

Traitement des signaux

Prof. Jean-Philippe Thiran
Laboratoire de traitement des signaux (LTS5)

Prof. Pascal Frossard
Laboratoire de traitement des signaux (LTS4)

11 septembre 2024



Informations générales

- Objectifs principaux du cours
 - Acquérir les bases du traitement du signal
 - Construire des filtres numériques
 - Développer les connaissances en analyse spectrale
- Prérequis
 - Signaux et Systèmes



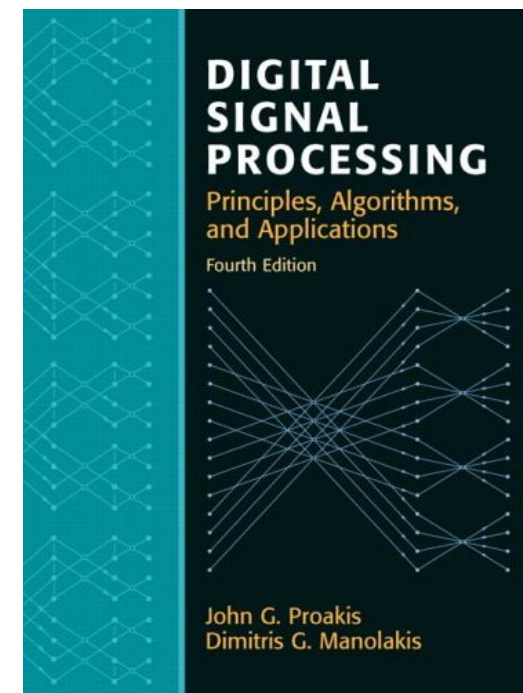
Contenu du cours

- Objectif : Présenter les principales notions de traitement des signaux
 - Qu'est-ce qu'un signal - typologie
 - Analyse et synthèse de signaux déterministes
 - Théorème de la projection
 - Transformée de Fourier
 - Echantillonnage, quantification et reconstruction
 - Transformée en z (révision)
 - Transformée de Fourier discrète (TFD) et rapide (FFT)
 - Introduction aux systèmes linéaires
 - Filtres numériques (RIF & RII)
 - Estimation et prédiction linéaire
 - Analyse spectrale



Support de cours

- Support du cours
 - Vos notes manuscrites
 - Transparents disponibles sur le moodle
 - livre de référence conseillé : John G. Proakis and Dimitris G. Manolakis, «Digital Signal Processing», Prentice All, 2007



Organisation du cours

- 4h par semaine :
 - Mercredi de 13h15 à 15h
 - Jeudi de 13h15 à 15h
- Cours théoriques (ELD020)
- Exercices (ELD020)
- TP sur ordinateur en Python + Jupyter (ELD020)
- Page *moodle* : moodle.epfl.ch
 - Description
 - Agenda
 - Enoncés des TP/labos
 - Contacts



Evaluation

- Un examen mid-term - 50% de la note finale
 - Un examen final - 50% de la note finale
-
- TAs: vous les trouvez sur la page Moodle du cours



Agenda 2024

- 1ère partie - Prof. Jean-Philippe Thiran

11.09	Cours 1	Intro + signaux déterministes (GRC001)
12.09	Cours 2	Signaux déterministes - théorème de la projection (ELD020)
18.09	Cours 3	Signaux déterministes - transformée de Fourier (GRC001)
19.09	Cours 4	Transformée de Fourier discrète (ELD020)
25.1	Cours 5	Transformée de Fourier discrète (GRC001)
26.10	Cours 6	Transformée de Fourier discrète (ELD020)
02.10	Labo 1	Signaux déterministes (GRC001)
3.10	Labo 2	Transformée de Fourier discrète (ELD020)



Le traitement du signal

Brève introduction

Prof. Jean-Philippe Thiran
Signal Processing Laboratory (LTS5)
EPFL

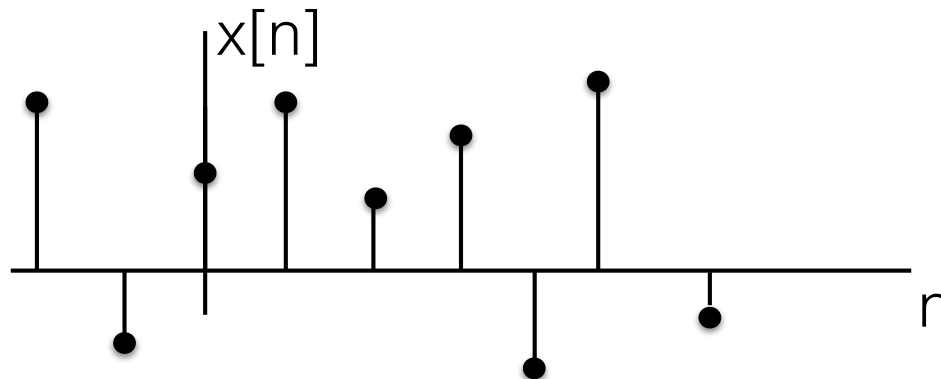


Traitement des signaux, automne 2024
Prof. Jean-Philippe Thiran
Prof. Pascal Frossard

EPFL

Questions 'existentielles'

- Qu'est-ce qu'un signal?



