
filestat

Release 1.0.0

Francesco Pio Stelluti, Francesco Coppola

08 giu 2019

1	Introduzione	2
1.1	Sinossi del programma e avvio	2
1.2	Formato del file di input	3
1.3	Formato del file di output	3
2	Realizzazione del progetto	5
2.1	Struttura e architettura del codice sviluppato	5
2.2	Struttura dati implementata	6
2.3	Implementazione delle funzionalità richieste	7
2.4	Makefile	7
2.5	Test relativi al corretto funzionamento	8
3	Documentazione	11
	Indice	14

All'interno delle seguenti pagine sarà possibile trovare la documentazione generata per il progetto **filestat**, utility di sistema in grado di monitorare informazioni su file e directory, realizzato per il corso di *Laboratorio di Sistemi Operativi* dell'anno 2018/2019.

Lo sviluppo di tale codice è da attribuire interamente agli studenti **Francesco Pio Stelluti** e **Francesco Coppola**.

«Software application that is able to monitor a group of file taking information about them»

L'utility di sistema realizzata prende il nome di **filestat** e consente il monitoraggio avanzato di file e directory all'interno del sistema, fornendo dei report e delle statistiche riguardo a quest'ultimi.

1.1 Sinossi del programma e avvio

La sinossi del programma è:

```
filestat [options] [input] [output]
```

Dove:

- `input` è il file di input dove vengono definiti i parametri di esecuzione del programma, se omesso viene usato il file `filestat.in`;
- `output` è il file di output dove vengono collezionati i dati raccolti, se omesso viene usato il file `filestat.db`. Le informazioni presenti nel file di output vengono *aggiornate* ad ogni esecuzione del programma (**e non sovrascritte**).

Le possibili opzioni sono:

```
--verbose|-v  
--stat|-s  
--report|-r  
--history|-h <filepath>  
--user|-u <userId>  
--group|-g <groupId>  
--length|-l <min>:<max>  
--noscan
```

La descrizione è la seguente:

- `--verbose|-v`: durante l'esecuzione il programma mostra a video le informazioni sui file elaborati, ed i dati raccolti;
- `--stat|-s`: vengono mostrate sullo standard output le seguenti statistiche:
 - numero di file monitorati;
 - numero di link;
 - numero di directory;
 - dimensione totale;
 - dimensione media;
 - dimensione massima;
 - dimensione minima (in byte).
- `--report|-r`: al termine dell'esecuzione vengono mostrati sullo standard output le informazioni riguardanti numero di file elaborati, tempo di elaborazione, dimensione massima del file;
- `--history|-h <filepath>`: stampa sullo standard output la cronologia delle informazioni riguardanti il file <filepath>;
- `--user|-u <userId>`: stampa sullo standard output le informazioni di tutti i file di proprietà di <userId>
- `--group|-g <groupId>`: stampa sullo standard output le informazioni di tutti i file di proprietà di <groupId>
- `--length|-l <min>:<max>`: stampa sullo schermo le informazioni di tutti i file di dimensione (in byte) compresa tra <min> e <max> (:<max> indica ogni file di dimensione al più <max>, <min>: e <min> indicano ogni file di dimensione almeno <min>)
- `--noscan`: se presente questa opzione non viene effettuata la raccolta dei dati, ma vengono presentati solo le informazioni presenti nel file di output.

1.2 Formato del file di input

I parametri di esecuzione di un programma vengono definiti in un file di testo costituito da una sequenza di righe della seguente forma:

```
<path> [r] [l]
```

Dove `r` indica che occorre leggere ricorsivamente i file nelle directory sottostanti (applicando le stesse opzioni) mentre `l` indica che i link devono essere trattati come file/directory regolari, in questo caso le informazioni collezionate fanno riferimento al file riferito dal link e non a link stesso.

