

Tema 1: Sistemul de fişiere
Varianta: 25150
Student: Titus Calacean

1 Descrierea temei

Se dă următorul format de fişier binar, pe care îl vom numi în continuare formatul **SF** (i.e. “**section file**”).

Un SF este compus din două părţi: **header** şi **body**. Structura generală a unui SF este ilustrată mai jos. Se poate observa că **header**-ul este situat la sfârşitul fişierului, după **body**.

SF FILE STRUCTURE
BODY
HEADER

Header-ul unui SF conţine informaţii care identifică formatul acestuia şi deasemenea descrie modul în care body-ul trebuie citit. Aceste informaţii sunt organizate ca o secvenţă de câmpuri, fiecare câmp având un anumit număr de octeţi şi o anumită semnificaţie. Structura header-ului este ilustrată în caseta **HEADER** de mai jos, specificând pentru fiecare câmp numele acestuia şi numărul de octeţi pe care îl ocupă (separate prin “: ”). Unele câmpuri sunt simple numere (ex. **MAGIC**, **HEADER_SIZE**, **VERSION** şi **NR_OF_SECTIONS**), în timp ce altele (i.e. **SECTION_HEADERS** şi **SECTION_HEADER**) au o structură mai complexă, având propriile sub-câmpuri. Astfel, **SECTION_HEADERS** este compus dintr-o secvenţă de elemente de tip **SECTION_HEADER**, fiecare dintre acestea având la rândul lui sub-câmpurile: **SECT_NAME**, **SECT_TYPE**, **SECT_OFFSET** şi **SECT_SIZE**.

HEADER
VERSION: 1
NO_OF_SECTIONS: 1
SECTION_HEADERS: NO_OF_SECTIONS * sizeof(SECTION_HEADER)
SECTION_HEADER: 17 + 2 + 4 + 4
SECT_NAME: 17
SECT_TYPE: 2
SECT_OFFSET: 4
SECT_SIZE: 4
HEADER_SIZE: 2
MAGIC: 4

Semnificaţia fiecărui câmp este următoarea:

- Câmpul **MAGIC** identifică fişierele SF. Valoarea acestuia trebuie să fie “**FwPU**”.

- Câmpul `HEADER.SIZE` indică dimensiunea header-ului fișierului SF.
- Câmpul `VERSION` identifică versiunea formatului SF, presupunând că acesta se poate schimba de la o versiune la alta (deși nu este cazul la această temă).
- Câmpul `NO_OF_SECTIONS` specifică numărul de elemente de tip `SECTION_HEADER`, care vor fi acoperite mai jos.
- Sub-câmpurile unui `SECTION_HEADER` fie au nume explicite, fie sunt descrise mai jos.

Body-ul unui SF, practic o secvență de octeți, este organizat ca o colecție de secțiuni. O secțiune e formată dintr-o secvență de `SECT.SIZE` octeți consecutivi, începând de la octetul `SECT.OFFSET`, în cadrul fișierului. Secțiunile consecutive nu vor fi neapărat una după alta. Cu alte cuvinte, între două secțiuni consecutive pot exista octeți ce nu aparțin nici unei secțiuni. O secțiune dintr-un SF conține caractere afișabile și caractere de final de linie. Se poate spune că sunt de fapt secțiuni de tip text, formate din mai multe linii. Octeți dintre secțiuni pot avea orice valoare, dar aceștia nu au nici o relevanță în interpretarea conținutului unui SF.

În cadrul unei secțiuni, numerotarea liniilor se face de la final, începând cu indicele 1.

Liniile se citesc în ordine inversă, de la ultimul caracter la primul.

Următoarele restricții se aplică anumitor câmpuri din SF:

- Valoarea câmpului `MAGIC` este "FwPU".
- Valoarea câmpului `VERSION` e un număr între 56 și 157, inclusiv.
- Câmpul `NO_OF_SECTIONS` are valoarea 2 sau o valoare între 4 și 10, inclusiv.
- Valorile valide pentru `SECT.TYPE` sunt: 91 14 83 52 50 39 44 (în baza 10).
- Liniile dintr-o secțiune sunt separate de următoarea secvență de octeți (valorile sunt în hexazecimal): 0A.

