

TP de stéréovision

Pour réaliser le TP, lancez la commande suivante :

```
source tp-stereo
```

et utilisez *bash*.

Attention : le TP fait intervenir des scripts (.sh) et des commandes en ligne. Pour les premiers, il ne faut pas spécifier l'extension des fichiers images, alors que cela est nécessaire pour les secondes (en général .tif).

1 Calcul des images en géométrie épipolaire

1.1 sélection de la zone traitée

Cette sélection peut se faire avec le logiciel *xima* qui a déjà été lancé sur les images *amiens1.tif* et *amiens2.tif*. Pour le relancer sur d'autres images utilisez la syntaxe suivante, qui vous redonne la main pour lancer d'autres commandes :

```
xima <image gauche> <image droite>  $\mathcal{E}$ 
```

Il vous faut noter les coordonnées dans les 2 images de 2 coins opposés de la zone sur laquelle vous souhaitez travailler. A ce niveau, il n'y a pas besoin d'être très précis sur la position des points.

1.2 calcul des matrices de rotation 3D pour le passage de la géométrie originale à la géométrie épipolaire

Il suffit de lancer le script *rotation.sh* sur *amiens1* et *amiens2* :

```
rotation.sh amiens1 amiens2
```

Ce script fournit en sortie deux fichiers (.mat) qui contiennent les paramètres de la rotation 3D des images autour de leur centre optique de façon à les placer en géométrie épipolaire. Le calcul de ces matrices de rotations est effectué à partir des données de calibrage (paramètres intrinsèques et extrinsèques) associés à chaque image (fichiers .ori).

- Question 1 : rappelez quelle propriété doit vérifier le plan dans lequel les deux images sont rééchantillonnées.
- Question 2 : à quelle transformation géométrique 2D est équivalente cette rotation du plan image autour du centre optique ?

1.3 calcul des coordonnées camera en géométrie épipolaire

Pour chacune des deux images, le passage des coordonnées des points définissant votre zone de travail dans l'image originale aux coordonnées caméra des mêmes points dans la géométrie

épipolaire va permettre ensuite de définir précisément la position et la taille des images en géométrie épipolaire.

image2epipolaire.sh <image> <x1> <y1> <x2> <y2>

où x_i, y_i sont les coordonnées des coins opposés du rectangle choisi dans l'image originale.

1.4 rééchantillonnage en géométrie épipolaire de la zone sélectionnées dans les deux images aériennes

A partir des données fournies par le script précédent, il est possible de définir précisément quelle zone de l'image en géométrie épipolaire vous allez rééchantillonner. Il faut passer au script *reechantillonnage.sh* la position (en mm) du point en haut à gauche dans la géométrie épipolaire, et la taille (en pixels) de l'image souhaitée.

reechantillonnage.sh <image originale> <image epipolaire> <x_start> <y_start> <largeur> <hauteur>

Attention : la même ordonnée <y_start> doit être choisie pour les deux images, en revanche l'abscisse <x_start> est spécifique à chaque image. Prenez la même taille pour les deux images en géométrie épipolaire (n'hésitez pas à arrondir à la centaine supérieure).

Attention : appelez l'image épipolaire gauche : *amiensG.tif*, et l'image épipolaire droite : *amiensD.tif*,

- Question 3 : pourquoi doit-on choisir la même ordonnée <y_start> pour le rééchantillonnage des deux images en géométrie épipolaire ?

1.5 vérification de la géométrie épipolaire, et sélection de l'intervalle de disparité

La spécification de l'intervalle de disparité (disparité du point le plus bas et du point le plus haut de la scène) va permettre de limiter l'intervalle de recherche entre les images gauche et droite le long des lignes épipolaires.

xima <imageG.tif> <imageD.tif> \mathcal{E}

Attention : les valeurs minimale et maximale de disparité doivent être dans l'intervalle $]-128,128[$

- Question 4 : comment cet intervalle de disparité pourrait-il être calculé à partir des données de prise de vue ?

