



MA323 : TECHNIQUES AVANCÉES EN SIGNAL ET IMAGE

PROCESSUS PONCTUELS MARQUÉS

Détection de flamants roses

Author :

Gweltaz LEVER

Supervisor :

X. DESCOMBES

16 mars 2015

Sommaire

1	Introduction	2
2	Détection sans a priori	2
2.1	Principe	2
2.2	Application aux flamants	3
3	Détection avec a priori	4
4	Détection par processus ponctuels	5
4.1	Modélisation sous forme de processus ponctuel	5
4.2	Algorithme de naissances et morts multiples	5
4.3	Résultats	6
4.3.1	L'algorithme de détection par processus ponctuels	6
4.3.2	Comparaison avec la détection avec a priori	7
5	Conclusion	7

1 Introduction

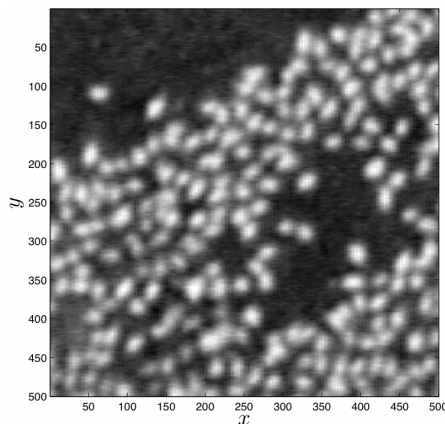


FIGURE 1 Image aérienne des flamants

L'objectif de ce bureau d'étude est de détecter et compter les flamants roses contenus dans une image aérienne (Figure 1). Le principe est le suivant : un ensemble de disques de rayon R est positionné sur l'image des flamants roses. Le but est de faire coïncider un disque et un seul avec un flamant rose. Cela est réalisé en maximisant une énergie définie judicieusement. Différentes approches sont testées afin, dans un premier temps, de localiser correctement les flamants et dans un second temps de les compter :

- une détection sans a priori
- une détection avec a priori
- une détection par processus ponctuels.

2 Détection sans a priori

2.1 Principe

Un flamant rose peut être approché par un disque d de rayon R . La première méthode ne fait aucune autre hypothèse quant aux flamants roses. L'algorithme se contente de maximiser l'énergie de chaque disque. Lors de l'initialisation, les disques sont disposés de manière aléatoire sur l'image et l'énergie de chaque disque est calculée. Les coordonnées des centres des disques sont tirés selon une loi uni-

forme. Le cœur de l'algorithme consiste alors à positionner un nouveau disque sur l'image et à comparer l'énergie du nouveau disque avec l'énergie du disque courant. Si l'énergie du nouveau disque est plus grande que l'énergie du disque courant, alors on change de disque. Dans le cas contraire, on conserve le courant.

Si on appelle $I(x, y)$ l'intensité de notre image au pixel (x, y) alors l'énergie du disque se définit comme la moyenne d'intensité des pixels contenus dans le disque :

$$E = \frac{1}{\text{nombre pixels}} \sum_{\text{disque}} I(x, y) \quad (1)$$

2.2 Application aux flamants

La mise en pratique de la détection sans a priori ne fournit pas de résultats très convainquant. En effet, étant donné qu'aucune condition sur l'intersection de disques n'a été fixée, les disques peuvent se superposer et il se peut que tous les disques soient concentrés sur un seul et même flamant rose d'énergie supérieure à toutes les autres. C'est ce qui est observé Figure 2. La détection des flamants est donc bien réalisé, dans le sens où les cercles se situent sur un flamant. Il faut par contre résoudre le problème de superposition des cercles.

