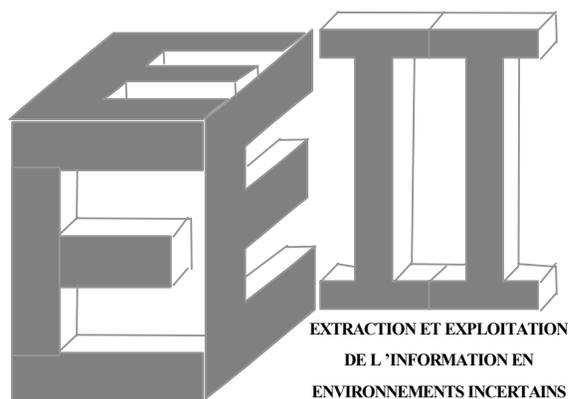


Évaluation de la classification et segmentation d'images en environnement incertain



Arnaud MARTIN
ENSIETA / E3I2 EA3876
2, rue F. Verny
29806 Brest cedex 9

Plan

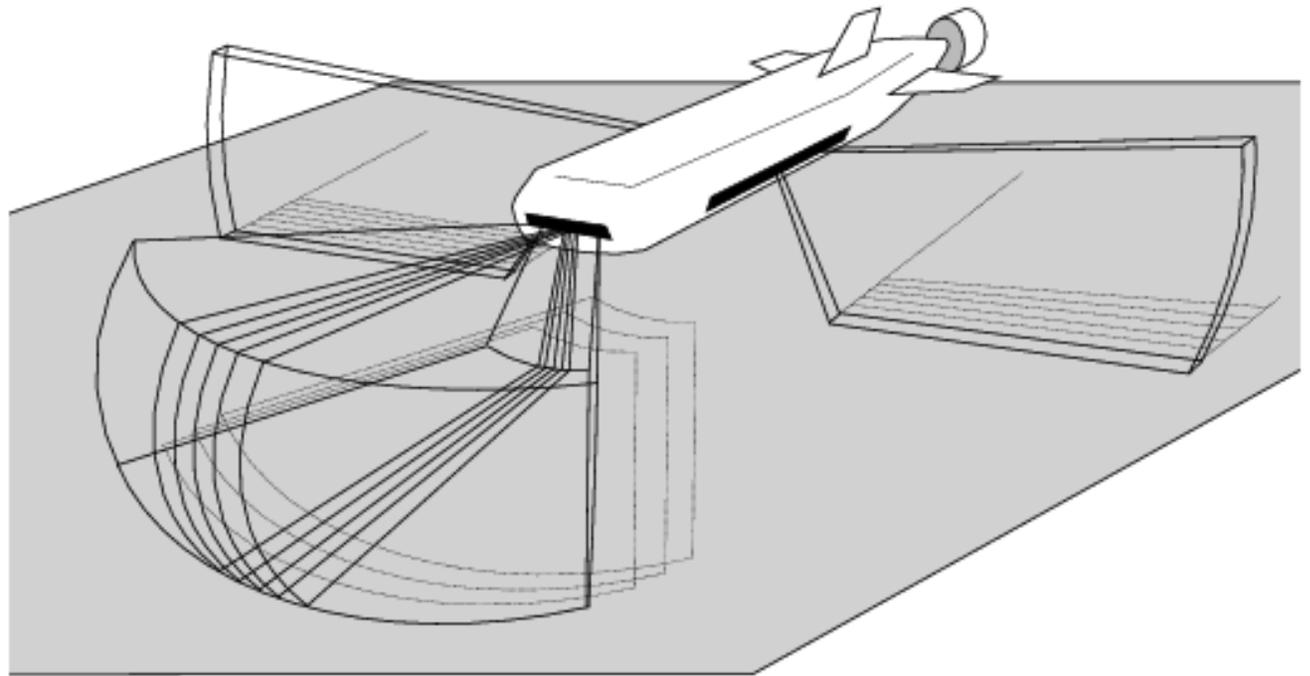
- Applications du Laboratoire E3I2
- Données Sonar
- Approches d'évaluation de classification et segmentation d'images
- Évaluation de la classification
- Évaluation de la segmentation
- Illustration

Applications du Laboratoire E3I2

- Domaine radar (environnement aérien)
 - Modélisation d'environnements électromagnétique complexes
 - Détection et reconnaissance de cibles radar

- Domaine sonar (environnement marin)
 - Caractérisation des sédiments sous-marin
 - Détection et reconnaissance d'objets enfouies
 - Tomographie