Figura 1 ilustrează un exemplu de fișier SF format din următoarele elemente:

- **secțiunea 1** : de la offset-ul 0x00 până la offset-ul 0x20; observați că liniile sunt numerotate în ordine inversă
 - **linia 3**, de la offset-ul 0x00 până la offset-ul 0x09 cu conținutul "third line"; observați că textul liniei se citește în ordine inversă
 - **linia 2**, de la offset-ul 0x0b până la offset-ul 0x15 cu conținutul "second line"
 - **linia 1**, de la offset-ul 0x17 până la offset-ul 0x20 cu conținutul "first line"
- **secțiunea 2** : de la offset-ul 0x2c până la offset-ul 0x37
 - **linia 2**, de la offset-ul 0x2c până la offset-ul 0x2f cu conținutul "file"

	0/8	1/9	2/a	3/b	4/c	5/d	6/e	7/f
00	S ₁ .LINE ₃ [9] 65 'e'	S ₁ .LINE ₃ [8] 6e 'n'	S ₁ .LINE ₃ [7] 69 'i'	S ₁ .LINE ₃ [6] 6c 'l'	S ₁ .LINE ₃ [5] 20 ' '	S ₁ .LINE ₃ [4] 64 'd'	S ₁ .LINE ₃ [3] 72 'r'	S ₁ .LINE ₃ [2] 69 'i' ←
08	S ₁ .LINE ₃ [1] 68 'h'	S ₁ .LINE ₃ [0] 74 't'	0a	S ₁ .LINE ₂ [10] 65 'e'	S ₁ .LINE ₂ [9] 6e 'n'	S ₁ .LINE ₂ [8] 69 'i'	S ₁ .LINE ₂ [7] 6c 'l'	S ₁ .LINE ₂ [6] 20 ' ' ←
10	S ₁ .LINE ₂ [5] 64 'd'	S ₁ .LINE ₂ [4] 6e 'n'	S ₁ .LINE ₂ [3] 6f 'o'	S ₁ .LINE ₂ [2] 63 'c'	S ₁ .LINE ₂ [1] 65 'e'	S ₁ .LINE ₂ [0] 73 's'	0a	S ₁ .LINE ₁ [9] 65 'e' ←
18	S ₁ .LINE ₁ [8] 6e 'n'	S ₁ .LINE ₁ [7] 69 'i'	S ₁ .LINE ₁ [6] 6c 'l'	S ₁ .LINE ₁ [5] 20 ' '	S ₁ .LINE ₁ [4] 74 't'	S ₁ .LINE ₁ [3] 73 's'	S ₁ .LINE ₁ [2] 72 'r'	S ₁ .LINE ₁ [1] 69 'i' ←
20	S ₁ .LINE ₁ [0] 66 'f'	00	00	00	00	00	00	00
28	00	00	00	00	S ₂ .LINE ₂ [3] 65 'e'	S ₂ .LINE ₂ [2] 6c 'l'	S ₂ .LINE ₂ [1] 69 'i'	S ₂ .LINE ₂ [0] 66 'f'
30	0a	S ₂ .LINE ₁ [6] 6e 'n'	S ₂ .LINE ₁ [5] 6f 'o'	S ₂ .LINE ₁ [4] 69 'i'	S ₂ .LINE ₁ [3] 74 't'	S ₂ .LINE ₁ [2] 63 'c'	S ₂ .LINE ₁ [1] 65 'e'	S ₂ .LINE ₁ [0] 73 's'
38	00	00	00	00	00	00	00	00
40	00	00	VERSION 3b	NO.OF.SECTIONS 02	SECT.NAME ₁ [0] 73 's'	SECT.NAME ₁ [1] 65 'e'	SECT.NAME ₁ [2] 63 'c'	SECT.NAME ₁ [3] 74 't' ←
48	SECT.NAME ₁ [4] 31 '1'	SECT.NAME ₁ [5] 00	SECT.NAME ₁ [6] 00	SECT.NAME ₁ [7] 00	SECT.NAME ₁ [8] 00	SECT.NAME ₁ [9] 00	SECT.NAME ₁ [10] 00	SECT.NAME ₁ [11] 00 ←
50	SECT.NAME ₁ [12] 00	SECT.NAME ₁ [13] 00	SECT.NAME ₁ [14] 00	SECT.NAME ₁ [15] 00	SECT.NAME ₁ [16] 00	SECT.TYPE ₁ 5b	SECT.TYPE ₁ 00	SECT.OFFSET ₁ 00 ←
58	SECT.OFFSET ₁ 00	SECT.OFFSET ₁ 00	SECT.OFFSET ₁ 00	SECT.SIZE ₁ 21	SECT.SIZE ₁ 00	SECT.SIZE ₁ 00	SECT.SIZE ₁ 00	SECT.NAME ₂ [0] 73 's' ←
60	SECT.NAME ₂ [1] 65 'e'	SECT.NAME ₂ [2] 63 'c'	SECT.NAME ₂ [3] 74 't'	SECT.NAME ₂ [4] 32 '2'	SECT.NAME ₂ [5] 00	SECT.NAME ₂ [6] 00	SECT.NAME ₂ [7] 00	SECT.NAME ₂ [8] 00 ←
68	SECT.NAME ₂ [9] 00	SECT.NAME ₂ [10] 00	SECT.NAME ₂ [11] 00	SECT.NAME ₂ [12] 00	SECT.NAME ₂ [13] 00	SECT.NAME ₂ [14] 00	SECT.NAME ₂ [15] 00	SECT.NAME ₂ [16] 00
70	SECT.TYPE ₂ 0e	SECT.TYPE ₂ 00	SECT.OFFSET ₂ 2c	SECT.OFFSET ₂ 00	SECT.OFFSET ₂ 00	SECT.OFFSET ₂ 00	SECT.SIZE ₂ 0c	SECT.SIZE ₂ 00 ←
78	SECT.SIZE ₂ 00	SECT.SIZE ₂ 00	HEADER.SIZE 3e	HEADER.SIZE 00	MAGIC[0] 46 'F'	MAGIC[1] 77 'w'	MAGIC[2] 50 'P'	MAGIC[3] 55 'U'

