

11. Mosaïques d'images

Nombre de participants : 19



Mosaïques d'images

GIF-4105/7105 Photographie Algorithmique
Jean-François Lalonde

Image: Dyanne Williams

Mosaïques d'images

Introduction aux mosaïques d'images

Image: Dyanne Williams

GIF-4105/7105 Photographie Algorithmique
Jean-François Lalonde

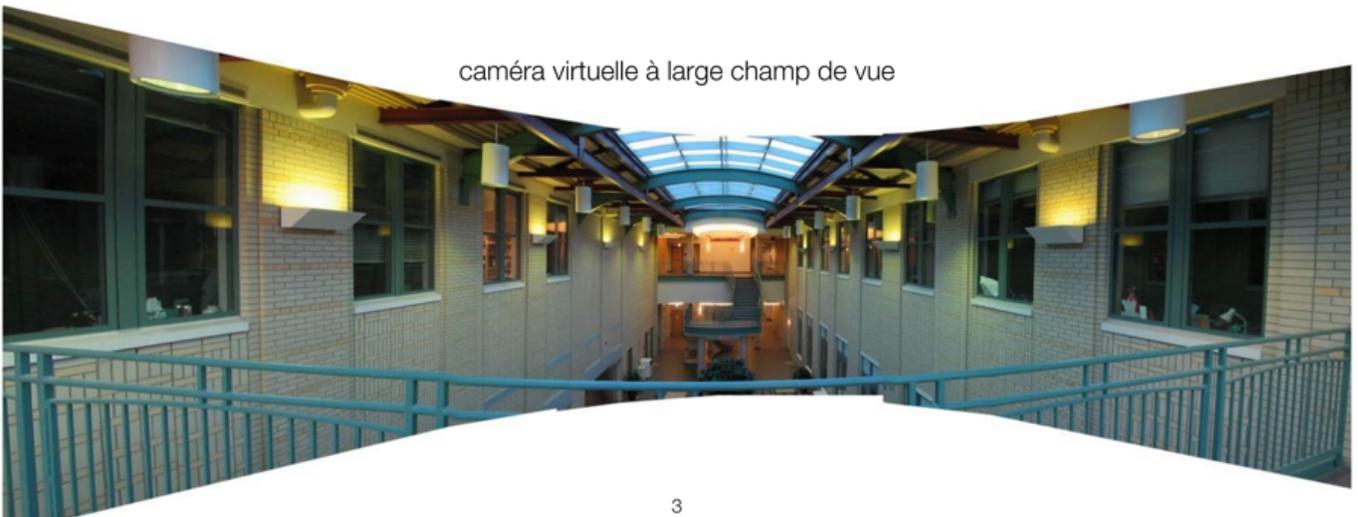
2

Mosaïque : fusionner les images

plusieurs images à champ de vue limité



caméra virtuelle à large champ de vue



3

Aligner 2 images





1. De quelle transformation a-t-on besoin pour aligner 2 images (ayant le même centre de projection) ?

8 bonnes réponses
sur 9 répondants

Aligner 2 images



4

translation

0%

0 votes

affine

11%

1 vote



projective (homographie)

89%

8 votes

similarité

0%

0 votes

rigide

0%

0 votes

rotation

0%

0 votes



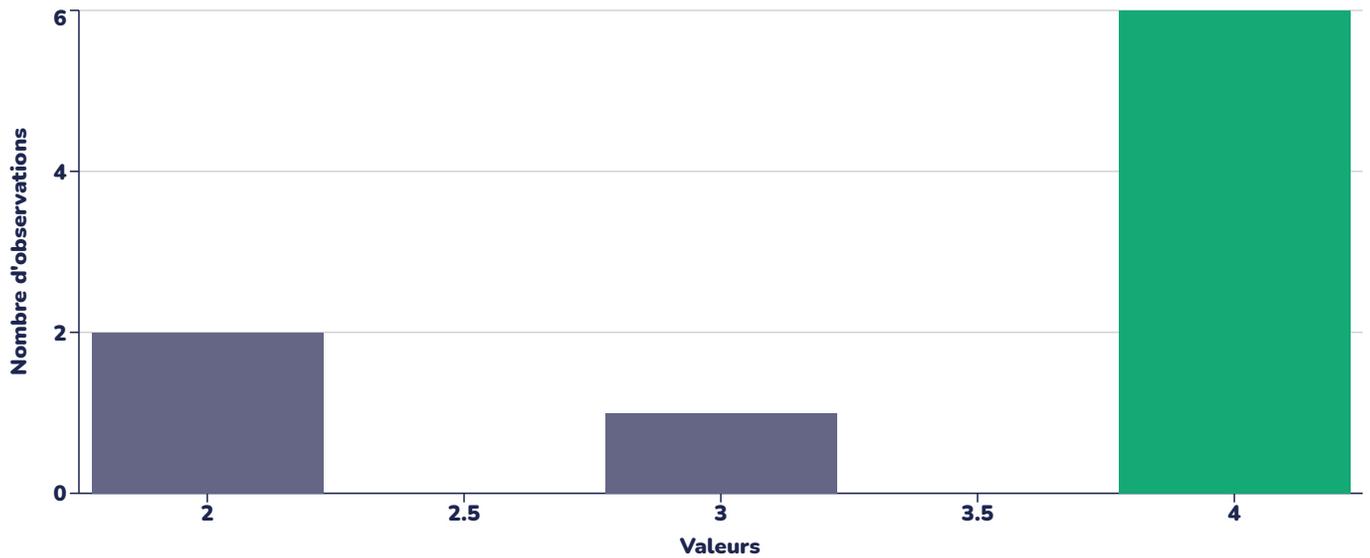
2. Combien de correspondances (paires de points) a-t-on besoin pour estimer une homographie ?