- Acquisition
 - latéral
 - multifaisceaux
 - frontal

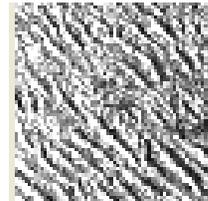
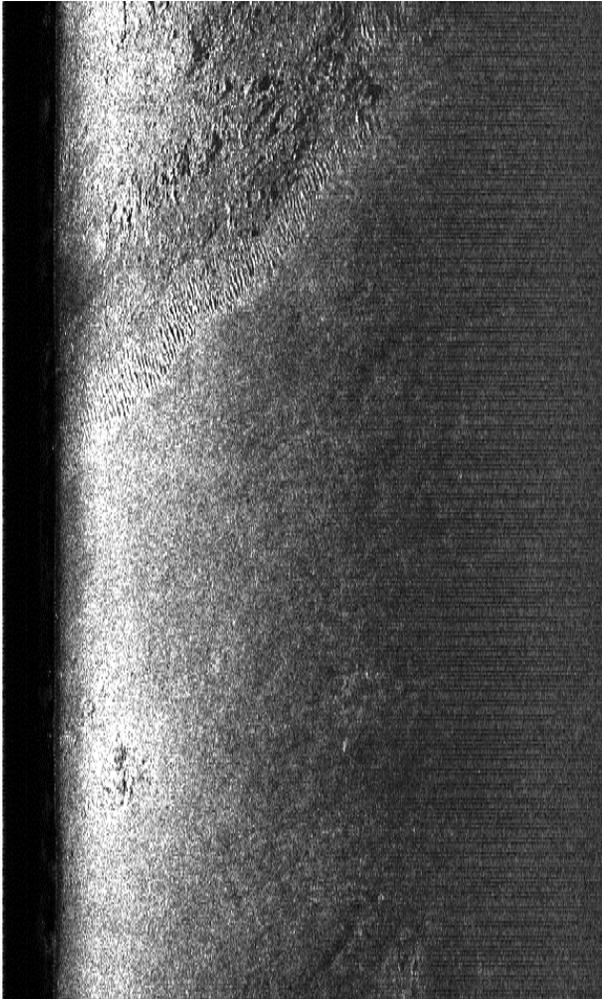