1.3 Formato del file di output

I dati raccolti vengono salvati usando il seguente formato:

```
# <path1>
<data1> <uid1> <gid1> <dim1> <perm1> <acc1> <change1> <mod1> <nlink1>
...
<data_n> <uid_n> <gid_n> <dim_n> <perm_n> <acc_n> <change_n> <mod_n> <nlink_n>
###
# <path2>
```

(continues on next page)

(continua dalla pagina precedente)

```

<data1> <uid1> <gid1> <dim1> <perm1> <acc1> <change1> <mod1> <nlink1>
...
<data_n> <uid_n> <gid_n> <dim_n> <perm_n> <acc_n> <change_n> <mod_n> <nlink_n>
###
...
# <pathm>
<data1> <uid1> <gid1> <dim1> <perm1> <acc1> <change1> <mod1> <nlink1>
...
<data_n> <uid_n> <gid_n> <dim_n> <perm_n> <acc_n> <change_n> <mod_n> <nlink_n>
###
###

```

Le informazioni associate al file/directory <path> iniziano con la riga:

```
# <path>
```

Successivamente si trovano una sequenza di righe (una per ogni analisi svolta) della forma:

```
<data> <uid> <gid> <dim> <perm> <acc> <change> <mod> <nlink>
```

Dove:

```

<data> indica ora-data in cui sono recuperate le informazioni;
<uid> è l'id dell'utente proprietario del file;
<gid> è l'id del gruppo del file;
<perm> è la stringa con i diritti di accesso al file;
<acc> data dell'ultimo accesso;
<change> data dell'ultimo cambiamento;
<mod> data dell'ultima modifica dei permessi;
<nlink> numero di link verso il file.

```

Le informazioni terminano con la riga:

```
###
```

Il file di output termina con una riga:

```
###
```

Realizzazione del progetto

La realizzazione del codice prodotto ha seguito uno standard **preciso ed efficiente** che ha reso lo sviluppo di quest'ultimo **flessibile ed elegante** ai fini di aver un'utility di sistema *altamente performante* grazie alle potenzialità offerte dal C stesso.

2.1 Struttura e architettura del codice sviluppato

La struttura del progetto si articola fondamentalmente su 5 file sorgente di estensione `.c`, a cui seguono altrettanti file di estensione `.h`, in cui vengono dichiarati i metodi da *estendere*:

