

Segmentation morphologique interactive pour la fouille de séquences vidéo

Travaux présentés en vue de l'obtention du doctorat d'Informatique

Jonathan Weber

Vendredi 30 Septembre 2011

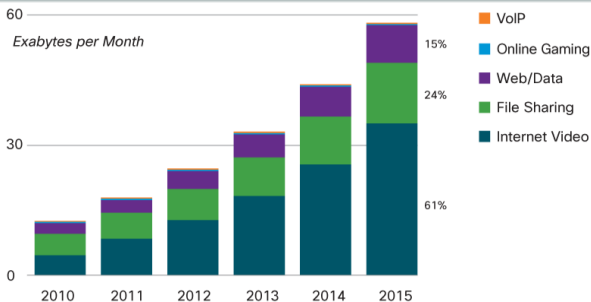
Financement CIFRE



Directeur de thèse : Pierre Gañçarski
Directeur de thèse : Sébastien Lefèvre
Rapporteur : Olivier Lézoray
Rapporteur : Florence Sèdes
Examineur : Erchan Aptoula
Invité : Christian Dhinaut

Professeur, Université de Strasbourg
Professeur, Université de Bretagne Sud
Professeur, Université de Caen Basse Normandie
Professeur, Université Paul Sabatier Toulouse
Professeur-Assistant, Okan Üniversitesi, Turquie
Chef de produit, Ready Business System

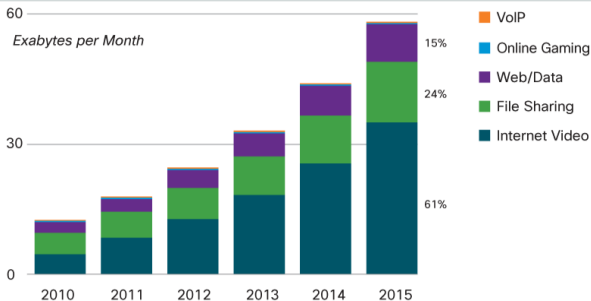
Importance croissante des données vidéo



Quelques chiffres

- Actuellement
 - YouTube diffuse 3 milliards de séquences vidéo par jour
- Dans un avenir proche (source CISCO)
 - 2012 : la vidéo représentera 50% du trafic Internet mondial
 - 2015 : 100 millions de minutes de vidéo diffusées chaque seconde

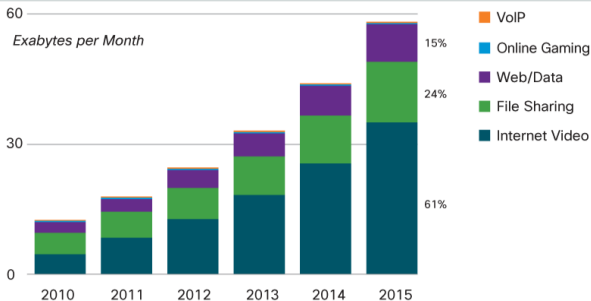
Importance croissante des données vidéo



Quelques chiffres

- Actuellement
 - YouTube diffuse 3 milliards de séquences vidéo par jour
- Dans un avenir proche (source CISCO)
 - 2012 : la vidéo représentera 50% du trafic Internet mondial
 - 2015 : 100 millions de minutes de vidéo diffusées chaque seconde

Importance croissante des données vidéo



Quelques chiffres

- Actuellement
 - YouTube diffuse 3 milliards de séquences vidéo par jour
- Dans un avenir proche (source CISCO)
 - 2012 : la vidéo représentera 50% du trafic Internet mondial
 - 2015 : 100 millions de minutes de vidéo diffusées chaque seconde

Problèmes posés par les données vidéo

Fossé sémantique (verrou scientifique)

- Différence entre représentation numérique et interprétation humaine du contenu des séquences vidéo



≠

(12,45,87)	(12,84,8)	(76,23,57)
(17,42,57)	(12,5,87)	(12,45,89)
(2,45,87)	(12,45,7)	(12,5,87)

⇒ Interprétation automatique des séquences vidéo difficile

Données volumineuses (verrou technique)

- 1 seconde de video HD \simeq 178 Mo (non compressée)
 - ⇒ Coût mémoire potentiellement important
 - ⇒ Temps de calcul potentiellement important

⇒ Comment gérer efficacement ces données complexes ?

