

ALMA MATER STUDIORUM · UNIVERSITÀ DI BOLOGNA  
SEDE DI CESENA

---

FACOLTÀ DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI  
Corso di Laurea in Scienze dell'Informazione

# SVILUPPO DI UN SOFTWARE PER L'ANALISI REAL-TIME DI DATI RADIOASTRONOMICI SU MACCHINE MULTICORE

Relazione Finale in  
Programmazione

Relatore:  
Chiar.mo Prof.  
ANTONELLA CARBONARO

Presentata da:  
STÉPHANE BISINGER

Sessione Prima  
Anno Accademico 2009 — 2010



# Indice

<b>Introduzione</b>	<b>v</b>
<b>1 Basi di elaborazione del segnale</b>	<b>1</b>
1.1 Segnali . . . . .	1
1.2 ADC: Analog-to-Digital Conversion . . . . .	2
1.2.1 Segnali analogici, segnali digitali . . . . .	2
1.3 La Trasformata di Fourier . . . . .	2
1.4 La Trasformata Discreta di Fourier . . . . .	2
1.5 FFT: Fast Fourier Transform . . . . .	2
<b>2 Progettazione e architettura</b>	<b>3</b>
2.1 Obiettivi . . . . .	3
2.2 Gerarchia di classi . . . . .	3
<b>3 Sviluppo del progetto</b>	<b>5</b>
3.1 Librerie . . . . .	5
<b>4 Risultati e considerazioni</b>	<b>7</b>
<b>5 Conclusioni e sviluppi futuri</b>	<b>9</b>



# Introduzione



# Capitolo 1

## Basi di elaborazione del segnale

In questo capitolo introdurremo alcuni concetti basilari sull'elaborazione dei segnali numerici necessari alla comprensione del funzionamento di uno spettrometro e del suo campo di applicazione. Sapere cosa sia un segnale, come si estraggono ed elaborano le informazioni in esso contenuto, quali siano i concetti matematici utilizzati è fondamentale per capire il lavoro svolto. Questo materiale introduttivo è sufficiente per avere una panoramica sui concetti teorici utilizzati, per approfondimenti fare riferimento alla bibliografia.

### 1.1 Segnali

Il nostro corpo è in grado di percepire, attraverso i sensi, alcune delle variazioni nelle proprietà fisiche del mondo che ci circonda. Queste variazioni che percepiamo vengono elaborate dal nostro cervello che riesce a ricavarne informazioni utili: In questo modo siamo in grado di percepire se fa caldo o freddo, se c'è luce, se un oggetto è di un colore piuttosto che un altro, ecc. Va notato che in questi segnali c'è una componente fisica (la temperatura) e l'informazione veicolata (freddo/caldo). [BCR09]

**Definizione 1.1.** *Si dice segnale una qualunque quantità che varia nel tempo o nello spazio.*

Secondo la precedente definizione, quindi, è possibile che un segnale non contenga informazioni utili: in questo caso ci si riferisce al segnale come *rumore*. Il rumore è anche una componente di interferenza o errore su di un segnale che si cerca di interpretare.

Un segnale viene quindi rappresentato da una funzione  $g = f(c)$ , ove:

- $g$  è una variabile dipendente su di una grandezza fisica in relazione al tempo o spazio.
- $c$  è una variabile indipendente che rappresenta lo spazio o il tempo.
- $f$  è una funzione che associa ad un valore temporale o spaziale  $c$  la corrispondente quantità  $g$ .

Per semplicità di esposizione, d'ora in avanti si farà riferimento unicamente a segnali in relazione al tempo.

## 1.2 ADC: Analog-to-Digital Conversion

Per interpretare i segnali del mondo che ci circonda, possiamo sfruttare la velocità di calcolo di un elaboratore; tuttavia per poterlo usare, bisogna essere in grado di rappresentare le informazioni che riceviamo in modo che l'elaboratore sia in grado di capirle. Per questo motivo dobbiamo trovare un modo di trasformare un segnale *analogico* in un segnale *digitale*.

### 1.2.1 Segnali analogici, segnali digitali

Come abbiamo visto nella definizione 1.1, i segnali hanno due componenti: il tempo e il valore assunto dalla grandezza fisica che osserviamo. Queste due componenti possono assumere un qualunque valore reale, cioè il segnale ha *tempo continuo* e *valori continui*. Tuttavia, a questa maniera il segnale non può essere rappresentato da un elaboratore, in quanto un elaboratore può contenere solamente quantità finite, mentre le componenti del segnale sono quantità infinite. Per questo motivo bisogna cercare di far rientrare il segnale in un range di valori finiti e renderlo così rappresentabile da un calcolatore.

Per rendere finita la misurazione del tempo, si possono salvare i valori rilevati ad un intervallo prefissato, ad esempio una volta ogni secondo. Misurando un segnale per 10 secondi si otterranno così 10 valori associati ad ogni secondo. Un segnale di questo tipo ha *tempo discreto*, ma valori ancora *continui*. Un dispositivo che raccoglie valori con una determinata frequenza si chiama *campionatore*.

Per rendere i valori finiti, si può scegliere di utilizzare un certo insieme di grandezze, ad esempio 1 e  $-1$ , e per ogni valore rilevato, associare la grandezza più vicina. Quindi se rileviamo i valori 4, 10,  $-5$  e  $-13$ , salviamo il segnale con i valori 1, 1,  $-1$ ,  $-1$ . Così facendo, il segnale assume *valori finiti* che sono rappresentabili in un elaboratore, nell'esempio fatto con l'uso di 1 bit. Un dispositivo che associa ai valori rilevati il più vicino valore rappresentabile dall'elaboratore si chiama *quantizzatore*.

Un segnale che ha tempo *continuo* e valori *continui* si chiama *segnale analogico*, mentre un segnale con tempo *discreto* e valori *finiti* si chiama *segnale digitale*.

Come è facile intuire, la conversione da analogico a digitale può introdurre degli *errori*, cioè del *rumore*, in quanto la versione digitale di un segnale analogico è una approssimazione. Fortunatamente è possibile valutare questo margine di errore e ridurlo a seconda delle necessità sia aumentando il numero di bit usati per rappresentare i valori nel tempo, sia aumentando il numero di rilevazioni effettuate nello spazio temporale di osservazione.

## 1.3 La Trasformata di Fourier

## 1.4 La Trasformata Discreta di Fourier

## 1.5 FFT: Fast Fourier Transform

Taken from [BCR09]



## Capitolo 2

# Progettazione e architettura

### 2.1 Obiettivi

### 2.2 Gerarchia di classi



## Capitolo 3

# Sviluppo del progetto

### 3.1 Librerie

See 4.



## Capitolo 4

# Risultati e considerazioni



## Capitolo 5

# Conclusioni e sviluppi futuri





# Bibliografia

- [BCR09] Alberto Bertoni, Paola Campadelli, and Giuliano Rossi. Introduzione all'elaborazione dei segnali. <http://homes.dsi.unimi.it/~bertoni/Introduzione%20elaborazione%20segnali.pdf>, 2009. 1.1, 1.5