

## Optimisation : approches géométriques

### Recalage (appariement) de primitives non-labellisées

- Algorithme ICP (Iterative Closest Point) Besl et Mc Kay, 1992
  - Étant donné 2 nuages de points  $x^k$  et  $y^k$
  - on cherche à les mettre en correspondance **et** à trouver la transformation spatiale correspondante
  - On procède itérativement :
    - 1 Association des points par le critère du plus proche voisin.
    - 2 Estimation des paramètres de transformation
    - 3 Transformer les points en utilisant les paramètres estimés.
    - 4 Itération (ré-associer les points etc).

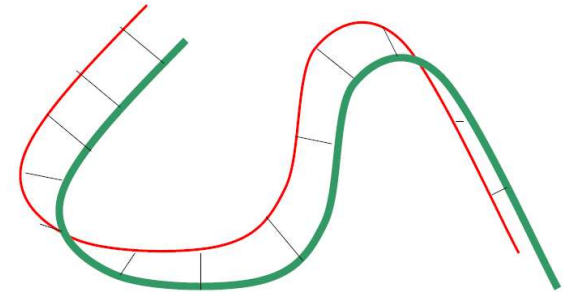
36 / 127

## Optimisation : approches géométriques

### Recalage (appariement) de primitives non-labellisées

- Algorithme ICP (Iterative Closest Point), Besl et Mc Kay, 1992

1 Association des points par les critères du plus proche voisin.



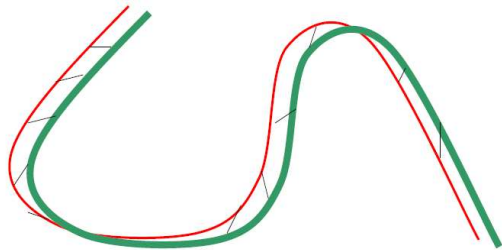
37 / 127

## Optimisation : approches géométriques

### Recalage (appariement) de primitives non-labellisées

- Algorithme ICP (Iterative Closest Point) Besl et Mc Kay, 1992

2 Estimation de la transformation et 3 Transformer les points



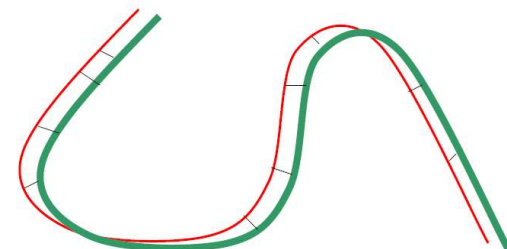
38 / 127

## Optimisation : approches géométriques

### Recalage (appariement) de primitives non-labellisées

- Algorithme ICP (Iterative Closest Point) Besl et Mc Kay, 1992

1 (bis) Association des points par les critères du plus proche voisin.



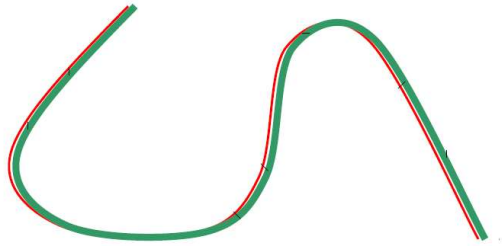
39 / 127

## Optimisation : approches géométriques

### Recalage (appariement) de primitives non-labellisées

- Algorithme ICP (Iterative Closest Point) Besl et Mc Kay, 1992

2 (bis) Estimation de la transformation et 3 (bis) Transformer les points



40 / 127

## Optimisation, approche hybride : Block-Matching

- Appariement de blocs dans les images (géométrique) en utilisant un critère de similarité sur l'intensité des blocs (iconique)

- Algorithme itératif :

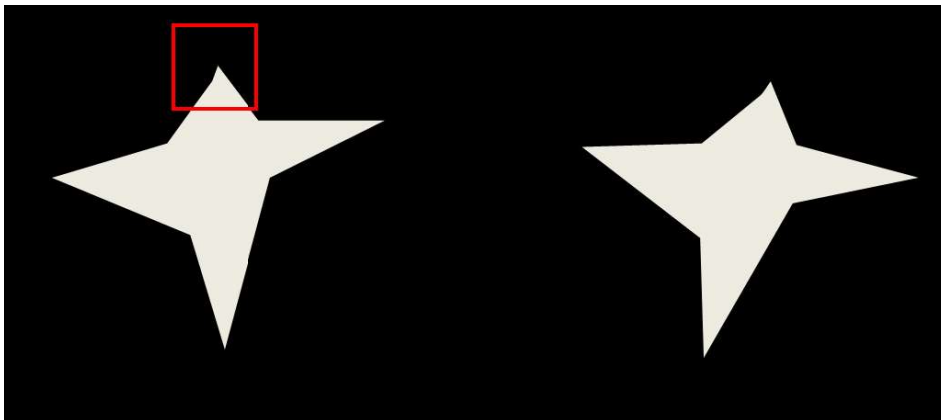
- Calcul d'appariements entre les blocs
- Calcul d'une correction  $\delta T^i$  à la transformation courante
- Composition de la correction et de la transformation courante