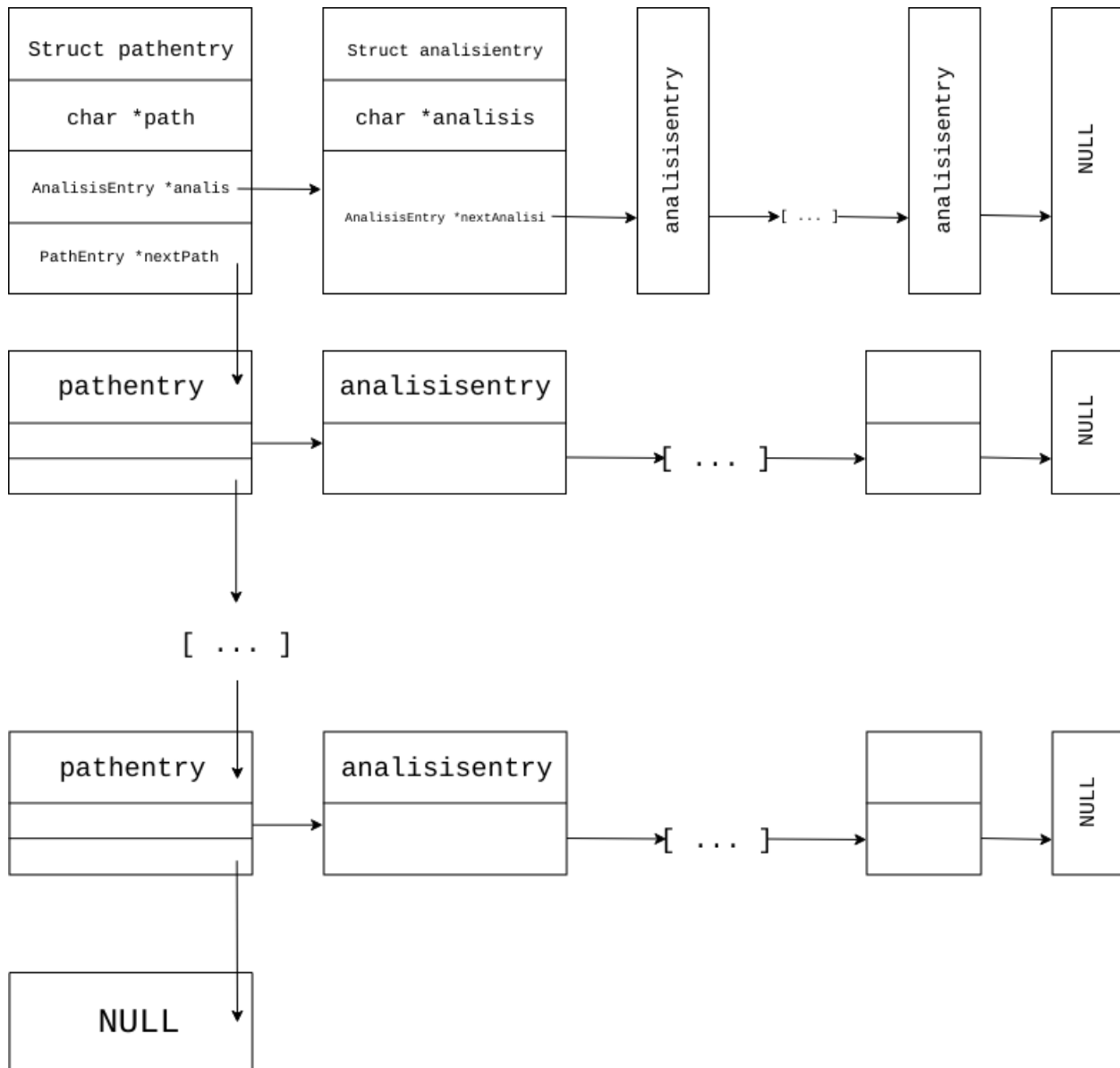
- `main.c`: contiene il codice di avvio del progetto. Consente il **parse** delle opzioni e la corretta apertura dei file di input e dei file di output.
- `datastructure.c`: contiene il codice necessario alla gestione della **struttura dati** impiegata nel progetto per la collezione dei dati relativi ai **file monitorati**.
- `scan.c`: contiene il codice necessario all'inizializzazione della **struttura** dati tramite la lettura delle informazioni specificate tramite i file di input e output.
- `inputscan.c`: contiene il codice finalizzato all'analisi del file di input e dei file i cui **pathname** sono specificati nel file di input. Aggiorna di conseguenza la **struttura dati** con le informazioni relative ai **file monitorati**.
- `output.c`: contiene il codice finalizzato all'analisi del file di output per poter inserire le informazioni contenute al suo interno nella **struttura dati** specificata in precedenza.

Per l'analisi dei singoli file sorgenti si rimanda alle sezioni dedicate alla spiegazione dei singoli metodi specificati al loro interno.

Le librerie impiegate all'interno del codice sono:

- Libreria standard di C: sono stati usati gli header `<stdio.h>`, `<string.h>`, `<stdlib.h>`, `<errno.h>`, `<time.h>`.
- Libreria POSIX C: sono stati usati gli header `<unistd.h>`, `<sys/stat.h>`, `<limits.h>`, `<pwd.h>`, `<grp.h>`, `<dirent.h>`, `<getopt.h>`.

2.2 Struttura dati implementata



La struttura dati alla base del funzionamento del progetto è stata definita tramite gli struct pathentry e analisisentry, entrambi definiti in datastructure.h e associati ai tipi PathEntry e AnalisisEntry definiti tramite il costrutto typedef. Lo struct pathentry è indirizzato alla definizione di una lista in cui ogni elemento contiene una stringa, associata ad un pathname, il puntatore ad un elemento AnalisisEntry ed il puntatore ad un elemento PathEntry, l'elemento successivo all'interno della lista. Analogamente lo struct analisisentry è puntato alla definizione di una lista i cui elementi contengono una stringa associata alle informazioni relative all'analisi di un file ed il puntatore ad un elemento AnalisisEntry, elemento successivo nella lista.