Figure 1: Exemplu de fișier SF

- linia 1, de la offset-ul 0x31 până la offset-ul 0x37 cu conținutul “section”
- **HEADER**: de la offset-ul 0x42 până la offset-ul 0x7f (adică la finalul fișierului)
 - **VERSION**: la offset-ul 0x42, cu valoarea 59 (0x3b)
 - **NO_OF_SECTIONS**: la offset-ul 0x43, cu valoarea 2
 - **SECTION_HEADERS**: de la offset-ul 0x44 până la offset-ul 0x7f:
 - * **SECTION_HEADER₁**
 - **SECTION_NAME₁**: la offset-ul 0x44, cu valoarea “sect1”
 - **SECTION_TYPE₁**: la offset-ul 0x55, cu valoarea 91 (0x5b)
 - **SECTION_OFFSET₁**: la offset-ul 0x57, cu valoarea 0x0; acest lucru înseamnă că secțiunea 1 începe în fișier la adresa 0x0
 - **SECTION_SIZE₁**: la offset-ul 0x5b, cu valoarea 33 (0x21); acest lucru înseamnă că secțiunea 1 ocupă în fișier 33 octeți
 - * **SECTION_HEADER₂**
 - **SECTION_NAME₂**: la offset-ul 0x5f, cu valoarea “sect2”
 - **SECTION_TYPE₂**: la offset-ul 0x70, cu valoarea 14 (0xe)
 - **SECTION_OFFSET₂**: la offset-ul 0x72, cu valoarea 0x2c; acest lucru înseamnă că secțiunea 2 începe în fișier la adresa 0x2c
 - **SECTION_SIZE₂**: la offset-ul 0x76, cu valoarea 12 (0xc); acest lucru înseamnă că secțiunea 2 ocupă în fișier 12 octeți
 - **HEADER_SIZE**: la offset-ul 0x7a, cu valoarea 62 (0x3e)
 - **MAGIC**: la offset-ul 0x7c, cu valoarea “FwPU”

2 Cerințele temei

Trebuie să scrieți un program C, numit “a1.c” care implementează cerințele ce urmează.

2.1 Compilarea și rularea

Programul trebuie să poată fi **compilat fără erori**, pentru a fi acceptat. Comanda de compilare va fi cea de mai jos:

Compilation Command

```
gcc -Wall a1.c -o a1
```

Warning-uri în procesul de compilare vor aduce o penalizare de 10% din scorul final.