$$T^{i+1} = T^i \circ \delta T^i$$

42 / 127

## Optimisation, approche hybride : Block-Matching

1 On considère des sous-images (ou "blocs") régulièrement échantillonnées



43 / 127

## Optimisation, approche hybride : Block-Matching

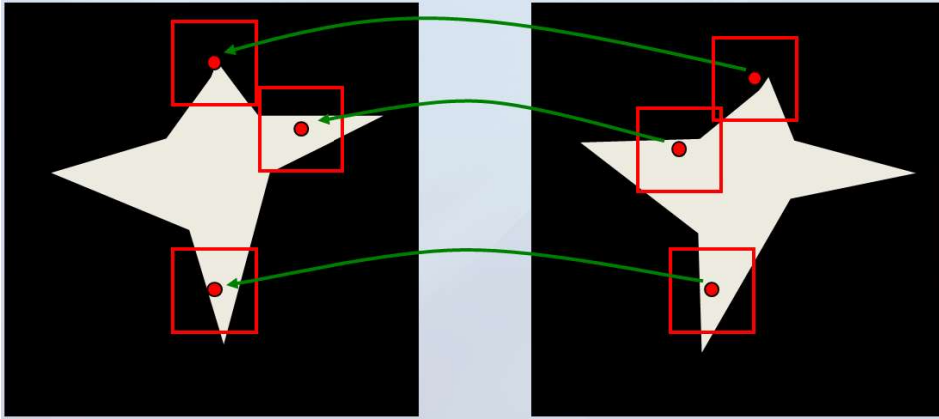
2 On cherche dans l'autre image le bloc le "plus similaire"



44 / 127

## Optimisation, approche hybride : Block-Matching

3 On obtient ainsi des appariements entre images ou régions (et donc points)



avec éventuellement des outliers (données aberrantes)

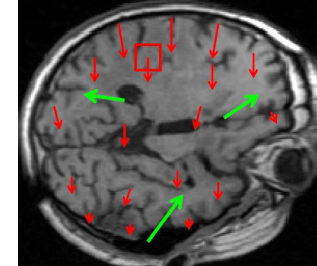
45 / 127

## Optimisation, approche hybride : Block-Matching

- Pour obtenir ce bloc le "plus similaire" on choisit un critère de similarité : SSD (souvent), coefficient de corrélation, information mutuelle, ...

**approche iconique**

- On obtient ensuite un appariement entre blocs :



- 4 on cherche la transformation qui apparie ces blocs : Moindre carré

**approche géométrique**

- 5 on itère (lien avec ICP)

46 / 127

## Optimisation : 3 algorithmes en non-linéaire

- Approches géométriques plutôt en linéaire (moindre carré)
- Approches iconiques : en linéaire (petit nombre de paramètres) → descente de gradient
- en non-linéaire : algorithmes plus sophistiqués. Exemples

### 1 Démons diffeomorphes

Diffeomorphic Demons : Efficient Non-parametric Image Registration, T.Vercauteren, X.Pennec, A.Perchant, N.Ayache, **NeuroImage 2008**

### 2 Free Form Deformations

Nonrigid Registration using Free-Form Deformations : Application to Breast MR Images, D.Rueckert, L.Sonoda, I.Hayes, D.Hill, M.Leach, D.Hawkes, **TMI 1999**

### 3 Recalage localement affine

Rigid, affine and locally affine registration of free-form surfaces, J.Feldmar, N.Ayache, **IJCV 1996**

48 / 127

## Optimisation, 3 algorithmes en non-linéaire

### 1 - Démons diffeomorphes

- Type de transformation
  - Dense
  - Diffeomorphisme : inversible
- Critère de similarité
  - Différence des intensités au carré (SSD)
- Optimisation et contraintes
  - Approche multi-résolution
  - Régularité (fluide et élastique)
  - Inversibilité est assurée

49 / 127