6 bonnes réponses
sur 9 répondants

Aligner 2 images



4



2

Minimum

3.44

Moyenne

4

Maximum

4

Médiane

0.83

Écart type

0.69

Variance

bonne réponse

4

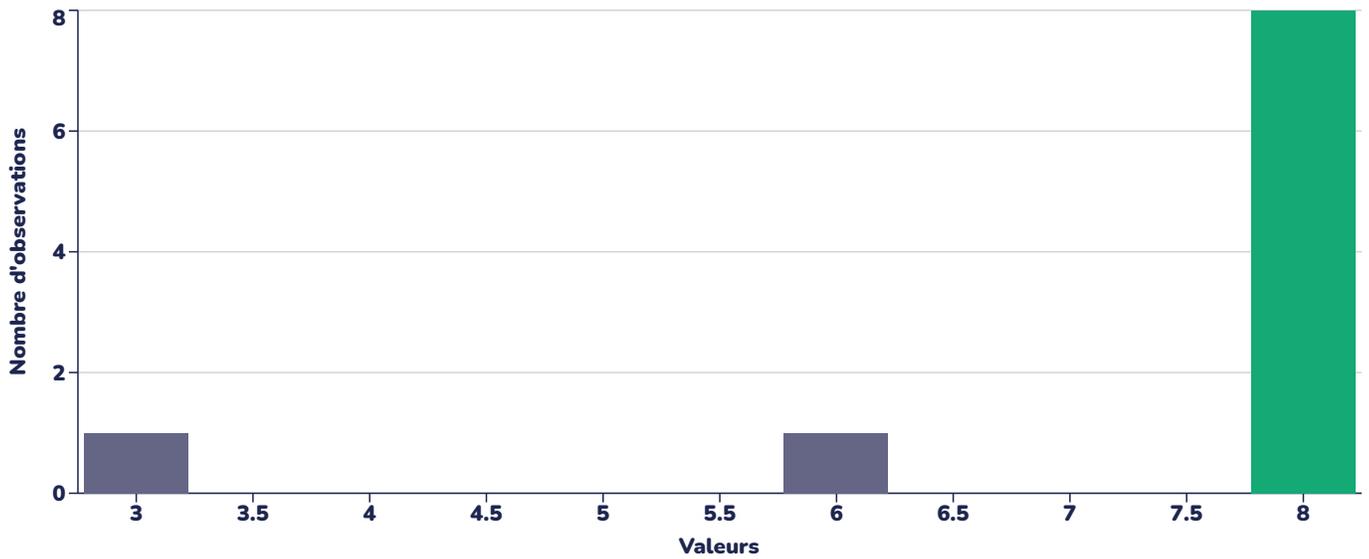
3. Combien de degrés de liberté possède une homographie ?

8 bonnes réponses
sur 10 répondants

Aligner 2 images



4



3

Minimum

7.3

Moyenne

8

Maximum

8

Médiane

1.55

Écart type

2.41

Variance

bonne réponse

8

Rappel

transformations linéaires (en coords. homogènes)



Quelle transformation a-t-on besoin pour aligner 2 images?

$$\begin{bmatrix} wx' \\ wy' \\ w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$
$$p' = \mathbf{H}p$$

Projective
 $\begin{bmatrix} \tilde{\mathbf{H}} \end{bmatrix}_{3 \times 3}$



Aussi connue sous le nom
« homographie »