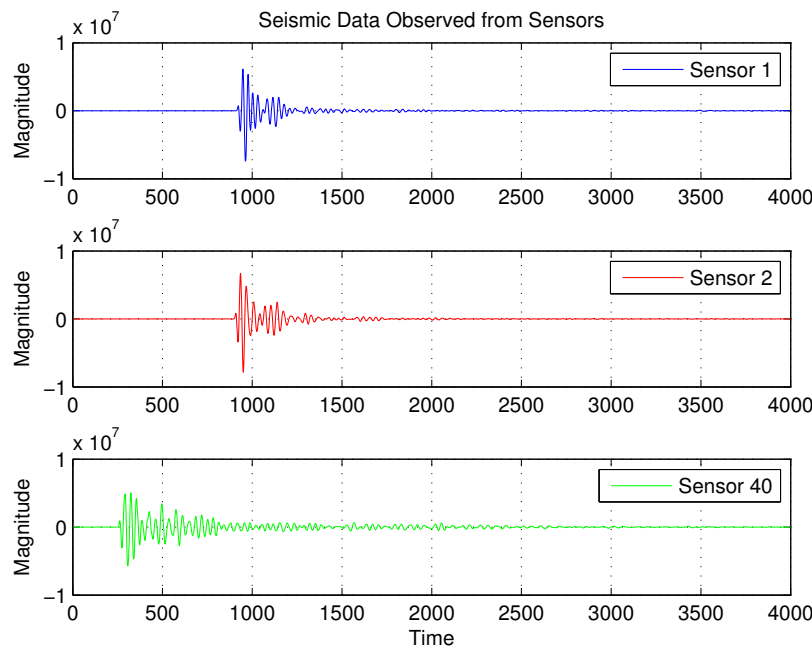
- Qu'est-ce que le traitement du signal?
- Quels sont les outils du traitement du signal?

More: <http://AllSignalProcessing.com>

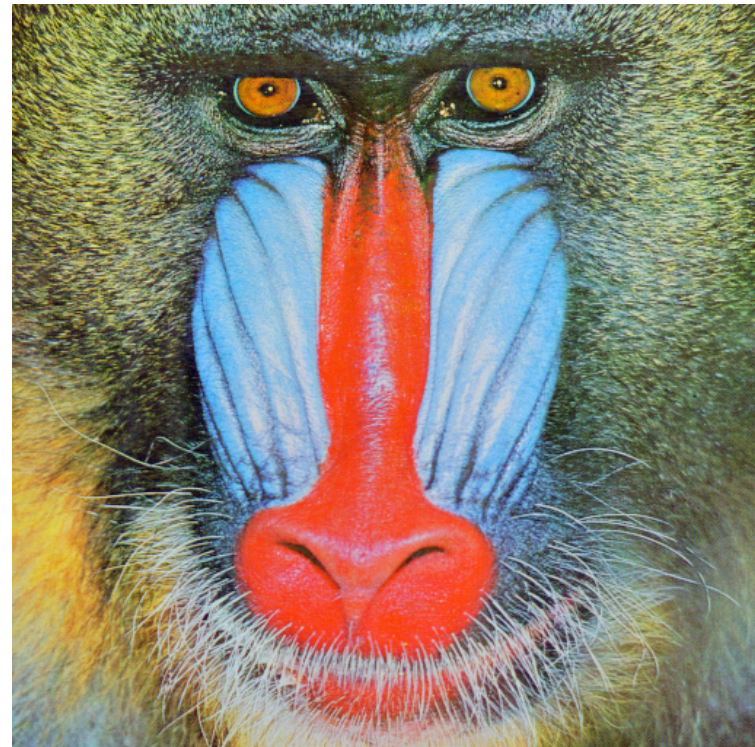


Signal

- Un signal est la représentation de l'évolution d'une quantité (physique) en fonction du temps ou de l'espace



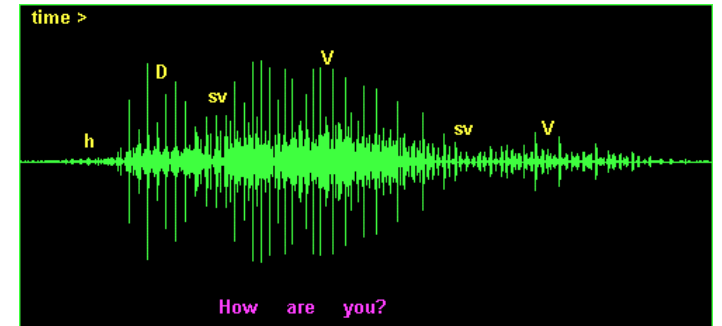
Signaux sismiques



Image

D'autres exemples de signaux

- Son, musique, parole
- Films/vidéo clips
- Emissions de radio ou télévision
- Electro-cardiogramme
- Valeurs de pression
- Cours boursiers
- etc...



