

Une mesure de contraste couleur inter-régions

Eric FAVIER¹, Alain TREMEAU¹,

¹ Équipe Ingénierie de la Vision – Laboratoire LIGIV Université Jean Monnet de Saint-Etienne – France
tremeau@vision.univ-st-etienne.fr, favier@vision.univ-st-etienne.fr

Résumé – L’objectif de cet article est de présenter deux descripteurs de contraste locaux, l’un basé sur la notion de région, l’autre sur la notion de contour, puis de coupler ces deux descripteurs pour définir une image d’émergence des régions fonction des régions environnantes. Cette approche a été menée dans l’objectif d’intégrer des paramètres psychovisuels (donc subjectifs) dans la définition de descripteurs objectifs du contraste couleur, afin d’optimiser la “pertinence” de ces descripteurs.

Abstract – The aim of this paper is to propose two descriptors of local contrast. The first one is regions-based, meanwhile the second one is edge-based. These two descriptors have been next gathered in order to define an image of emerging regions relatively to neighborhood regions. This approach has been defined in reference to psycho-visual experiments (which are *a fortiori* subjective) in order to better characterize color contrasts between adjacent regions (from objectives measurements).

1 Introduction

La notion de contraste, sur une image couleur, est assez mal définie de manière générale dans la littérature, car les descripteurs liés à cette notion n’intègrent généralement pas l’aspect psychovisuel lié à l’observation humaine. Les descripteurs classique n’intègrent, le plus souvent, que les couleurs des régions, sans s’intéresser à la distribution de ces régions les unes par rapport aux autres. Pour notre part nous proposons de prendre en compte, dans nos descripteurs de contraste couleur, des informations locales qui se fondent sur la perception visuelle des contrastes couleur entre régions adjacentes. En effet, l’oeil humain n’intègre dans l’évaluation des contrastes couleurs des paramètres tels que la taille respectives des régions présentant un contraste, par exemple :

- un contraste entre deux régions de tailles voisines n’est pas perçu par un être humain de la même façon qu’un contraste entre deux régions de tailles très différentes.
- de même l’oeil humain est sensible au périmètre commun entre les deux régions adjacentes donnant lieu à un contraste.

Ce sont ces différentes notions que nous avons intégrés dans des descripteurs de contraste locaux, en n’oubliant pas de resituer à chaque fois le contraste dans son contexte, à savoir : ce ne sont pas deux zones, mais un ensemble de zones adjacentes qui interviennent dans la perception des contrastes couleurs.

2 Paramètres d’étude

Nous avons travaillé, dans tout cet article, sur des images segmentées par une méthode quelconque de segmentation des images couleurs. Ainsi, partant du principe que l’image à traiter adéjà été au préalable segmentée, nous nous sommes attachés dans un premier temps à calculer le graphe d’adjacence des régions de cette image (voir Fig. 1). Ainsi : à chaque région R_i est associé un sommet S_i dans le graphe, et à chaque paire de régions adjacentes $\{R_i, R_j\}$ est associé une arête e_{ij} dans le graphe.

Sachant qu’une région R_i peut être décrite de la façon suivante:

- par la moyenne $\vec{\mu}_i$ et la variance σ_i de sa distribution couleur,
- par son aire, ou par son nombre de pixels n_i , et par son périmètre P_i ,

nous pouvons associer à la paire $\{R_i, R_j\}$ une mesure de contraste d_{ij} qui :

- d’une part calcule la distance de Fisher qui sépare les deux distributions couleur considérées,

$$d^2(R_i, R_j) = \frac{(n_i + n_j) \|\vec{\mu}_i - \vec{\mu}_j\|^2}{n_i \sigma_i^2 + n_j \sigma_j^2} \quad (1)$$

si $\sigma_i \neq 0$ et $\sigma_j \neq 0$

$$d^2(R_i, R_j) = \|\vec{\mu}_i - \vec{\mu}_j\|^2 \quad (2)$$

si $\sigma_i = 0$ et $\sigma_j = 0$

- d'autre part pondère cette distance proportionnellement à la longueur de périmètre P_{ij} commun aux deux régions, selon la formule suivante :

$$\Delta_{ij} = \frac{\min(P_i, P_j)}{4 P_{ij}} \quad (3)$$

On peut alors calculer une distance pondérée selon la formule suivante :

$$d_{ij}^p = 1/4 \cdot d(R_i, R_j) \cdot \Delta_{ij} \quad (4)$$

Cette mesure a été introduite par R. SCETTINI dans [1], mesure que l'on peut associer à chaque arête e_{ij} du graphe. Cette mesure va nous servir de base pour la construction d'une mesure de contraste couleur inter-région.