8 DDL

5

Génération de mosaïque : algorithme

- Prendre une séquence de photos à partir de la même position
 - garder le même centre de projection
- Sélectionner une image de référence
 - celle au « centre »
- Pour toutes les autres images :
 - Déterminer des points de correspondance (au moins 4 paires) entre l'image et la référence
 - Calculer l'homographie entre l'image et la référence
 - Appliquer l'homographie à l'image pour l'aligner avec la référence
 - Fusionner l'image transformée à la référence

6

Mosaïques d'images

Calcul de l'homographie

Image: Dyanne Williams

GIF-4105/7105 Photographie Algorithmique
Jean-François Lalonde

Estimer une homographie

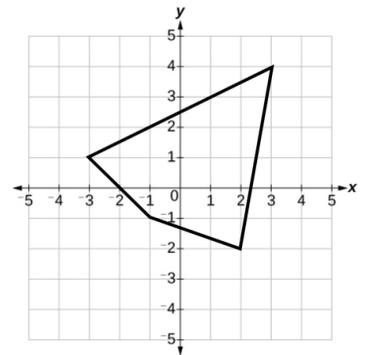
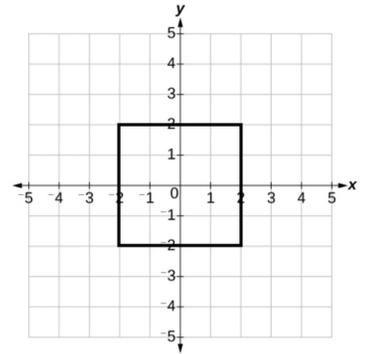
8 DDL = 4 correspondances



Calculer l'homographie

à partir de 8 points

$$\begin{bmatrix} wx' \\ wy' \\ w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$



9

Calculer l'homographie

à partir de 8 points

$$gxx' + hyx' + ix' - ax - by - c = 0$$

$$gxy' + hyy' + iy' - dx - ey - f = 0$$

8 équations, 9 inconnues?

$$\begin{bmatrix} a & b & c & d & e & f & g & h & i \\ \vdots & \vdots \end{bmatrix} = \mathbf{0}$$

10



4. Nous avons 8 équations mais 9 inconnues. Comment faire pour trouver une solution ?

5 bonnes réponses
sur 11 répondants

Calculer l'homographie
à partir de 8 points

$$gxx' + hyx' + ix' - ax - by - c = 0$$

$$gxy' + hyy' + iy' - dx - ey - f = 0$$

8 équations, 9 inconnues?

$$\begin{bmatrix} a & b & c & d & e & f & g & h & i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

10

- Grâce à la SVD, qui nous donne la solution avec norme unitaire.

45%

5 votes
- C'est impossible, il nous faut une équation de plus.

9%

1 vote
- On fait l'hypothèse que $i = 1$, ce qui fait disparaître une inconnue.

45%

5 votes
- On identifie une correspondance supplémentaire, ce qui donne 10 équations.

0%

0 votes

L'algorithme des 8 points

- Déterminer 8 points (4 correspondances)
- Construire la matrice A
- Calculer la SVD de la matrice A
 - En python (numpy) : `np.linalg.svd`
- La solution est le vecteur de V correspondant de Σ (valeur singulière) égal à 0.
- Généralement, les valeurs singulières sont ordonnées, de la plus grande à la plus petite, dans Σ . Avec numpy, la solution correspond à la dernière **ligne** de V (ou la dernière colonne de V^*)

Qu'est-il arrivé à
« **8** équations, **9** inconnues »?

Rappel : les vecteurs de V sont
orthonormaux.

Donc, on obtient la solution ayant
une norme unitaire. Mais valide à
n'importe quel facteur d'échelle!

13

Mais...

$$\begin{aligned}gxx' + hyx' + ix' - ax - by - c &= 0 \\gxy' + hyy' + iy' - dx - ey - f &= 0\end{aligned}$$

- Les points peuvent être dans de (très) grosses images...
- La taille des images peut être très différentes...

Instabilité numérique!

14



5. Comment faire pour éviter l'instabilité numérique ?

6 bonnes réponses
sur 8 répondants

Mais...

$$\begin{aligned} gxx' + hyx' + ix' - ax - by - c &= 0 \\ gxy' + hyy' + iy' - dx - ey - f &= 0 \end{aligned}$$

- Les points peuvent être dans de (très) grosses images...
- La taille des images peut être très différentes...

Instabilité numérique!

14

En multipliant tous les points par 1000 avant de calculer la SVD.

0%

0 votes



En normalisant les points avant de calculer la SVD.

75%

6 votes

En trouvant la rotation qui aligne les points avant de calculer la SVD.

13%

1 vote

En normalisant les points après avoir calculé la SVD.

13%

1 vote

Normaliser avant de calculer H