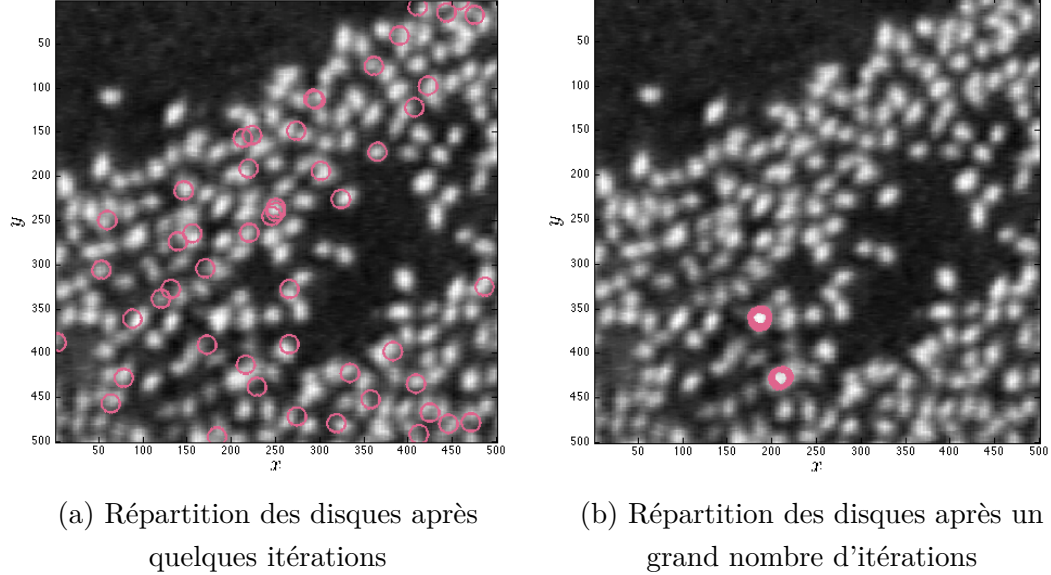


FIGURE 2 Détection des flamants roses sans a priori

3 Détection avec a priori

Afin de palier au problème de superposition des disques et de s'assurer qu'on détecte plus de deux disques avec notre algorithme, le script a été modifié : nous ajoutons une connaissance a priori sur les flamants, à savoir, les flamants ne se superposent pas sur l'image. Cette condition se traduit par une distance minimum entre les centres des disques.

Ainsi, lors du tirage d'un nouveau disque, la distance entre ce disque et les disques courants est calculée. Tant qu'il existe un disque courant tel que la distance entre le centre du nouveau disque et le centre du disque courant est inférieure à $2R$, où R est le rayon des disques (en pixels), on repositionne le nouveau disque aléatoirement. Lorsqu'on a trouvé un disque qui satisfait cette condition, on procède aux mêmes étapes que lors de la détection sans a priori dans le but de maximiser l'énergie. Ci-dessous sont représentés les résultats de la détection, Figure 3. On constate que tous les flamants ne sont pas détectés. Il est en revanche difficile de connaître le nombre exact de flamants, étant donné que le nombre de disques N est fixé au préalable.

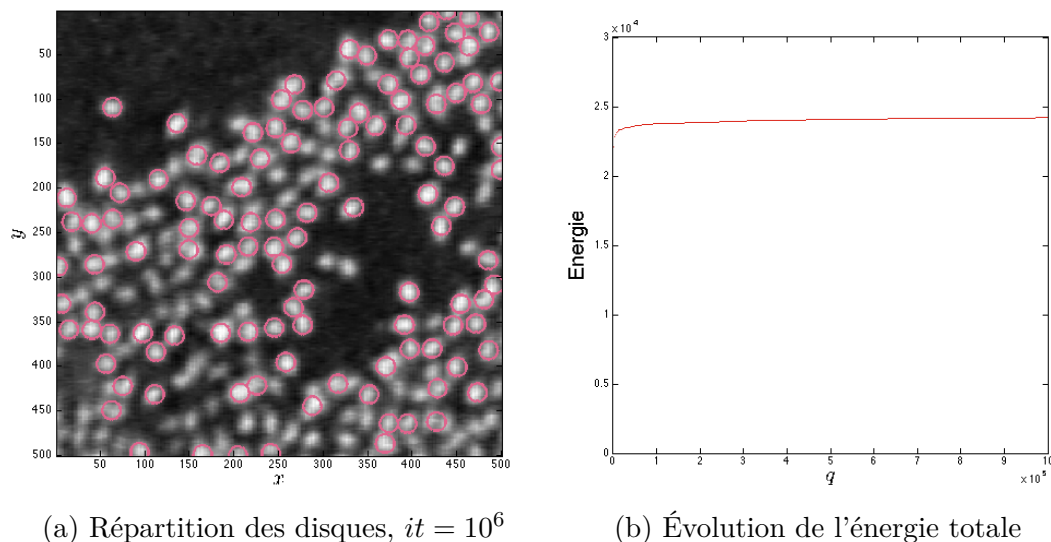


FIGURE 3 Détection des flamants roses avec a priori,

$$nb_{disques} = 120, R = 10$$

4 Détection par processus ponctuels

La méthode précédente permet de positionner N disques de manière à maximiser la somme des niveaux de gris moyens, tout en interdisant l'intersection entre les disques. Le défaut de cette méthode réside dans le fait que l'utilisateur décide au préalable du nombre de disques à positionner. La dernière méthode de détection qui tente de remédier à cela, est un peu plus sophistiquée que les précédentes : il n'est plus nécessaire de fixer le nombre de disques à placer N avant exécution de l'algorithme.

