie dokładnie tego samego i-węzła.
 - Program **test** ma odpowiednią opcję (**-ef**) do sprawdzenia tego.

Część II

Podstawowe komendy

Program ln

- Narzędzie do tworzenia i zmieniania dowiązań twardych i miękkich.
- Przykłady użycia:
 - ▶ `ln plik-oryginalny ścieżka-nowego-dowiązania-twardego`
 - ▶ `ln -s ścieżka-dowiązania plik-dowiązania-miękkiego`

NAME

`ln` - make links between files

SYNOPSIS

```
ln [OPTION]... [-T] TARGET LINK_NAME
ln [OPTION]... TARGET
ln [OPTION]... TARGET... DIRECTORY
ln [OPTION]... -t DIRECTORY TARGET...
```

DESCRIPTION

In the 1st form, create a link to TARGET with the name LINK_NAME. In the 2nd form, create a link to TARGET in the current directory. In the 3rd and 4th forms, create links to each TARGET in DIRECTORY. Create hard links by default, symbolic links with `--symbolic`. By default, each destination (name of new link) should not already exist. When creating hard links, each TARGET must exist. Symbolic links can hold arbitrary text; if later resolved, a relative link is interpreted in relation to its parent directory.

Mandatory arguments to long options are mandatory for short options too.

Program readlink

- Narzędzie do odczytywania ścieżek z dowiązań miękkich.
- Przykłady użycia:
 - ▶ `readlink ścieżka-do-dowiązania-miękkiego`
 - ▶ `readlink -f ścieżka-do-dowolnego-pliku`

NAME

`readlink` - print resolved symbolic links or canonical file names

SYNOPSIS

`readlink [OPTION]... FILE...`

DESCRIPTION

Note `realpath(1)` is the preferred command to use for canonicalization functionality.

Print value of a symbolic link or canonical file name

`-f, --canonicalize`

canonicalize by following every symlink in every component of the given name recursively; all but the last component must exist

`-e, --canonicalize-existing`

canonicalize by following every symlink in every component of the given name recursively, all components must exist

Program realpath

- Narzędzie do rozwiązywania i generowania ścieżek.
- Przykłady użycia:
 - ▶ `realpath ścieżka-do-dowiązania`
 - ▶ `realpath --relative-to=/etc ścieżka-do-pliku`

NAME

`realpath` - print the resolved path

SYNOPSIS

`realpath [OPTION]... FILE...`

DESCRIPTION

Print the resolved absolute file name; all but the last component must exist

`-e, --canonicalize-existing`
all components of the path must exist

`-m, --canonicalize-missing`
no path components need exist or be a directory

`-L, --logical`
resolve `'..'` components before symlinks

`-P, --physical`
resolve symlinks as encountered (default)

Program dirname

- Narzędzie do odnajdywania katalogu nadrzędnego w ścieżce.
- Przykłady użycia:

► `dirname jakaś/taka/ścieżka` *# zwróci: jakaś/taka*

NAME

`dirname` - strip last component from file name

SYNOPSIS

`dirname` [OPTION] NAME...

DESCRIPTION

Output each NAME with its last non-slash component and trailing slashes removed; if NAME contains no '/'s, output '.' (meaning the current directory).

`-z, --zero`

end each output line with NUL, not newline

`--help` display this help and exit

`--version`

output version information and exit

EXAMPLES

```
dirname /usr/bin/  
-> "/usr"
```

Program basename

- Narzędzie do wyodrębniania ostatniej nazwy pliku ze ścieżki.
- Przykłady użycia:

► `basename jakaś/taka/ścieżka` *# zwróci: ścieżka*

NAME

`basename` - strip directory and suffix from filenames

SYNOPSIS

`basename NAME [SUFFIX]`

`basename OPTION... NAME...`

DESCRIPTION

Print `NAME` with any leading directory components removed. If specified, also remove a trailing `SUFFIX`.

Mandatory arguments to long options are mandatory for short options too.

`-a, --multiple`

support multiple arguments and treat each as a `NAME`

`-s, --suffix=SUFFIX`

remove a trailing `SUFFIX`; implies `-a`

`-z, --zero`

end each output line with NUL, not newline

Część dla dociekliwych

Zadanie dodatkowe

Zadanie domowe – dla chętnych

Obsługa i przekierowywanie strumieni wejścia/wyjścia oraz mechanizmy heredoc i herestring - co, jak i po co stosujemy.

Proszę pokazać, w jaki sposób można przekierować standardowe wyjście programu do pliku, co można zrobić ze standardowym wyjściem błędów oraz jak utworzyć i wykorzystać dodatkowe strumienie? Jak można przekierować wyjście wszystkich komend do pliku, bez jawnego przekierowywania wyjścia każdej z tych komend i jak odwrócić później to przekierowanie?

Przy omawianiu mechanizmu heredoc, proszę w szczególności wskazać, kiedy zmienne powłoki mogą zostać zinterpolowane, a kiedy nie – jak to wymusić?