Elementi PathEntry e AnalisisEntry che non contengono informazioni sono associati al puntatore NULL. Le funzionalità incluse all'interno del file datastructure.h permettono di ottenere puntatori ad elementi vuoti di PathEntry e AnalisisEntry, di aggiungere ad una lista di PathEntry nuovi elementi tramite il passaggio di stringhe contenenti pathname e le informazioni derivate dall'analisi dei file associati a tali pathname, di verificare che una lista di PathEntry o di AnalisisEntry risulti vuota, di ottenere gli elementi successivi all'interno di una

lista `PathEntry` o `AnalysisEntry` dato il puntatore ad un elemento delle due liste e di ottenere il riferimento al primo elemento della lista di `AnalysisEntry` associata ad un dato elemento di una lista di `PathEntry`. Per ulteriori informazioni si rimanda alla sezione dedicata a `datastructure.c`, in cui sono presenti le definizioni dei metodi dichiarati in `datastructure.h` e in `datastructure.c`.

Essendo la struttura dati alla base del progetto basata su due implementazioni di una lista la sua complessità risulta essere:

- $O(P)$ quando è necessario aggiungere o recuperare le informazioni da uno specifico elemento `PathEntry`.
- $O(P \times A)$ quando è necessario aggiungere o recuperare le informazioni da uno specifico elemento `AnalysisEntry`.

Dove P rappresenta il numero di elementi `PathEntry` presenti nella struttura dati e A il numero massimo di elementi `AnalysisEntry` associati ad un `PathEntry`.

2.3 Implementazione delle funzionalità richieste

L'esecuzione del programma porta ad un aggiornamento complessivo delle informazioni contenute all'interno del file output, aggiungendo `pathname` se non già presenti e analisi delle informazioni relative ai file referenziati dai `pathname` presenti e aggiunti. Al termine dell'esecuzione il file di output risulterà pertanto aggiornato e non interamente sovrascritto. I `pathname` aggiunti al file di output gestito dal programma sono tutti assoluti per permettere la portabilità di tale file.

Per la gestione delle decisioni dell'utente circa l'uso di file di input e di output che non siano quelli di default si è deciso di assicurare le funzionalità del programma solo in presenza o in assenza dei `pathname` associati ad **entrambi** i file. L'inclusione di un singolo `pathname` all'interno della sinossi di avvio del programma porterà all'avvio del programma con l'impiego dei file di input e di output di default.

L'uso dell'opzione `-v/--verbose` porterà alla stampa sullo **standard output** di informazioni circa i file analizzati, quali il loro `pathname` relativo (che diventa assoluto nel caso il file analizzato sia un file referenziato da un link), l'eventuale natura di link o di directory e la corretta riuscita dell'operazione di analisi delle informazioni. L'implementazione delle opzioni `-s/--stat` e `-r/--report` risulta la medesima e consiste nella stampa sullo **standard output** delle informazioni richieste alla fine dell'elaborazione generale. L'uso dell'opzione `-h/--history`, seguita dal `pathname` del file di cui si vuole ottenere la cronologia, porterà alla stampa sullo **standard output** delle informazioni relative al file associato a tale `pathname`. Se il `pathname` non è presente all'interno del file di output gestito dal programma verrà effettuata una notifica sullo **standard output** di tale mancanza. Non sono ovviamente incluse le informazioni aggiunte tramite l'esecuzione del programma in corso. L'implementazione di `-u/--user` e `-g/--group` consiste in un **filtro** effettivo su quelli che sono i file da monitorare e di cui aggiungere informazioni nel file di output. L'inclusione di un file all'interno dell'operazione di analisi effettuata dal programma, *in presenza di tali opzioni*, porta alla stampa sullo **standard output** del `pathname` assoluto del file incluso nell'analisi e delle relative informazioni collezionate. Il medesimo discorso si applica anche all'implementazione di `-l/--length`. Infine, per l'implementazione di `--noscan` si è deciso di effettuare comunque l'operazione di popolamento della struttura dati con le informazioni derivate dal file di output evitando ogni tipo di operazione di analisi su ulteriori file, come quelli specificati dai `pathname` presenti nel file di input, e portando alla stampa sullo **standard output** delle informazioni presenti all'interno della struttura dati al termine delle operazioni del programma.