- Images



Données GESMA ©

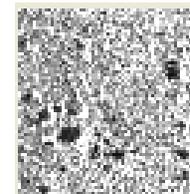
- Images



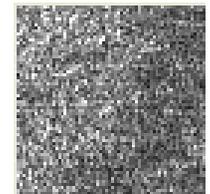
Ride



Roche



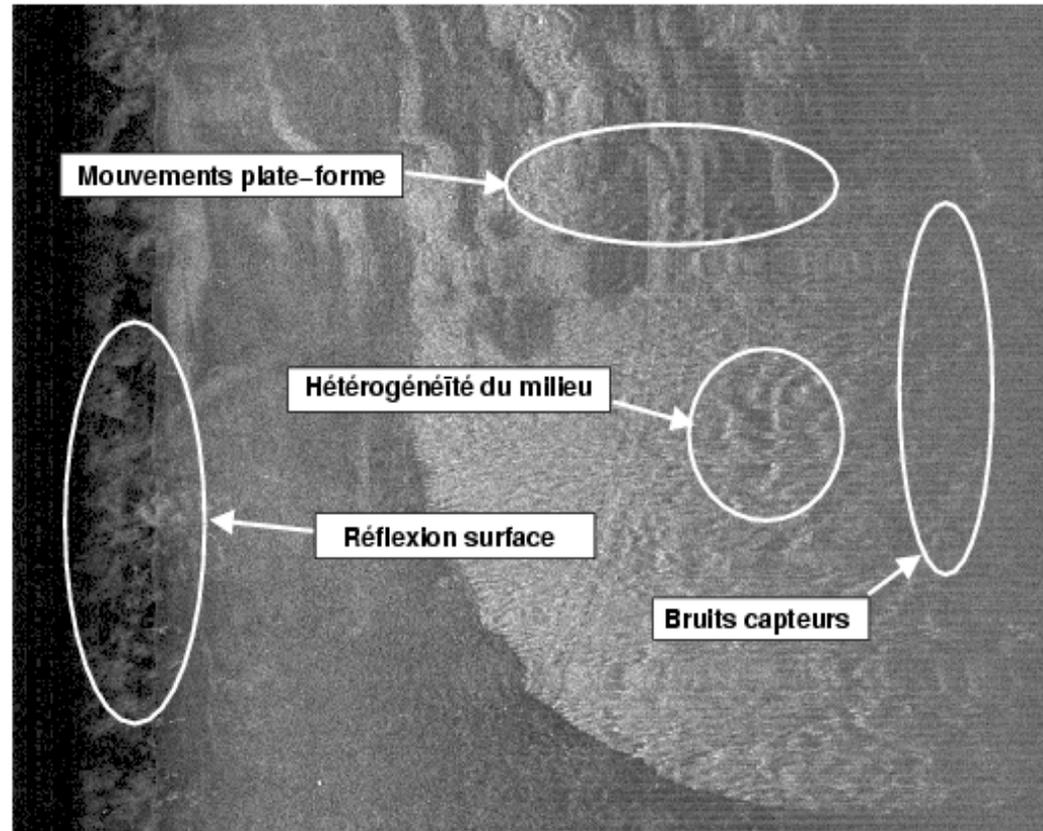
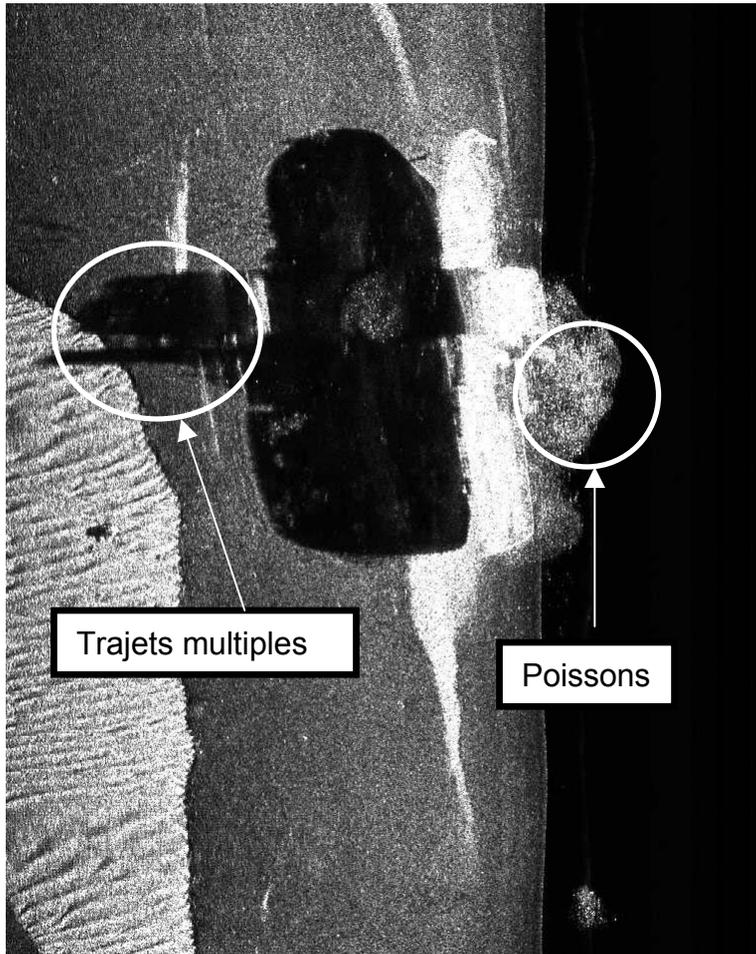
Cailloutis



Sable

Données GESMA ©

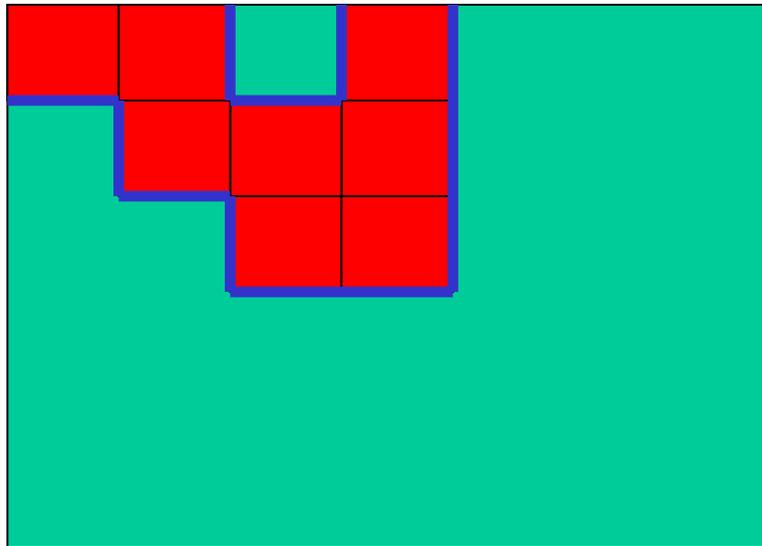
- Caractéristiques des données
 - temporelles
 - spatiales
 - imprécises
 - incertaines
- problèmes
 - interférences
 - faune et flore
 - reconstruction
 - speckle