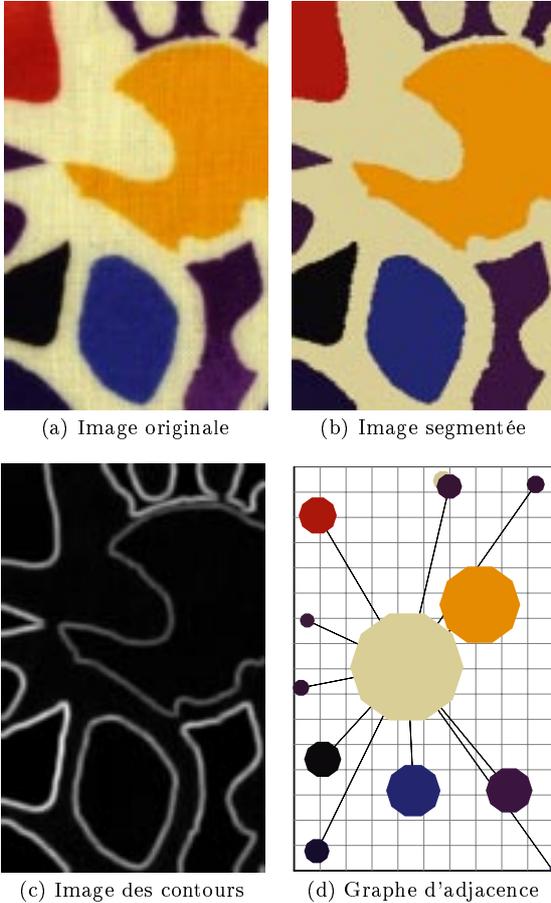


FIG. 1: Construction du graphe d'adjacence des régions d'une image pré-segmentée. N.B. Les contours sont calculés selon un gradient directionnel [6].

3 Définition d'une mesure d'émergence couleur

Nous allons, dans cette partie, introduire la notion d'émergence couleur relative d'un sommet du graphe d'adjacence (i.e. d'une zone segmentée de l'image étudiée) et celle d'émergence relative d'une paire de sommets adjacents du graphe d'adjacence. Pour ceci, sachant qu'à un sommet S_i correspond plusieurs arêtes e_{ij} , donc une distribution de mesures de contraste, nous pouvons considérer que l'émergence relative de ce sommet S_i par rapport à l'ensemble V_i de ses sommets adjacents peut être décrite par :

- la moyenne μ_{V_i} et la variance σ_{V_i} , ainsi que la valeur de contraste maximal $\sup V_i$ de cette distribution de mesures de contraste.

De même, on peut définir l'émergence relative de la paire de sommets adjacents $\{S_i, S_j\}$ par :

- la moyenne $\mu_{V_{ij}}$ et la variance $\sigma_{V_{ij}}$, ainsi que la valeur de contraste maximal $\sup V_{ij}$ de la distribution de mesures de contraste de l'ensemble V_{ij} des sommets adjacents à $\{S_i, S_j\}$.

Par analogie au principe des contrastes simultanés, et successifs (cf. [2]), nous avons défini une nouvelle mesure de contraste entre les régions adjacentes $\{R_i, R_j\}$ par :

$$c_{ij} = (\sup V_i - d_{ij}) + 2 (\sup V_{ij} - d_{ij}) + (\sup V_j - d_{ij}) \quad (5)$$

D'où la mesure d'émergence suivante, d'une région R_i par rapport à l'ensemble V_i de ses régions adjacentes R_j , et relativement à l'ensemble V_{i+} des régions adjacentes aux régions de l'ensemble V_i (voir Fig. 2) :

$$E_i^R = (\sup V_i - \mu_{V_i}) + 2 \left(\frac{1}{\text{card } V_i} \sum_{R_j \in V_i} \sup V_{ij} - \mu_{V_i} \right) + (\sup V_{i+} - \mu_{V_i}) \quad (6)$$

Par construction, le graphe d'adjacence des régions contient toutes les informations nécessaires aux calculs de cette mesure, puisqu'il décrit directement toutes les relations d'adjacence du premier ordre, et permet de recenser toutes les relations d'adjacence de plus haut niveau, notamment celles à l'ordre 2 nécessaires au calcul de la formule précédente. Nous noterons E^R l'image labélisée qui pour chacune des régions de l'image traitée associe la mesure d'émergence correspondante.