Atunci când rulează, executabilul vostru (îl vom numi “a1”) **trebuie să ofere funcționalitatea minimală și rezultatele așteptate**, pentru a fi acceptat. Vom defini mai jos ce înseamnă funcționalitatea minimală. Următoarea casetă ilustrează modul în care programul va fi rulat. Opțiunile și parametrii pe care programul trebuie să îi accepte, împreună cu semnificația acestora se vor detalia în următoarele secțiuni.

Running Command

```
./a1 [OPTIONS] [PARAMETERS]
```

2.2 Afișarea variantei

Fiecare student primește o variantă puțin modificată a formatului SF și a cerințelor. Prima sarcină din temă va fi afișarea variantei de temă primită, atunci când programul este rulat precum mai jos.

Display Variant Command

```
./a1 variant
```

Output Sample for Display Variant Command

```
25150
```

2.3 Afișarea conținutului folderelor

Atunci când se dă opțiunea “list”, programul trebuie să afișeze pe ecran numele anumitor elemente (ex. fișiere, subfoldere) din folderul a cărui cale este specificată prin opțiunea “path”, conform exemplului din caseta de mai jos.

List Directory Command

```
./a1 list [recursive] <filtering_options> path=<dir_path>
```

Opțiunile din linia de comandă se pot da în orice ordine, de exemplu opțiunea “recursive” poate apărea înainte sau după alte opțiuni.

Elementele care trebuie afișate vor fi determinate pe baza criteriilor de filtrare menționate în continuare. Fiecare nume de element trebuie afișat pe o linie separată, fără linii libere între nume, în forma ilustrată în caseta de mai jos (numele fiecărui element trebuie să înceapă cu calea acestuia, specificată prin opțiunea “path”). Dacă nu se găsește nici un element care să corespundă criteriilor de căutare, nu trebuie afișat decât string-ul “SUCCESS”.

Sample Output for List Directory Command (Success Case)

```
SUCCESS
test_root/test_dir/file_name_1
test_root/test_dir/file_name_2
test_root/test_dir/file_name_3
...
```

Dacă se folosește opțiunea “recursive”, programul vostru trebuie să traverseze întregul sub-arbore, începând din orice folder dat, intrând recursiv în toate sub-folderele. Elementele găsite trebuie de asemenea să conțină calea cu tot cu directorul specificat prin opțiunea “path”. Cele două casete de mai jos arată cum se poate rula programul cu opțiunea “recursive” și un output posibil.

```
_____ Sample List Directory Command _____  
./a1 list recursive path=test_root/test_dir/
```

```
_____ Sample Output for List Directory Command (Success Case) _____  
SUCCESS  
test_root/test_dir/file_name_1  
test_root/test_dir/file_name_2  
test_root/test_dir/subdir_1/file_name_1  
test_root/test_dir/subdir_1/subdir_1_1/file_name_2  
test_root/test_dir/subdir_2/file_name_3  
...
```

În cazul în care se întâlnește o eroare, trebuie afișat un mesaj de eroare, urmat de o explicație, conform casetei următoare.

```
_____ Output for List Directory Command (Error Case) _____  
ERROR  
invalid directory path
```

Criteriile de filtrare, utilizate pentru a selecta elementele ce vor fi afișate sunt următoarele:

- Numele elementului trebuie să se termine cu secvența de caractere specificată prin opțiunea “**name_ends_with=string**”. Trebuie considerate toate tipurile de elemente, atât fișierele cât și folderele.
- Elementele afișate trebuie să aibă permisiunea de execuție pentru proprietar (eng. *owner*), dacă se specifică opțiunea “**has_perm.execute**”. Trebuie considerate toate tipurile de elemente, atât fișierele cât și folderele.

Deși în practică se pot folosi mai multe criterii de filtrare în aceeași comandă, testele noastre folosesc un singur criteriu la un moment dat. Programul vostru ar trebui să trateze cazul general, dar aceasta nu e o cerință obligatorie.

Ordinea numelor de elemente afișate nu este importantă în aceste teste, doar numărul și valoarea acestora.