Données GESMA ©

Évaluation de la classification et segmentation d'images

- Indispensable car de nombreuses méthodes de classification et segmentation
- Classification souvent induit une segmentation



ex : image $16*16$

Approches d'évaluation

- Classification : matrice de confusion dont on déduit taux de bonne classification et taux d'erreur
 - Remarque : nécessité de connaître la bonne classe
- Segmentation : 2 cas possibles
 1. aucune connaissance *a priori* de la segmentation correcte
 2. connaissance *a priori* de la segmentation correcte

1. Pas d'*a priori*

mesures de contraste, uniformité intra-région, de forme des régions...

2. Avec *a priori*

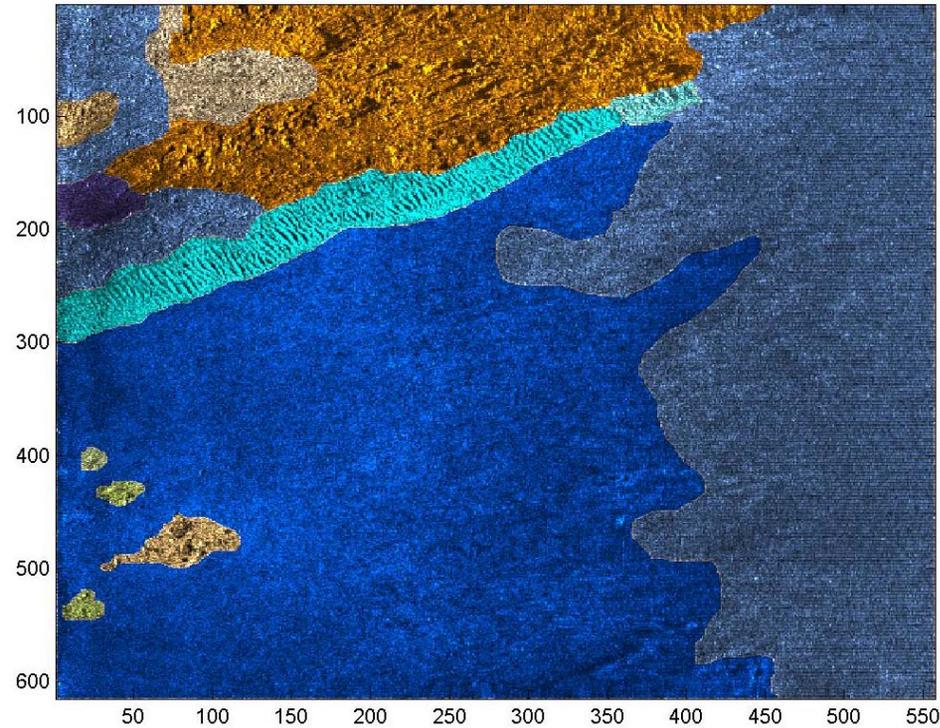
- Images de références
- mesures de disparité fondées sur des distances (ou probabilités) entre les pixels segmentés et de référence
- Souvent mesure de pixels mal segmentés

- Évaluation ergonomique
(sentiment de l'expert)
surtout pour la segmentation
- Complexité algorithmique
segmentation et classification