2.4 Makefile

Il `make` è un'utility, sviluppata sui sistemi operativi della famiglia UNIX, ma disponibile su un'ampia gamma di sistemi, che automatizza il processo di creazione di file che dipendono da altri file, risolvendo le dipendenze e invocando programmi esterni per il lavoro necessario.

Tale utility nel nostro caso è stata utilizzata per la compilazione di **codice sorgente** in **codice oggetto**, unendo e poi linkando il codice oggetto in un programma eseguibile chiamato `filestat`.

Essa usa file chiamati `makefile` per determinare il grado delle dipendenze per un particolare output, e gli script necessari per la compilazione da passare alla shell.

I *task* che mette a disposizione sono i seguenti:

- `make filestat`: converte il codice sorgente realizzato, *con le librerie a lui annesse*, in un codice oggetto eseguibile lanciando il comando `./filestat`
- `make clean`: elimina il contenuto delle directory indicate al suo interno per ottenere sempre un ambiente di lavoro pulito e privo di file obsoleti
- `make test`: generazione della cartella principale `folder_testing` in grado di dare all'utente **la possibilità** di testare il corretto funzionamento dell'utility `filestat`

2.5 Test relativi al corretto funzionamento

Per avere una stima rispetto al corretto funzionamento del codice sono stati effettuati, in primo luogo, dei test molto *spartani* mediante i comandi `ls -l`, `du -sh file_path` e utilizzando l'*explorer* di sistema fornito dall'OS.

Quest'ultimi ci restituivano infatti le informazioni **corrette** rispetto ai dati che analizzavamo, e in maniera banale, li confrontavamo con quelli che l'utility produceva. Una volta confermato il corretto funzionamento dell'utility si è deciso quindi di produrre una script per `bash` che fosse in grado di generare in maniera del tutto casuale file, link e directory, che a loro volta contenevano altrettanti elementi, per testare in maniera definitiva l'utility stessa e dimostrare in maniera oggettiva il suo funzionamento.

Da questa premessa nasce infatti `folder_testing.sh`.

Lo script in questione, disponibile all'interno della main directory del progetto, attinge a risorse di sistema localizzate in `/dev/urandom` per produrre dei contenuti di natura **random** relativi ai nomi dei file e delle directory e per popolare il loro contenuto.

L'esecuzione di tale script quindi genera una nuova directory `folder_testing` al cui interno sarà possibile trovare i file - *e le directory* - nati da tale generazione.

Per avviare tale processo sarà necessario lanciare il comando:

```
make test
```

Infatti all'interno del **Makefile** di cui si è parlato nella sezione relativa a codesto argomento è possibile reperire tale informazione.

È interessante poi vedere come l'implementazione e il lancio di tale script produca subito un risultato tangibile che attesti il numero di file e directory generate, così come il numero di link presenti e in particolar modo la somma complessiva del peso di tali file.

Di seguito è possibile apprezzare la bontà e la comodità di tale script:

```
./folder_testing
├── [ 4096] ICcJo
│   ├── [ 4096] 2ymehX
│   │   └── [ 4096] QP
│   │       ├── [ 4026] 8qRlg46s.bin
│   │       ├── [ 16086] bdkx0.bin
│   │       └── [ 3837] ezK6fiUW3dAR.bin
│   └── [ 4096] 87
│       └── [ 4096] QP
```

(continues on next page)