people.seas.harvard.edu



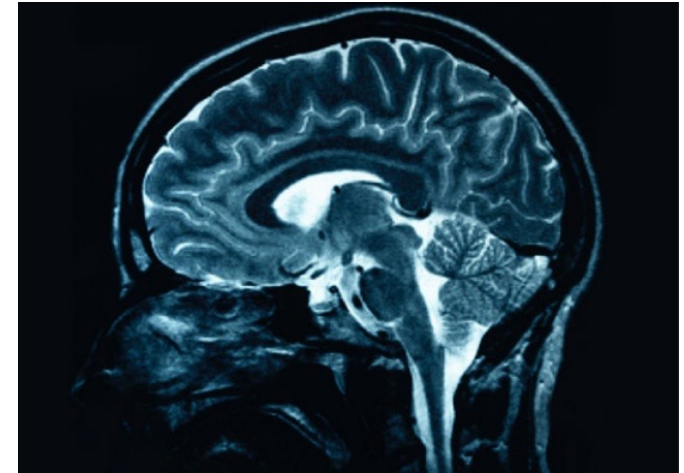
Traitement du signal

- Manipulation d'un signal pour le transformer, l'améliorer, ou en extraire des informations
- Le traitement du signal est effectué par l'intermédiaire
 - d'un ordinateur, d'un programme informatique
 - d'un circuit intégré spécifique
 - d'un système électronique



Exemples d'applications

- Electronique grand public
 - TV, caméras, smartphones...
- Transport
 - Localisation GPS, suivi d'avion..
- Medical
 - Imagerie, suivi EEG/ECG...
- Observation
 - Astronomie, suivi de climat, prévision météo...



Problème 1: débruitage

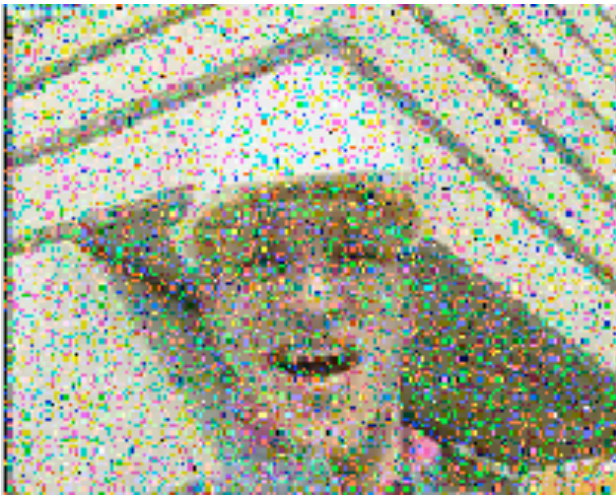


Image bruitée

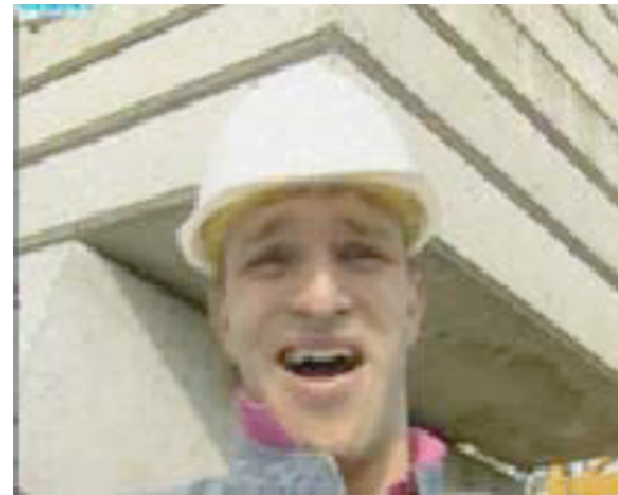


Image 'débruitée'

Problème 2: reconnaissance



Airplane



Car



Person

visgraph.cs.ust.hk

Philosophie du traitement du signal

- Un **modèle** est souvent utilisé
 - pour caractériser le signal ou le bruit
 - pour relier les valeurs physiques aux valeurs mesurées
- Le modèle est dérivé de connaissances a priori
 - une voiture a généralement 4 roues
 - fréquence de la voix masculine: $[85, 180]$ Hz
 - le bruit est gaussien
- Il faut trouver un compromis entre performance et complexité du modèle



Langage du traitement de signal

- Mathématiques

- Analyse
- *Transformée de Fourier*
- Algèbre linéaire

$$X(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-j\omega t} dt$$

$$x[n] = H^T y[n]$$

- Probabilités et statistiques

- Modèles de bruit
- Caractérisation des résultats

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(z-\mu)^2}$$

Résumé

- Le traitement du signal est ‘partout’
 - nombreuses applications courantes
- Le traitement du signal est utilisé pour
 - enlever du bruit
 - corriger l'information
 - compresser et transmettre de l'information
 - trouver l'information intéressante ou utile
- Les modèles mathématiques sont importants



IEEE SPS introduction



<https://www.youtube.com/watch?v=EErkgr1MWw0>



Traitement des signaux, automne 2024
Prof. Jean-Philippe Thiran
Prof. Pascal Frossard

EPFL