4.1 Modélisation sous forme de processus ponctuel

Considérons nos N disques comme un ensemble D où chaque disque de rayon R est caractérisé par ses coordonnées $(x, y) \in \mathbb{R}^2$. En notant $D = \{d_1, \dots, d_N\}$ une configuration possible de disques, on constate qu'il est possible de définir \mathbb{R}^{2N} comme l'espace des configurations correspondant. Sur cet espace, un processus ponctuel peut être défini. De plus, on associe à chaque configuration D , une énergie U à minimiser.

L'énergie U s'écrit comme une somme d'un terme d'attache aux données U_a et d'un terme d'a priori U_p correspondant presque à l'a priori de la partie précédente : il a pour but de pénaliser l'intersection de disques. Ainsi, notre énergie s'écrit :

$$U(D) = U_a(D) + U_p(D) = \sum_{1 \leq i \leq N} u(d_i) + \beta \sum_{1 \leq i < j \leq N} \delta(d_i \cap d_j \neq \emptyset) \quad (2)$$

où β est un *hyper-paramètre*.

Le terme d'attache aux données se base sur la fonction sigmoïde car elle permet de respecter les contraintes auxquelles ce terme est soumis, notamment U_a doit décroître lorsque l'intensité moyenne d'un disque croît, l'énergie individuelle d'un disque bien positionné (resp. mal positionné) doit être négative (resp. positive) de façon à ne pas favoriser la disparition (resp. l'apparition) d'un disque qui serait en désaccord avec notre objectif de localisation.

4.2 Algorithme de naissances et morts multiples

Le cadre du processus ponctuel a été décrit ci-dessus. Il s'agit maintenant de choisir l'algorithme qui permettra de minimiser l'énergie U . Le choix a été fait d'ap-

plier un algorithme fonctionnant en deux phases appelé algorithme de *naissances et morts multiples*. L'algorithme dépend de deux paramètres T la température et du taux de naissances λ . Il procède de la manière suivante :

- Au cours de la **phase de naissance**, des disques sont ajoutés à l'ensemble existant. Le nombre de disques à ajouter évolue selon une loi de Poisson de moyenne le taux de naissances :

$$p(N) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^N}{N!} \quad (3)$$

Les disques sont positionnés aléatoirement selon une loi uniforme.

- Lors de la **phase de mort**, l'énergie de chaque disque est calculée. Des disques sont supprimés selon une loi de probabilité $p(d|D)$ fonction de l'énergie de chaque disque,

$$p(d|D) = \frac{\lambda}{\lambda + \exp\left(\frac{U(D \setminus \{d\}) - U(D)}{T}\right)} \quad (4)$$

- La **convergence** est atteinte lorsqu'entre deux itérations successives les disques sont restés les mêmes.

4.3 Résultats

4.3.1 L'algorithme de détection par processus ponctuels

L'algorithme autorise le recouvrement entre deux disques. Le choix a donc été fait de comptabiliser un recouvrement lorsque la distance entre deux centres est inférieure à $\sqrt{2}R$. Cet algorithme met beaucoup de temps à converger vers le cas où les disques finaux ne changent pas entre deux itérations (plus de 20 *min*). De plus, la durée de chaque itération augmente au cours du temps, du fait du nombre de disques à tester qui devient de plus en plus grand. Peut-être qu'un critère sur la fluctuation de l'énergie totale aurait permis une convergence plus rapide. Le résultat final est présenté Figure 4. A convergence, 205 disques/flamants ont été détectés.

On constate qu'en n'interdisant pas l'intersection entre disque, certains disques se retrouvent mal placés. En effet, il est possible qu'un disque se superpose avec un ou deux autres disques et que ce disque soit conservé parce qu'il chevauche deux flamants proches. Ainsi, un nombre trop grand de cercles a été placé sur l'image. On a donc un léger phénomène de surdétection.

