

Tema 1. Introducció

Contents

1	Senyals i Sistemes	1
2	Anàlisi de Fourier	3
3	Senyals i Sistemes Discrets	3
4	Senyals aleatoris. Renou	3
5	Processament Digital del Senyal (DSP)	3

1 Senyals i Sistemes

El terme *senyal* fa referència a qualsevol informació mesurable generada per un fenomen físic. Alguns exemples de senyals són:

- la veu humana, o millor dit, la mesura de la veu humana, és a dir, la variació de la pressió de l'aire a mida que parlem,
- l'evolució de la intensitat elèctrica en un circuit elèctric,
- una fotografia, o millor dit, el valor de lluminositat o color en cada punt del paper fotogràfic.

En termes matemàtics el concepte de *senyals* es correspon amb la noció de funció. Aquestes funcions poden ésser uni-dimensionals (com en el cas de la veu o de la intensitat elèctrica), bi-dimensionals (la fotografia) o, en general, n -dimensionals. A més a més cal observar que no tots els senyals són funció del temps sinó que també poden representar variacions en l'espai (com en el cas de les fotografies) o qualsevol altre magnitud.

Un *sistema* o *filtre* és qualsevol procés que modifica un senyal i es pot modelar matemàticament com un operador que actua sobre una funció (el senyal d'entrada) per donar una nova funció (el senyal de sortida). Esquemàticament:

Com a exemples de sistemes tenim els següents:

- un circuit elèctric,
- un micròfon,
- el zoom d'una càmera fotogràfica.

El segon d'aquests exemples ens permet il·lustrar el fet que els senyals d'entrada i de sortida d'un sistema poden ésser de natures diferents: en el cas del micròfon, l'entrada és una variació en la pressió de l'aire i la sortida és una variació en la intensitat elèctrica. En els altres dos exemples, no obstant, els senyals d'entrada i de sortida són del mateix tipus.

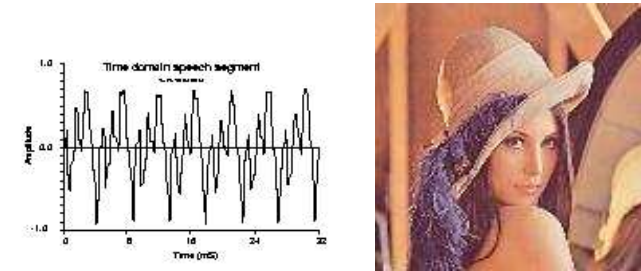


Figure 1: Dos exemples de senyals. A l'esquerra, un senyal de veu. A la dreta, una imatge



Figure 2: Representació esquemàtica d'un sistema o filtre

2 Anàlisi de Fourier

Una de les eines bàsiques per a l'estudi dels senyals és l'anàlisi de Fourier. Recordem que l'anàlisi de Fourier té el seu origen en l'estudi, per part de Jean Baptiste Joseph Fourier (1768-1830), de la propagació de la calor. En 1807 Fourier va proposar la utilització de sinusoides per a la representació dels senyals obtinguts en mesurar variacions de temperatura. El mateix tipus d'anàlisi es pot aplicar a qualsevol altre tipus de senyal.

El fet que qualsevol senyal provenent del món físic, per complex que sigui, pugui ésser descomposada en una suma de funcions simples (les sinusoides) fa de l'anàlisi de Fourier una eina fonamental en l'estudi dels senyals. Donat que una sinusoide es defineix per dos paràmetres, la seva freqüència i la seva amplitud, es pot interpretar l'anàlisi de Fourier com un mètode per trobar quines són les freqüències que defineixen el nostre senyal, així com el pes o importància de cada una d'elles (en altres paraules, ens permet fer un **anàlisi espectral** dels senyals).

L'anàlisi de Fourier també es pot aplicar a l'estudi dels sistemes. En el Tema 3 veurem com es classifiquen els sistemes i la seva caracterització freqüencial.

En el Tema 2 es fa un repàs dels fonaments de la Teoria de Fourier i de les principals propietats de les transformades de Fourier.