2.4 Identificarea și parsarea fișierelor SF

Atunci când se folosește opțiunea “**parse**”, programul vostru trebuie să verifice dacă fișierul a cărui cale a fost specificată prin opțiunea “**path**” respectă sau nu formatul SF. În următoarea casetă se ilustrează modul de rulare a programului.

```
_____ Check SF Format Command _____  
./a1 parse path=<file_path>
```

Argumentele se pot da în orice ordine.

Validarea formatului SF se face după următoarele reguli:

- Valoarea câmpului **MAGIC** este cea menționată mai sus, adică “FwPU”.
- Valoarea câmpului **VERSION** e un număr din intervalul menționat mai sus, adică între 56 și 157, inclusiv.
- Numărul de secțiuni trebuie să fie 2, sau o valoare între 4 și 10, inclusiv.

- Tipurile secțiunilor din fișier trebui să fie dintre următoarele valori: 91 14 83 52 50 39 44 .

Atunci când toate criteriile de mai sus sunt îndeplinite, fișierul se poate considera valid, chiar dacă există alte inconsistente (exemple: dimensiunea fișierului e prea mică sau secțiunile se suprapun).

În caz că fișierul dat nu este valid, un mesaj de eroare trebuie afișat pe ecran, urmat de primul motiv pentru care fișierul este invalid, conform casetei de mai jos.

Sample Output for an Invalid SF File

```
ERROR
wrong magic|version|sect_nr|sect_types
```

În caz că fișierul dat este valid (respectă formatul SF), anumite câmpuri trebuie afișate pe ecran, în forma ilustrată.

Sample Output for a Valid SF File

```
SUCCESS
version=<version_number>
nr_sections=<no_of_sections>
section1: <NAME_1> <TYPE_1> <SIZE_1>
section2: <NAME_2> <TYPE_2> <SIZE_2>
...
```

2.5 Lucrul cu secțiuni

Atunci când se folosește opțiunea “extract”, programul vostru trebuie să caute și să afișeze o anumită porțiune a fișierului SF. În mod particular, o singură linie trebuie să fie extrasă. Argumentele din linia de comandă necesare sunt “path”, “section” și “line”, specificând calea spre fișier, numărul secțiunii, respectiv numărul liniei, conform casetei de mai jos.

Extract Section Line Command

```
./a1 extract path=<file_path> section=<sect_nr> line=<line_nr>
```

În cazul în care apare o eroare, mesajul de eroare trebuie afișat, urmat de motivul erorii, ca și în caseta de mai jos.

Sample Output for Extract Section Line Command (Error Case)

```
ERROR
invalid file|section|line
```

În cazul în care fișierul dat respectă formatul SF iar secțiunea și linia căutată există, rezultatul trebuie afișat precum în caseta de mai jos.

Sample Output for Extract Section Line Command (Success Case)

```
SUCCESS
<line_content>
```

Liniile se numără de la finalul secțiunii, ultima linie având numărul 1. Liniile trebuie afișate în ordine inversă, de la ultimul caracter la primul.

2.6 Filtrarea după secțiuni

Atunci când se dă opțiunea “findall”, programul vostru trebuie să funcționeze ca și în cazul opțiunilor “list recursive”, dar se vor afișa doar fișierele SF valide, care

nu au nici o secțiune cu dimensiunea mai mare decât 979.

Modul de rulare a programului este ilustrat mai jos:

```
_____ Find Certain SF Files Command _____  
./a1 findall path=<dir_path>
```

În caz că se întâmpină erori, se va afișa un mesaj de eroare, urmat de o explicație, în forma de mai jos:

```
_____ Output for Find Certain SF Files Command (Error Case) _____  
ERROR  
invalid directory path
```

Output-ul normal va începe cu linia “SUCCESS”, urmată de fișierele găsite, câte unul pe linie:

```
_____ Sample Output for Find Certain SF Files Command (Success Case) _____  
SUCCESS  
test_root/test_dir/file_name_1  
test_root/test_dir/file_name_2  
...
```

3 Manual de utilizare

3.1 Auto-evaluare

Pentru a genera și rula testele pentru soluția voastră, trebuie rulat script-ul “tester.py”, furnizat împreună cu cerințele. Script-ul are nevoie de Python 3.x, nu de Python 2.x.

```
_____ Sample Command for Tests Generation _____  
python3 tester.py
```

Chiar dacă script-ul funcționează și pe Windows (și pe alte sisteme de operare), recomandăm rularea pe Linux, deoarece așa se va evalua tema voastră.