(continua dalla pagina precedente)

```

└─ [ 2109] tdzY.bin
└─ [ 16310] YpdiX.bin
└─ [ 4096] JmqQ
└─ [ 4096] QP
└─ [ 3652] Prdg0.bin
└─ [ 861] yMutQoBsI.bin
└─ [ 4096] Si1
└─ [ 4096] Aw
└─ [ 4096] OBxaN
└─ [ 6707] nq.bin
└─ [ 11253] pWIsm.bin
└─ [ 4096] aG
└─ [ 9555] ZbioiWDOw.bin
└─ [ 4096] h3n1
└─ [ 2694] 8m.bin
└─ [ 4096] rFes
└─ [ 19273] RRP.bin
└─ [ 8035] YpaCzp.bin
└─ [ 677] QT0Dwlb3.bin
└─ [ 4096] fkXD
└─ [ 4096] OBxaN
└─ [ 2503] aIqEChA.bin
└─ [ 4096] aG
└─ [ 1507] G5MF0.bin
└─ [ 4096] h3n1
└─ [ 3017] 1YF3kYeJ9P.bin
└─ [ 4096] rFes
└─ [ 6573] 07b.bin
└─ [ 3764] qBbF.bin
└─ [ 4096] l jPwu3
└─ [ 4096] OBxaN
└─ [ 9030] h5FDXIsn.bin
└─ [ 2658] XomM4.bin
└─ [ 4096] aG
└─ [ 2980] QUWYJY.bin
└─ [ 10209] RgziPE7jj.bin
└─ [ 4096] h3n1
└─ [ 3405] xKFZ6j.bin
└─ [ 4096] rFes
└─ [ 11185] 17s.bin
└─ [ 6144] uJW1U.bin
└─ [ 8663] Df8rs.bin
└─ [ 12494] Vqo8R.bin
└─ [ 4096] M F
└─ [ 4096] OBxaN
└─ [ 14186] rCt35X.bin
└─ [ 4096] aG
└─ [ 359] j0Bl7jx.bin
└─ [ 4096] h3n1
└─ [ 17973] SE4XX8ExlK.bin
└─ [ 4964] sfq0Q.bin
└─ [ 4096] rFes
└─ [ 13436] P9hWuuJV.bin
└─ [ 1663] G6G0n8W7.bin
└─ [ 10078] RjpHS.bin
└─ [ 7] link_0 -> Mru.bin
└─ [ 5795] Mru.bin

```

(continues on next page)

(continua dalla pagina precedente)

```
28 directories, 37 files
Dimensione totale dei file: 376452      ./folder_testing
```

Dopo aver lanciato tale comando infatti basterà modificare il percorso da analizzare all'interno del file di input fornito per poi confrontarle con quelle restituire dall'utility prodotta.

PathEntry * **readInputFile** (FILE * *input*, PathEntry * *entry*)

Gestione completa delle analisi delle informazioni presenti sul file di input trattato dal programma.

Parametri

- **input** – puntatore al file di input da cui leggere le informazioni sulle analisi passate
- **entry** – puntatore alla struttura dati PathEntry in cui inserire le informazioni recuperate grazie al file di input

Ritorna puntatore alla struttura dati PathEntry aggiornata

PathEntry * **inputLineAnalysis** (char * *riga*, PathEntry * *entry*)

Metodo che legge interamente le linee presenti all'interno del file di input.

Parametri

- **riga** – puntatore all'array di caratteri contenente la riga del file desiderata di cui si vuole effettuare la lettura
- **entry** – puntatore alla struttura dati PathEntry in cui inserire le informazioni recuperate grazie all'analisi della riga

Ritorna puntatore alla struttura dati PathEntry aggiornata

PathEntry * **scanFilePath** (char * *path*, int *isR*, int *isL*, PathEntry * *entry*)

Analisi completa di un singolo file.

Parametri

- **path** – puntatore all'array di caratteri contenente path del file da analizzare
- **isR** – flag per l'analisi ricorsiva del file in caso sia una directory
- **isL** – flag utile in caso il file analizzato sia un link, di cui vengono analizzate le informazioni senza far riferimento al file referenziato
- **entry** – puntatore alla struttura dati PathEntry in cui inserire le informazioni recuperate grazie all'analisi del file

Ritorna puntatore alla struttura dati PathEntry aggiornata

PathEntry * **directoryAnalysis** (struct stat * *dirStat*, PathEntry * *entry*, int *isR*, int *isL*, char * *path*)
Analisi delle entry presenti all'interno di un file directory.