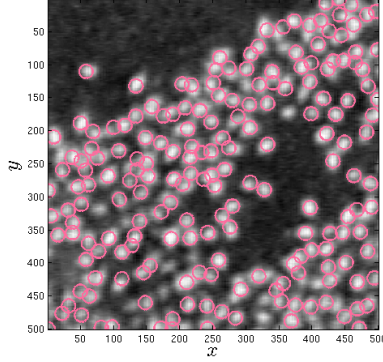


FIGURE 4 Détection des flamants par processus ponctuels $N_{tot} = 205$, $\beta = 1.0$, $S = 150$, $\gamma = 5.0$, $T_0 = 0.1$, $\lambda_0 = 100$, $\alpha = 0.99$

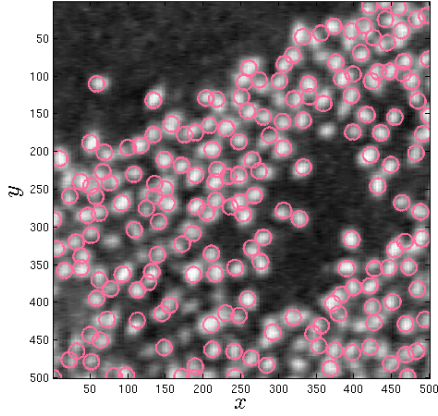
4.3.2 Comparaison avec la détection avec a priori

Cet algorithme a été comparé avec la méthode précédente à quelques changements près : on autorise désormais l'intersection partielle entre les disques et on fixe la nouvelle valeur de N à 205, Figure 5.

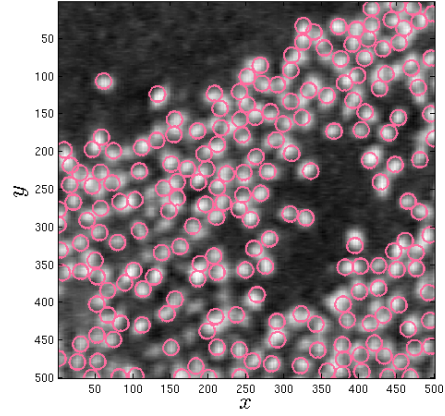
La répartition des disques est très proche. On remarque notamment que les disques mal placés, en bas de l'image, le sont pour les deux algorithmes. En revanche, les disques semblent moins se recouvrir avec l'algorithme avec a priori simple, malgré le fait que la condition sur le recouvrement soit similaire. La différence réside dans le fait que dans l'algorithme a priori on interdit totalement les disques espacés de moins de $\sqrt{2}R$ alors que dans la détection par processus ponctuels on ne fait que pénaliser une telle situation. Il n'est donc pas facile d'optimiser les paramètres du modèle de détection par processus ponctuels.

5 Conclusion

En définitive, un algorithme a priori n'est pas envisageable et nécessite de prendre en compte une condition de non superposition des flamants. Lorsqu'on ajoute cet a priori, l'algorithme implémenté permet une détection pertinente des flamants. En revanche, il est toujours nécessaire de fixer au préalable le nombre N de flamants à trouver dans l'image. L'algorithme de *naissances et morts multiples* permet de remédier à ce problème. Par ajouts et suppressions successives



(a) Processus ponctuels



(b) Avec a priori

FIGURE 5 Comparaison des deux dernières méthodes, en autorisant le recouvrement partiel entre les disques pour la méthode a priori

de disques, cet algorithme de détection par processus ponctuels permet de déterminer le nombre optimal de flamants contenus dans l'image. Cette méthode n'est pas parfaite car elle ne fait que pénaliser la superposition de deux disques et qu'elle nécessite le réglage de nombreux paramètres. Ces réglages peuvent prendre beaucoup de temps dans le cas où aucun ordre de grandeur des paramètres n'est fourni au préalable (ce n'était pas le notre). Mais elle présente un atout majeur vu qu'elle détermine seule le nombre de flamants dans l'image et qu'ainsi elle autorise le comptage de ceux-ci. Il est possible d'utiliser le nombre de flamants obtenus à l'aide de cette méthode et de se servir de l'algorithme de détection a priori pour localiser un peu mieux les flamants sur l'image.