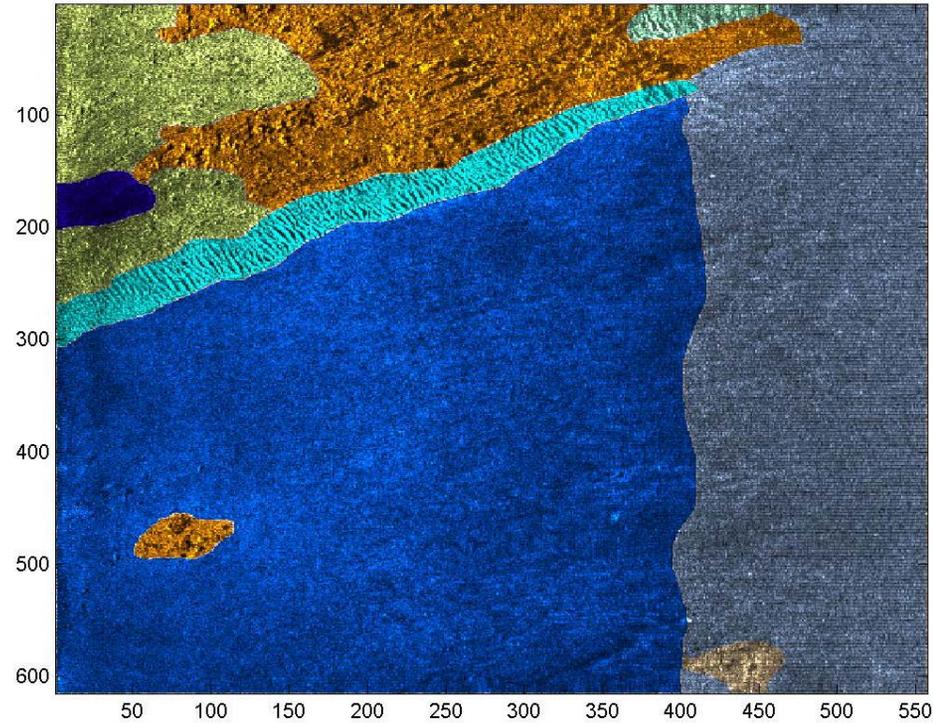
- L'évaluation de la classification et celle de la segmentation jamais considérées ensemble
- Nécessité d'avoir une connaissance *a priori*
- Application réelle : connaissance incertaine et imprécise de l'expert dont il faut tenir compte

Problèmes

Approches d'évaluation



Expert 1



Expert 2

Évaluation de la Classification

- Matrice de confusion cm_{ij} : nb d'éléments de la classe i classifiés dans la classe j $Ncm_{ij} = \frac{cm_{ij}}{N_i}$

- Taux de bonne classification Ncm_{ii}

- Taux d'erreur

$$ECR_i = \frac{1}{2} \left(\sum_{j=1}^N Ncm_{ij} + \sum_{i=1}^N Ncm_{ij} - 2Ncm_{ii} \right)$$

- Remarque : pour une base d'images : à normaliser à la fin

- image $n*n$ avec 2 classes, l'algorithme de classification ne peut trouver qu'une classe
- Il a juste dans la proportion de cette classe et faux dans la proportion de l'autre classe
- Ex : $16*16=256$, il y a 156 pixels de la classe 1 et 100 pixels de la classe 3

$$cm_{11} = cm_{11} + 156/256 \text{ et } cm_{31} = cm_{31} + 100/256$$

- Remarque : cm_{ij} n'est plus composée d'entiers

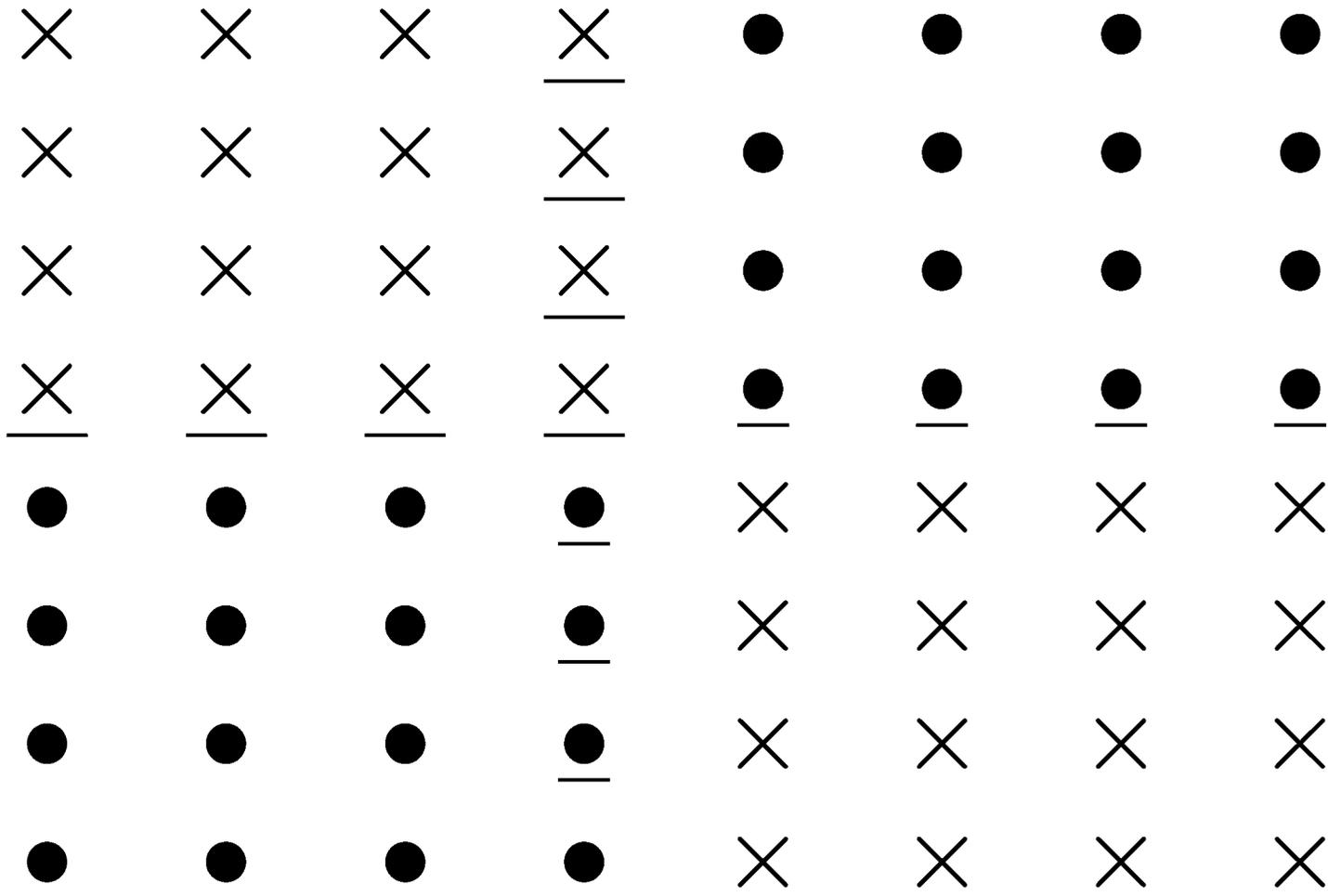
- Expert : sûr, moyennement sûr, pas sûr
 - Poids : $2/3$, $1/2$, $1/3$
 - Ex : imagerie de classe 1 moyennement sûre
- L'algo trouve la classe 1 : $cm_{11} = cm_{11} + 1/2$
- L'algo trouve la classe 2 : $cm_{12} = cm_{12} + 1/2$
- Remarques :
 - N_i et N_j ne sont plus entiers
 - Comparaison à différents experts aisée