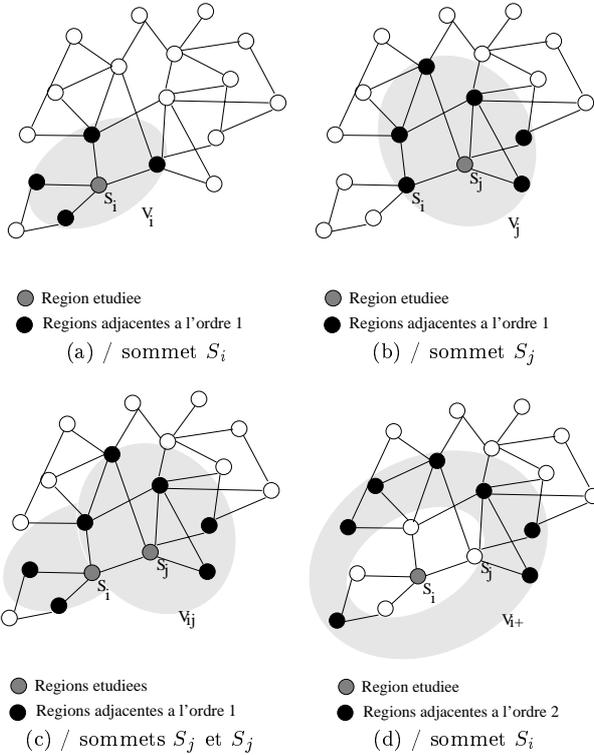


FIG. 2: Relations d'adjacence dans le graphe des régions.

4 Définition d'une mesure de contraste couleur

Plusieurs expériences psycho-visuelles ont démontrées que l'observateur humain a une perception du contraste couleur plus prononcée à la frontière des régions qu'elle ne l'est en réalité, et que cette perception est d'autant plus prononcée que les régions sont homogènes [2, 3].

Pour tenir compte de ce phénomène, nous avons défini une mesure de contraste couleur, aux contours des régions (voir Fig. 1(c)). Nous appellerons par la suite ce contraste : contraste couleur de contour. Entre deux régions de l'image couleur pré-segmentée R_i et R_j , nous noterons le contraste couleur de contour cc_{ij} .

Cette valeur est calculée en trois étapes que nous détaillons ici :

1. Sur chaque point P du contour inter-régions adjacentes R_i et R_j (zone que l'on notera C_{ij}), on calcule le gradient directionnel maximal (sur un masque 7×7), dans la direction de la composante couleur d'inertie maximale du nuage des couleurs C_{ij} dans l'espace couleur RGB (NB. Cet axe, noté X_1 , est calculé à partir de la transformation de Karhunen-Loève) . Cette valeur est calculée en chaque point P de C_{ij} (voir Fig. 3).
2. on calcule, ensuite la moyenne des valeurs cc_{ij} cal-

culées sur C_{ij} :

$$\mu_{C_{ij}} = \frac{1}{\text{Card}(C_{ij})} \sum_{P \in C_{ij}} cc_{ij}(P) \quad (7)$$

Cette valeur est ensuite pondérée par la longueur du périmètre commun P_{ij} aux deux régions R_i et R_j .

On obtient ainsi :

$$\mu_{C_{ij}}^p = \mu_{C_{ij}} \times P_{ij} \quad (8)$$

Tous les points de C_{ij} sont alors affectés de cette valeur.

3. La dernière étape consiste à superposer :

- à l'image d'émergence E^R précédemment calculée,
- l'image des contours que l'on a obtenu, que l'on notera E^C . Laquelle image associe, à chaque pixel de contour, la valeur de contraste de la frontière à laquelle il appartient.

puis à lisser cette nouvelle image aux bords des frontières. Pour se faire le masque binaire de l'image des contours E^C est dilaté, et sur ces nouveaux contours un dégradé de valeur est obtenu entre les points de C_{ij} et les valeurs des régions de E pour chacun des couples de régions R_i et R_j .

L'image ainsi obtenue est alors l'image de contraste couleur tenant compte de la perception visuelle humaine.

5 Applications en traitement d'images couleur

Ces deux mesures font actuellement l'objet de plusieurs études, au sein de notre laboratoire, en vue de démontrer leur pertinence. Ces études portent sur :

- la recherche d'une mesure de contraste couleur, entre deux zones d'étude adjacentes, dans un contexte environnant non uniforme, en vue d'établir une mesure d'apparence couleur qui intègre plus d'informations que celles proposées jusqu'alors. Cette recherche s'inscrit dans la continuité du modèle couleur *LLab* développé par R. LUO [4].
- la recherche de descripteurs de haut niveau pour l'analyse de la qualité des images, notamment des images de synthèse.
- le développement d'un algorithme de segmentation de haut niveau, par fusion de régions dans le graphe d'adjacence des régions, afin d'améliorer une méthode de croissance de régions dans le graphe d'adjacence des régions déjà implémentée [5].

