

Sub-pixel Image Processing

Lionel Moisan, M2 MVA 2023-2024

Objectifs :

- Comprendre le lien entre l'image numérique (discrète) et la réalité continue sous-jacente.
- Explorer plusieurs contributions récentes et problèmes ouverts du domaine (super-résolution, mesures de netteté, régularisation sous-pixellique).

Contenu:

- 70% de maths, dont une bonne partie en lien avec les transformations de Fourier
- 30% de modélisation (utilisation de ces maths pour l'analyse et le traitement d'images)
- 0% deep learning

Imagerie satellitaire



image Spot 1 (1986 - résolution 20m)

Imagerie satellitaire

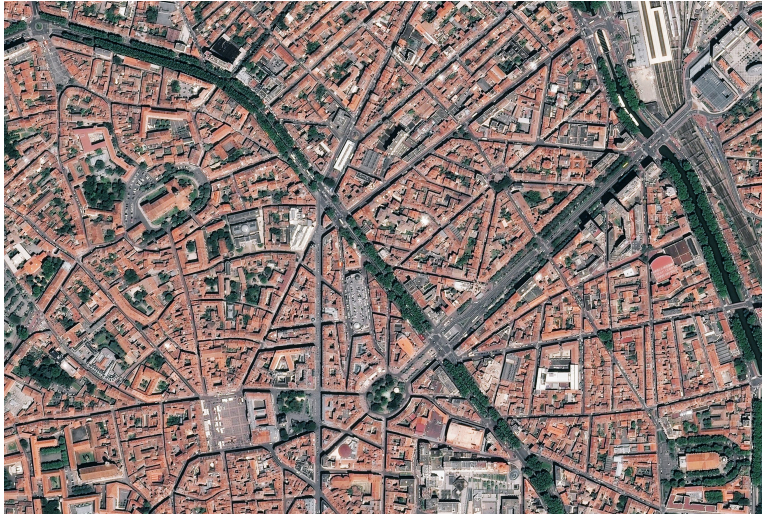
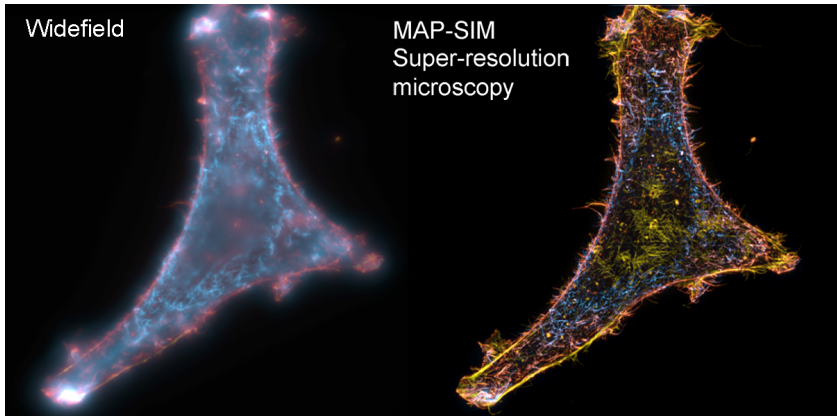


image Pléiades (2014 - résolution 1,5 m)
la résolution a été multipliée par 13 !

Microscopie



En projetant de la lumière structurée sur un échantillon, et grâce à des algorithmes de reconstruction avancés, la limite de résolution des microscopes optiques (~ 200 nanomètres) peut être franchie.

PLAN DU COURS

1. Formation et représentation des images numériques.

Projection perspective. Homographies. Capteurs et échantillonnage. Théorie de Shannon. Aliasing et post-aliasing. Modèles pour l'imagerie satellitaire, la photographie et la microscopie. Limite de résolution due à la diffraction.

2. Interpolation et transformations géométriques sans perte.

Interpolation de Shannon. Sinus cardinal discret et formulation spectrale.

Artefacts de périodisation, décomposition "periodic + smooth". Interpolations directes et indirectes, splines. Interprétation spectrale. Unicité des translations sous-pixelliques. Rotations exactes. Zoom: zero-padding contre extrapolation de spectre.

3. Aliasing et super-résolution.

Acquisition d'images numériques: le compromis aliasing-ringing-flou-bruit. Détection de l'aliasing et desaliasing. Algorithmes de super-résolution à partir d'images multiples.

4. Phase et traitement d'images.

L'importance de la phase dans la formation des images. Images à phase aléatoire, champs gaussiens et synthèse de textures. Lien entre cohérence de phase et netteté. Sharpness index.

5. Variation totale "de Shannon".

Pixel infinitésimal et opérateurs différentiels. Consistance des schémas aux différences finies et interprétation spectrale. Opérateurs compatibles avec l'interpolation de Shannon. Variation totale de Shannon.

Détails pratiques

- polycopié (en anglais)
- séances de travaux pratiques (Octave/Matlab ou Python)
→ apportez votre ordinateur portable
- horaires: jeudi 13h30-16h (cours) puis 16h15-18h15 (TP)
- lieu : **Université Paris Cité, Campus St-Germain-des-Près**
- validation: contrôle continu puis projet ou examen

premier cours: jeudi 5 octobre 2023 à 13h30

plus d'informations sur

<http://www.mi.parisdescartes.fr/~moisan/mva>