3 Senyals i Sistemes Discrets

La popularització dels primers ordinadors digitals durant els anys 60 i 70 va proporcionar una potent eina de càlcul als enginyers i matemàtics. No obstant, per utilitzar aquestes eines va ésser necessària l'adaptació de les dades dels problemes a un format que els ordinadors poguessin manejar. En el cas dels senyals, això implica la seva **digitalització**.

El procés de digitalització comprèn dos passos:

- **discretització** de la variable de la qual depenen els valors del senyal (temps, espai, etc.), ja que l'ordinador no pot emmagatzemar un nombre infinit de valors.
- **quantització** dels valors del senyal, ja que l'ordinador no pot emmagatzemar les dades amb una precisió infinita.

L'estudi formal del problema de la discretització dels senyals continus ens portarà introduir el concepte de *distribucions* i, eventualment, al Teorema de Shannon. Aquest estudi es durà a terme en el Tema 2.

En el Tema 3 s'explicarà com les eines de l'anàlisi de Fourier es poden aplicar als senyals discrets i veurem un algoritme ràpid per al càlcul de la Transformada de Fourier d'un senyal discret (la **FFT**).

4 Senyals aleatoris. Renou

En l'estudi de la natura apareixen uns senyals pels quals no podem predir el seu comportament en un lloc o instant determinat però que estan sotmesos al principi de regularitat estadística. Aquest senyals reben el nom de **renou** i es el seu comportament es pot modelar amb mètodes estadístics.

El renou, en general, es combina amb els senyals mesurats, desvirtuant les dades originals. Al llarg del curs veurem algunes tècniques dissenyades per eliminar o reduir l'efecte del renou damunt dels senyals.

5 Processament Digital del Senyal (DSP)

El terme Processament Digital del Senyal fa referència als fonaments matemàtics, els algoritmes i les tècniques utilitzades per a la manipulació de senyals digitals. Això inclou una àmplia varietat d'objectius: millora

d'imatges, reconeixement de veu, compressió de dades per a emmagatzemament/transmissió, etc. El DSP és un bon exemple d'interdisciplinarietat entre diferents branques de la ciència (Figura ??). L'esquema de la Figura ?? mostra algunes de les aplicacions del DSP.

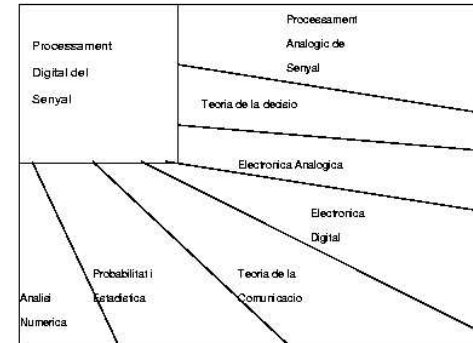


Figure 3: [?]. Àrees de la ciència que intervenen en el desenvolupament del Processament Digital de Senyal

Aquest curs intenta donar una base per als estudiants interessats en el Processament Digital de Senyals, amb especial èmfasi en el Processament d'Imatges. En els primers temes es presentaran, de forma rigorosa però no exhaustiva, les eines matemàtiques bàsiques per al disseny d'algoritmes de processament de senyal i la resta de temes es dedicaran a descriure algoritmes 'clàssics'. També es presentaran casos pràctics d'aplicació d'aquests algoritmes.

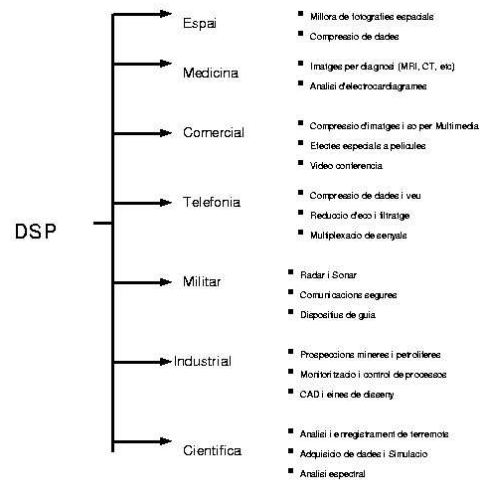


Figure 4: [?]. Aplicacions del Processament Digital de Senyal