6 Conclusion

Jusqu'à récemment on définissait, de manière générale, le contraste couleur entre deux régions d'étude adjacentes à partir de l'écart couleur qui sépare ces deux régions. Or de nombreuses études liées à la colorimétrie ont démontrées que le contraste couleur dépendait également de la couleur des régions avoisinantes.

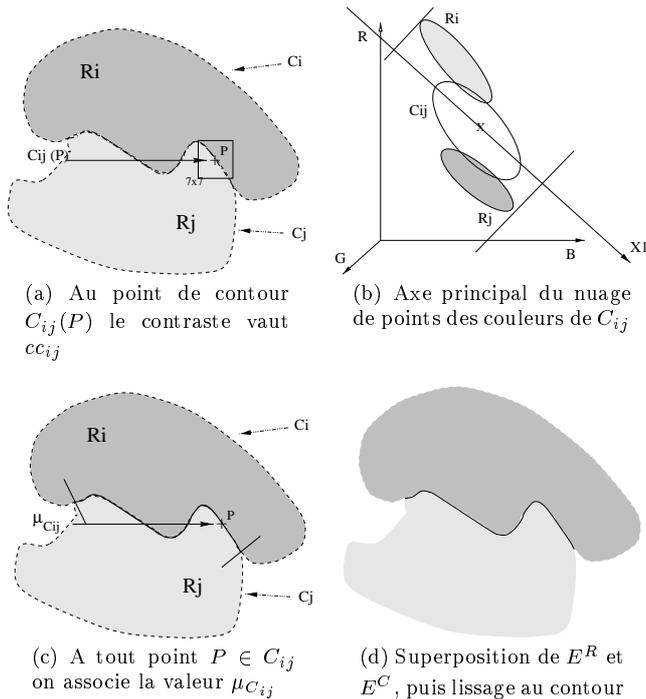


FIG. 3: Etapes de calcul de la mesure de contraste aux contours. Superposition, puis lissage au contour, des images d'émergence des régions E^R et de contraste aux contours E^C .

Afin d'établir une mesure de contraste couleur image qui prenne mieux en compte cette notion de contexte environnant, nous avons introduit une mesure d'émergence couleur des régions et une mesure de contraste couleur aux contours, puis nous avons couplé ces deux mesures en une seule dite de contraste couleur. La conception de ces différentes mesures a constitué la première étape de notre travail. La seconde étape aura pour but de vérifier la pertinence de ces mesures d'un point de vue psychovisuel. Pour se faire, nous allons effectuer différentes expériences psychovisuelles afin d'estimer, région par région, le taux de corrélation entre les mesures objectives réalisées et la perception subjective.

Il est intéressant de noter que les formules d'écart couleur proposées dans le cadre de la définition des modèles d'apparence couleur, tel que le modèle CIECAM97s, sont non seulement très en amont par rapport aux formules que

nous avons proposé dans le contexte de notre étude, mais également très restrictives compte tenu des conditions d'étude retenues. Nous ne pouvons donc nous appuyer ni sur ces formules d'apparence couleur, ni sur les modes d'analyse qui les sous-tendent, pour élaborer des descripteurs images de contraste couleur pertinents au sens de la perception visuelle. Il conviendrait donc de revenir sur la définition de ces formules et d'élargir leur champ d'étude afin d'accroître leur potentiel d'utilisation dans le cadre des applications image, tel a été l'une des idées majeures de cette étude.

References

- [1] R. Schettini. *A segmentation algorithm for color images*. Pattern Recognition Letters, 14(6):499-506, June 1993.
- [2] A. Trémeau. *Contribution des modèles de la perception visuelle à l'analyse d'image couleur*. PhD thesis, Université Jean Monnet, 1993.
- [3] A. Trémeau. *Analyse d'images couleurs : du pixel à la scène*. PhD thesis, Université Jean Monnet, 1998. Habilitation à Diriger les Recherches.
- [4] R. Luo. *The llab model for colour appearance and colour difference evaluation*. In SPIE Proceedings, volume 2658, pages 261-269, 1996.
- [5] A. Trémeau et P. Colantoni. *Regions adjacency graph applied to color image segmentation*. IEEE Transactions on Image Processing, 1998. To be published.
- [6] A. Cumani, P. Grattoni, and A. Giuducci. *An edged-based description of color images*. Computer Vision Graphics and image Processing, 53(1):313-323, July 1991.