Atunci când se rulează script-ul, se va genera un folder numit “test_root”, ce conține diverse sub-foldere și fișiere, pe care se va testa soluția voastră. Chiar dacă conținutul lui “test_root” este aleator și diferit pentru fiecare student, generarea acestuia se face în mod determinist, indiferent de timpul rulării script-ului. Pot totuși apărea diferențe dacă se rulează pe alte sisteme de operare.

După crearea folderului “test_root” și a conținutului acestuia, script-ul va rula de asemenea programul vostru, afișând rezultatul diferitelor teste. În mod normal vor fi 65 de teste, deși pot fi și mai puține. Nota maximă (10) se obține atunci când trec toate testele, fără nici o penalizare (vezi mai jos). Nota exactă se calculează scalând numărul de teste trecute în intervalul 0-10.

Restricții:

- Sunteți limitați la a folosi doar apeluri de sistem către sistemul de operare (funcții low-level). De exemplu, TREBUIE folosi funcțiile `open()`, `read()`, `write()` etc., nu funcțiile de nivel înalt `fopen()`, `fgets()`, `fscanf()`, `fprintf()` etc. Singurele excepții sunt citirea de la `STDIN` și afișarea în `STDOUT` / `STDERR`, cu funcții precum `scanf()`, `printf()`, `perror()`, respectiv funcții de manipulare a string-urilor cum ar fi `sscanf()`, `snprintf()`.

Recomandări:

- Pentru tokenizarea string-urilor (separarea după elemente specifice, cum ar fi spații) recomandăm utilizarea funcțiilor `strtok()` sau `strtok_r()`.

Dacă doriți să vedeți detalii legate de testele eșuate, puteți folosi opțiunea `--verbose`, care va afișa atât rezultatul așteptat de test cât și rezultatul programului vostru. Cu opțiunea `--test test_name` puteți rula un singur test, cu numele dat, în vederea depanării. De exemplu dacă doriți să rulați doar testul numit `parse_2` și să vedeți detaliile, puteți combina cele două opțiuni, precum mai jos:

```
_____ Sample command for single test with verbose _____
python3 tester.py --test parse_2 --verbose
```

Atunci când tema voastră este evaluată pentru notă, aceasta se rulează într-un container de *docker*. Chiar dacă o soluție corectă și deterministă se va comporta la fel, un bug în soluție poate trece neobservat pe sistemul vostru dar poate produce un crash / comportament nedefinit la evaluarea “oficială”. Din acest motiv vă încurajăm să vă testați soluția și cu *docker* înainte să o trimiteți. Pentru asta trebuie să:

- instalați *docker* pe sistem (`sudo apt install docker.io`)
- creați un cont pe Docker Hub și să vă logați din linia de comandă (e necesar pentru a descărca imaginea de evaluare)
- instalați modulul *docker* pentru Python (`python3 -m pip install docker`)

Ca să vă testați soluția folosind un container de *docker* trebuie să dați argumentul `--docker` script-ului de testare.

```
_____ Sample command for testing with Docker _____
python3 tester.py --docker
```

Dacă doriți să păstrați container-ul de *docker* ulterior rulării testelor (de exemplu pentru a putea face debug în interiorul acestuia), folosiți opțiunea `--docker-persist`.

3.2 Evaluare și cerințe minime

- Dacă apar warning-uri la compilare, se va aplica o penalizare de 10%.
- Dacă programul vostru are memory leak-uri (memorie alocată și ne-eliberată) găsite de *valgrind*, se va aplica o penalizare de 10%.
- Dacă programul nu respectă stilul de cod, se poate aplica o penalizare de până la 10% (decisă de cadrul didactic de la laborator).

Nu încercați să trișați, deoarece se vor rula tool-uri de detecție a temelor plagiate.

Notă: Testele furnizate nu sunt neapărat aceleași cu cele pe care se va testa soluția voastră. Nu încercați să afișați rezultatele așteptate pe baza numelor fișierelor. Deasemenea, codul vostru trebuie să îndeplinească toate cerințele, chiar dacă unele dintre ele nu sunt acoperite de teste. Este posibil ca unele cazuri mai rare să nu apară în testele voastre, dar să fie testate la evaluare.