2 Calcul de l'image de disparité

2.1 corrélation croisée centrée normalisée

Pour chaque point de l'image gauche, on recherche le meilleur correspond sur l'image droite en se limitant à l'intervalle de disparité donné en entrée.

correlation -i <gauche.tif> <droite.tif> -r <rayon> -d <dispa_min> <dispa_max> -o <correl.tif> <dispa.tif>

- Question 5 : quelle information fournit l'image *correl.tif* ?
- Question 6 : quelle information fournit l'image *dispa.tif* ?
- Question 7 : quelles sont les conséquences d'un intervalle de disparité mal choisi (trop petit ou trop grand) ?
- Question 8 : comment évolue la carte de disparité *dispa.tif* si l'on fait varier le rayon de la fenêtre de corrélation ?

2.2 seuillage sur le coefficient de corrélation

Elimination des correspondances pour lesquelles la corrélation n'est pas suffisante.

seuil_correl <dispa.tif> <correl.tif> <seuil [-1,1]> <new-dispa.tif>

- Question 9 : quel compromis êtes-vous obligés de faire en choisissant ce seuil ?

2.3 corrélation aller-retour

Symétrisation de la méthode d'appariement des points entre l'image gauche et l'image droite.

correlation_ar -i <gauche.tif> <droite.tif> -r <rayon> -d <dispa_min> <dispa_max> -o <correl.tif> <dispa.tif>

- Question 10 : expliquez le principe de cette méthode, et dites pourquoi elle peut permettre de rendre compte des parties cachées.

2.4 approche hiérarchique avec relaxation

stereo-relax.sh <scene> <dispa_min> <dispa_max>

- Question 11 : pouvez-vous indiquer pour quels types de zone de la scène traitée cette méthode ne fournit pas d'information : points à 0 de la carte de disparité *dispa-amiens.tif* ?

3 Visualisation du nuage de points 3D

Ce script commence par boucher les petits trous de la carte de disparité, puis fournit un modèle 3D sous la forme d'un nuage de points sur lequel a été plaqué une triangulation :

visu3D.sh <dispa-scene.tif> <sceneG.tif> <profondeur (3)> <saut(2)>

Le paramètre *profondeur* permet d'augmenter la dynamique de la disparité, et le paramètre *saut* donne la variation maximale de disparité des triangles affichés.

4 Géométrie épipolaire et matrice fondamentale

Vous pouvez récupérer des couples d'images dans le répertoire *images*. Certains couples sont déjà en géométrie épipolaire, d'autres non. A vous de vérifier.

Estimation de la matrice fondamentale et rectification des images : *rectification.sh*
<scene>

Attention : si le nombre de points caractéristiques (points SIFT) est trop important, vous pouvez utiliser le script *rectification-asift.sh* qui donne moins de points.

Calcul de la carte de disparité : *stereo-relax.sh*

Visualisation 3D : *visu3D.sh*

5 Amélioration du résultat

Vous pouvez tester les routines proposées ou utiliser *matlab* pour traiter ces questions (pensez à sauvegarder les images au format TIF et codées sur 1 octet).

5.1 pré-traitement (images en géométrie épipolaire) : filtrage passe-bas ou passe-haut, gradient

- Question 12 : quels sont les prétraitements envisageables des images avant la recherche de correspondances denses ?
median, moyenne, deriche
- Question 13 : quels pré-traitements faut-il éviter ?

5.2 post-traitement (carte de disparité) : filtrage, morphologie mathématique...

- Question 14 : quels post-traitements permettraient d'améliorer la carte de disparité ?
median, ouvre, ferme
- Question 15 : donnez le pseudo-code d'un traitement qui permettrait de boucher les petits trous de la carte de disparité fournie par *stereo-relax*, sans modifier la disparité des points connus.

5.3 Couple stéréo en couleur

Le script *rectification-couleur.sh* permet de mettre en géométrie épipolaire les 3 canaux d'un couple d'images couleur.

- Question 16 : comment montrer ou infirmer l'intérêt d'utiliser ces trois canaux pour la stéréovision ?