- Pour comparaison plus aisée des algos on a besoin de taux
- Normalisation comme précédemment, mais nous n'avons plus de pourcentage

Segmentation induite

Classification

- Ex : imagerie 4*4

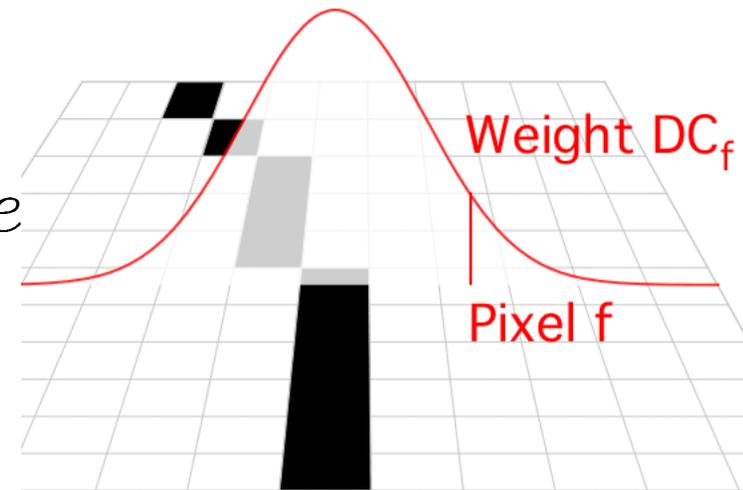


Évaluation de la Segmentation

- Connaissance *a priori* (nécessaire pour la classification)
- Étude conjointe de 2 mesures de pixels bien segmentés et mal segmentés

- Mesure de pixels bien segmentés = mesure de bonne détection de frontière
- d_{fe} : distance minimale entre pixel f de frontière trouvée et le pixel e donné par l'expert
- W_e poids de la certitude de l'expert pour le pixel e
- Vecteur de bonne détection :

$$DC_f = \exp(-d_{fe} * W_e)^2 * W_e$$



Mesure donnée par :

