

FFTW

Fast Fourier Transform
in the West

A. Murli

FFTW

FFTW

è una collezione di routine
scritte in **C**,
per il calcolo della **DFT**
m-dimensionale
di un vettore
di **lunghezza $n \in \mathbb{N}$**

A. Murli

FFTW – introduzione

FFTW
è una collezione di routine:

- per il calcolo della **DFT**
- per il calcolo della **trasformata di coseni**
- per il calcolo della **trasformata di seni**

FFTW - introduzione

FFTW
è strutturato come una libreria,
le cui routine, dette **codelets**,
sono combinabili
fra loro.

Ciascun codelets
esegue
il calcolo di una **DFT** di lunghezza n fissata.

FFTW - introduzione

FFTW
implementa diversi algoritmi
per il calcolo della DFT
monodimensionale
fra cui l'algoritmo di
Cooley & Tukey

La complessità computazionale è per tutti gli algoritmi
 $O(n \cdot \log n)$

FFTW - caratteristiche

FFTW
possiede le routine
più veloci
in termini di esecuzione
per il calcolo della DFT!

Tale proprietà della FFTW
è basata
su **2 principali caratteristiche**

FFTW - caratteristiche

FFTW
possiede le routine

più veloci

in termini di esecuzione
per il calcolo della DFT!

I caratteristica

FFTW adatta
automaticamente
il software
all'hardware:
metodologie AEOS

II caratteristica

FFTW genera
automaticamente il
codice più efficiente
per il calcolo della DFT
mediante uno speciale
compilatore: **genfft**

Automated Empirical Optimization of Software

A. Murli – Calcolo Scientifico

7

FFTW – I caratteristica, AEOS

Le metodologie AEOS
sono tecniche di **ottimizzazione**
del software.

Si dividono in 2 gruppi:

*Metodologie di
ottimizzazione rispetto
all'ambiente di sviluppo:*

1. fattore di blocco
2. loop optimization
3. ...

*Metodologie di
adattamento del
codice sorgente:*

1. implementazione multipla
2. generazione di codice
3. ...

A. Murli – Calcolo Scientifico

8

FFTW – II caratteristica, genfft

genfft è uno speciale compilatore
che a partire da n ,
lunghezza del vettore,
“genera” il codice più veloce
per il calcolo della DFT.

genfft

effettua una combinazione opportuna di codelets:
il **plan**

FFTW – il plan

Il **plan**
è un insieme di istruzioni,
che indica in quale ordine devono essere
eseguiti i codelets.

Nelle versioni attuali di FFTW il
plan ha struttura di albero
e può essere memorizzato per **successivi impieghi**.

*lo stesso plan
può essere utilizzato
per il calcolo della DFT di
vettori di una stessa lunghezza n !*

FFTW – il plan

Il **plan**
è un insieme di istruzioni,
che indica in quale ordine devono essere
eseguiti i codelets.

Nelle versioni attuali di FFTW il
plan ha struttura di albero
e può essere memorizzato per successivi impieghi.

Le istruzioni contenute nel plan vengono eseguite
da un opportuno programma:
l'executor

11

FFTW – l'executor

L'**executor**
è la componente di FFTW che si occupa del
calcolo della DFT
seguendo le istruzioni del plan.

L'executor **implementa**
la strategia "dividi e conquista"
dell'algoritmo di Cooley & Tukey.

FFTW - la trasparenza

Le azioni di FFTW
sono del tutto **trasparenti** all'utente.

↓
L'utente **sceglie** la routine
per definire il plan
per il calcolo della DFT m-dimensionale

fftw_plan_dft_1d(...)	DFT mono dimensionale
fftw_plan_dft_2d(...)	DFT bi dimensionale
fftw_plan_dft_3d(...)	DFT tri dimensionale
fftw_plan_dft(...)	DFT m -dimensionale

13

FFTW - la trasparenza

Le azioni di FFTW
sono del tutto **trasparenti** all'utente.

↓
Dopo aver definito il plan
l'utente fa eseguire
le istruzioni contenute in esso
mediante:

fftw_execute(...)	Executor del plan
--------------------------	-------------------

FFTW – Esempio d'uso

Problema:

Calcolo della DFT monodimensionale di un vettore di lunghezza n .

```
#include <fftw3.h>
...
{
    fftw_complex *in, *out;
    fftw_plan p;
    ...
    in = fftw_malloc(sizeof(fftw_complex)*n);
    out = fftw_malloc(sizeof(fftw_complex)*n);
    /* Generazione del plan */
    p = fftw_plan_dft_1d(n,in,out,FFTW_FORWARD,FFTW_ESTIMATE);
    ...
    /* Esecuzione del plan (executor) */
    fftw_execute(p);
    ...
    fftw_destroy_plan(p);
    fftw_free(in); fftw_free(out);
}
A. Murli – Calcolo Scientifico
```

15

FFTW – l'header file: fftw3.h

```
#include <fftw3.h>
```

L'header file `fftw3.h` contiene informazioni necessarie per una corretta compilazione.

FFTW possiede tipi di variabili non standard del linguaggio C:

`fftw_complex`

`fftw_plan`

FFTW – l'header file: fftw3.h

```
#include <fftw3.h>
```

L'header file `fftw3.h` contiene informazioni necessarie per una corretta compilazione.

FFTW possiede funzioni non standard del linguaggio C, per l'allocazione e la distruzione di memoria :

```
fftw_malloc
```

```
fftw_free
```

```
fftw_destroy_plan
```

FINE LEZIONE