Parametri

- **dirStat** – puntatore all'istanza di struct stat in cui sono contenute le informazioni del file da analizzare
- **entry** – puntatore alla struttura dati PathEntry in cui inserire le informazioni recuperate grazie all'analisi del file
- **isR** – flag da passare all'analisi dei file referenziati dalle entry del file directory argomento
- **isL** – flag da passare all'analisi dei file referenziati dalle entry del file directory argomento
- **path** – puntatore all'array di caratteri contenente il pathname associato a dirStat

Ritorna puntatore alla struttura dati PathEntry aggiornata

PathEntry * **addFileAnalysis** (struct stat * *currentStat*, char * *path*, PathEntry * *entry*)
Aggiunta delle informazioni associate all'analisi di un file ad una struttura dati PathEntry.

Parametri

- **currentStat** – puntatore all'istanza di struct stat in cui sono contenute le informazioni del file da analizzare
- **path** – puntatore all'array di caratteri associato al file da analizzare
- **entry** – puntatore alla struttura dati PathEntry in cui inserire le informazioni recuperate grazie all'analisi del file

Ritorna puntatore alla struttura dati PathEntry aggiornata

int **checkLength** (struct stat * *file*)
Verifica che un file rispetti le condizioni espresse con il flag `-l/--length`.

Parametri

- **file** – puntatore al file di cui verificare le condizioni

Ritorna 0 in caso di esito negativo della verifica, 1 in caso di esito positivo della verifica

int **checkUID** (struct stat * *file*)
Verifica che un file rispetti le condizioni espresse con il flag `-u/--user`.

Parametri

- **file** – puntatore file di cui verificare le condizioni

Ritorna 0 in caso di esito negativo della verifica, 1 in caso di esito positivo della verifica

int **checkGID** (struct stat * *file*)
Verifica che un file rispetti le condizioni espresse con il flag `-g/--group`.

Parametri

- **file** – puntatore al file di cui verificare le condizioni

Ritorna 0 in caso di esito negativo della verifica, 1 in caso di esito positivo della verifica

int **checkOptions** (struct stat * *file*)
Verifica che un file rispetti le condizioni espresse con i flag `-l/--length`, `-u/--user` e `-g/--group`.

Parametri

- **file** – puntatore al file di cui verificare le condizioni

Ritorna 0 in caso di esito negativo della verifica, 1 in caso di esito positivo della verifica

char * **findLastOf** (char * *str*, char *c*)

Permette di ottenere il puntatore all'ultima occorrenza di un carattere presente in una stringa. Metodo ausiliario a `getLinkAbsPath(char*)`.

Parametri

- **str** – puntatore all'array di caratteri di cui effettuare l'analisi
- **c** – carattere di cui si vuole ottenere il puntatore all'ultima occorrenza

Ritorna puntatore all'ultima occorrenza all'interno della stringa passata come argomento del carattere passato come argomento

char * **getLinkAbsPath** (char * *path*)

Metodo necessario al get del pathname assoluto di un link.

Parametri

- **path** – puntatore all'array di caratteri contenente il filename del link di cui si vuole ottenere il percorso assoluto

Ritorna la stringa contenente il percorso assoluto del link passato come parametro locale

A

`addFileAnalysis` (*funzione C*), 12

C

`checkGID` (*funzione C*), 12

`checkLength` (*funzione C*), 12

`checkOptions` (*funzione C*), 12

`checkUID` (*funzione C*), 12

D

`directoryAnalysis` (*funzione C*), 12

F

`findLastOf` (*funzione C*), 13

G

`getLinkAbsPath` (*funzione C*), 13

I

`inputLineAnalysis` (*funzione C*), 11

R

`readInputFile` (*funzione C*), 11

S

`scanFilePath` (*funzione C*), 11