$$WDC = \frac{\sum_f DC_f}{(\max_f(DC_f) * \sum_e W_e)^a}$$

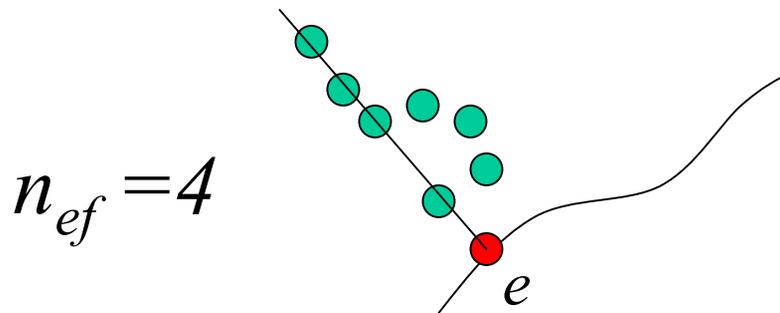
Mesure entre 0 et 1

$a = 1/6$ pour rehausser les faibles valeurs

Prise en compte de la directivité

- $$WDC = \frac{\sum_f DC_f / n_{ef}}{(\max_f (DC_f / n_{ef}) * \sum_e W_e)^a}$$

n_{ef} : nombre de pixels reliés au même pixel e

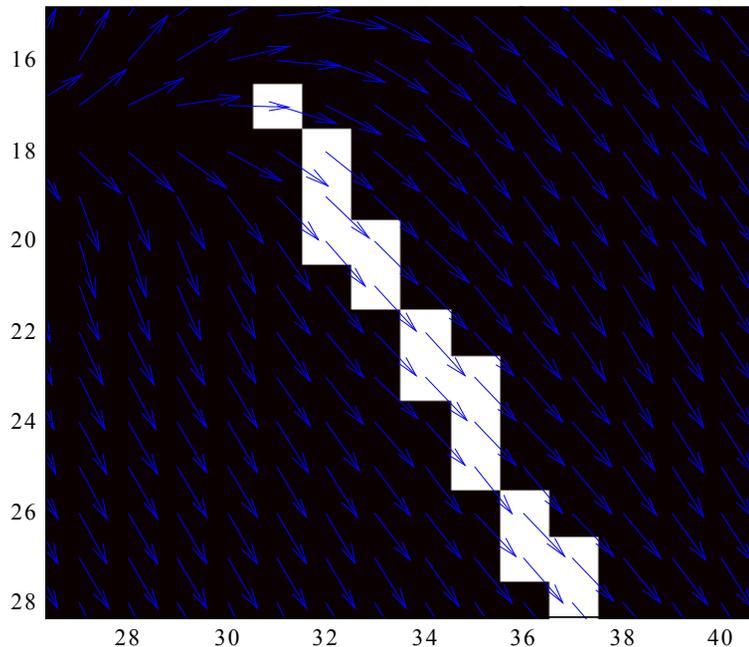


- Ajout du Gradient Vector Field

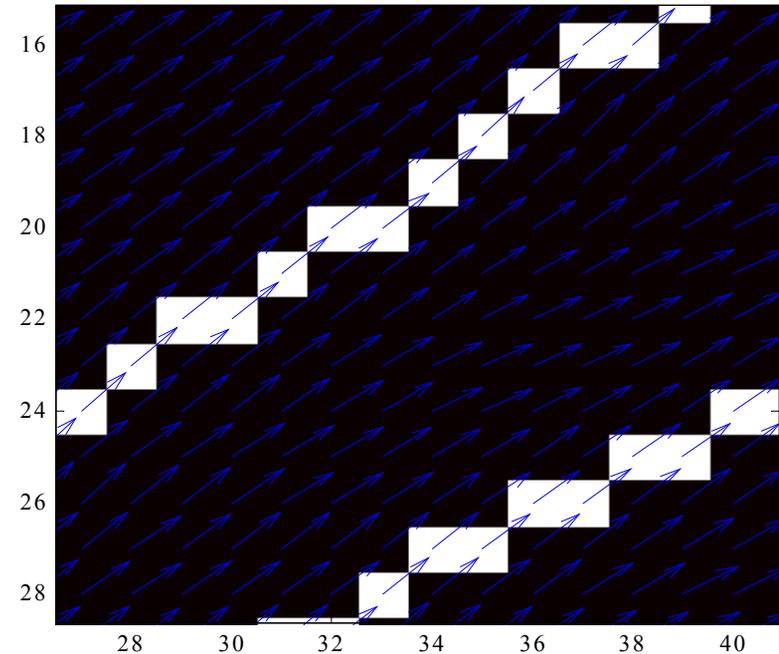
On calcule un champ de directions à partir du gradient de l'image, le Gradient Vector Field [Xu et Prince 97]. Le GVF est habituellement utilisé pour calculer des contours actifs, on en a ici une utilisation détournée.

Le produit scalaire des deux champs (point à point) est faible quand les directions sont mauvaises

Critère de direction pour Utilisateur



Critère de direction pour Canny



- Mesure de pixels mal segmentés = mesure de fausse détection de frontière
- Critère de fausse détection : $FDC_f = 1 - DC_f / W_e$
- Mesure de fausse détection :

$$FD = 1 - \exp \left(- \frac{\sum_f (FDC_f * n_{ef})}{\max_f (FDC_f * n_{ef}) * \sum_e W_e} \right)$$

- Les 2 mesures ont été décrites pour 1 image
- Base d'images : somme pondérée par la taille des images (en nombre de pixels)

Illustration

- 42 images sonar
- segmentation de l'expert : 6 classes :
Roche, sable, vase, ride, cailloutis, ombre
- Certitude (sédiment et frontière) :
sûr, moyennement sûr, pas sûr
- Classification :
 - 15 paramètres (3 paramètres sur 2 niveaux de décomposition en ondelette)
 - SVM

- Classe 1 : Roche et cailloutis
- Classe 2 : Ride
- Classe 3 : Sable et vase
- taille : $32*32$
- pas de recouvrement pour le test : 4 pixels
- Apprentissage : sûr et moyennement sûr

Exemple

Illustration

Windows Effective Size of Pixels

Class number Homogen

Certitude Sure Moderately S... Not Sure

Weight Certitude

Rock	1	Ripple Vertical	2	Silt	3
Cobble	1	Ripple 45°	2	Shadow	0
Ripple horizontal	2	Sand	3	Other	0

Image Evaluation

Global Evaluation

Take into account the direction

Evaluation Results

Confusion Matrix

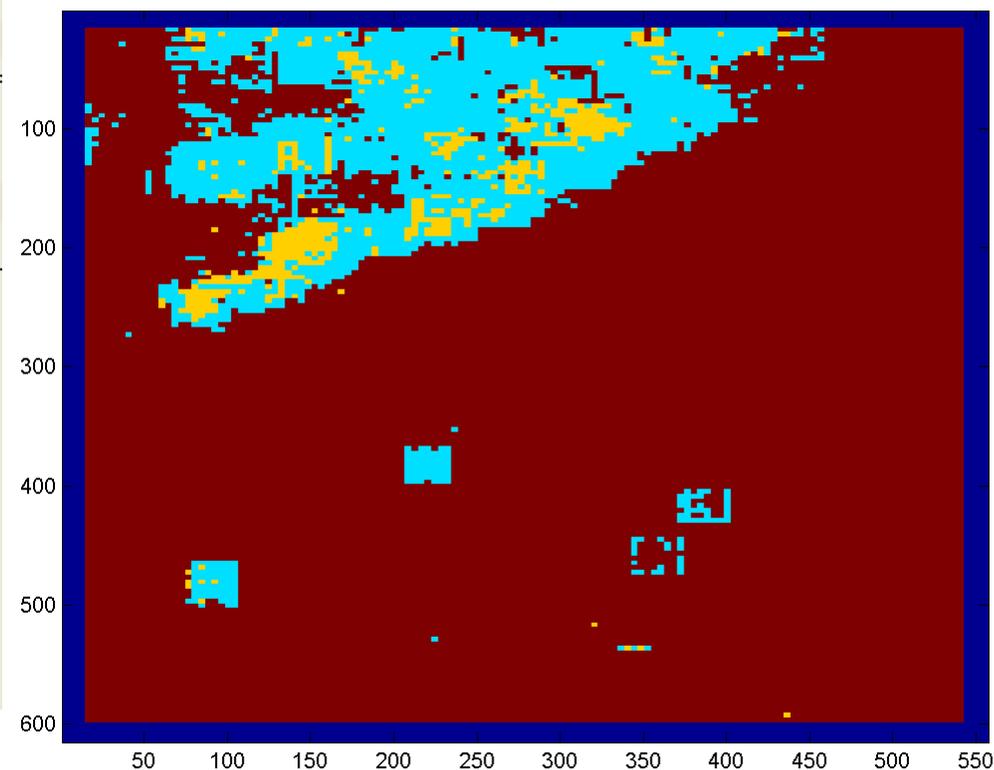
39.0233	17.6002	43.3765
24.7149	34.5311	40.754
2.26893	3.29801	94.4331
0	0	0

Vector of probability of good classification
39.0233 34.5311 94.4331 0

Vector of probability of error classification
58.614 56.1327 80.2611 0

Good Detection Criteria
0.68037

False Alarm Criteria
0.7629



Conclusion

- Nouvelle approche d'évaluation de la classification d'images et segmentation induite à tester sur toute base renseignée
- D'autres approches possibles de détermination de la segmentation (ex : par interpolation *cf.* M. Bouet)