Problèmes posés par les données vidéo

Fossé sémantique (verrou scientifique)

- Différence entre représentation numérique et interprétation humaine du contenu des séquences vidéo



≠

(12,45,87)	(12,84,8)	(76,23,57)
(17,42,57)	(12,5,87)	(12,45,88)
(2,45,87)	(12,45,7)	(12,5,87)

⇒ Interprétation automatique des séquences vidéo difficile

Données volumineuses (verrou technique)

- 1 seconde de video HD \simeq 178 Mo (non compressée)
 - ⇒ Coût mémoire potentiellement important
 - ⇒ Temps de calcul potentiellement important

⇒ Comment gérer efficacement ces données complexes ?

Problèmes posés par les données vidéo

Fossé sémantique (verrou scientifique)

- Différence entre représentation numérique et interprétation humaine du contenu des séquences vidéo



≠

(12,45,87)	(12,84,8)	(76,23,57)
(17,42,57)	(12,5,87)	(12,45,88)
(2,45,87)	(12,45,7)	(12,5,87)

⇒ Interprétation automatique des séquences vidéo difficile

Données volumineuses (verrou technique)

- 1 seconde de video HD \simeq 178 Mo (non compressée)
 - ⇒ Coût mémoire potentiellement important
 - ⇒ Temps de calcul potentiellement important

⇒ Comment gérer efficacement ces données complexes ?

Fouille de données Vidéo

Définition

Extraction d'informations à partir d'une masse de séquences vidéo



14 systèmes récents (2007-2011) :

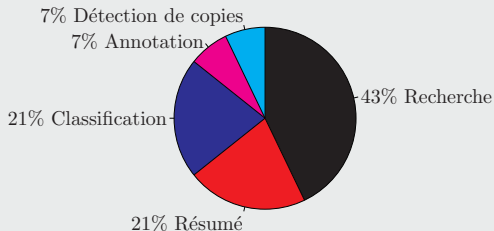
Fouille de données Vidéo

Définition

Extraction d'informations à partir d'une masse de séquences vidéo



14 systèmes récents (2007-2011) : Objectif



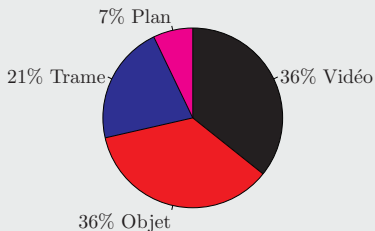
Fouille de données Vidéo

Définition

Extraction d'informations à partir d'une masse de séquences vidéo



14 systèmes récents (2007-2011) : Élément



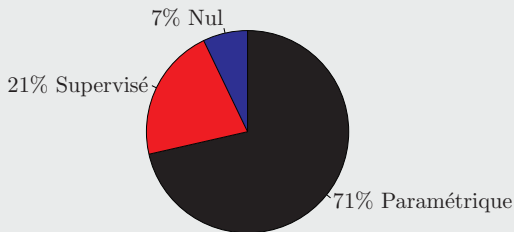
Fouille de données Vidéo

Définition

Extraction d'informations à partir d'une masse de séquences vidéo



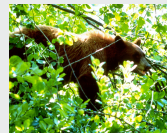
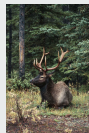
14 systèmes récents (2007-2011) : Rôle de l'utilisateur



Objectif : Approche orientée-objet semi-supervisée

Pertinence des objets-vidéo

Objet-vidéo : *Représentation spatiale d'un objet réel dans une séquence vidéo et son évolution temporelle*



⇒ Difficulté de l'approche globale

⇒ Approche objet = abstraction de l'environnement

Pertinence de l'approche semi-supervisée

Utilisation d'objets-vidéo

⇒ Extraction des objets-vidéo

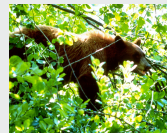
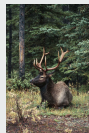
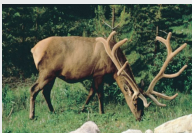
⇒ Fossé sémantique

⇒ Implication semi-supervisée de l'utilisateur

Objectif : Approche orientée-objet semi-supervisée

Pertinence des objets-vidéo

Objet-vidéo : *Représentation spatiale d'un objet réel dans une séquence vidéo et son évolution temporelle*



⇒ Difficulté de l'approche globale

⇒ Approche objet = abstraction de l'environnement

Pertinence de l'approche semi-supervisée

Utilisation d'objets-vidéo

⇒ Extraction des objets-vidéo

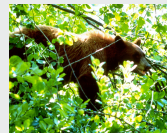
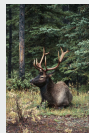
⇒ Fossé sémantique

⇒ Implication semi-supervisée de l'utilisateur

Objectif : Approche orientée-objet semi-supervisée

Pertinence des objets-vidéo

Objet-vidéo : *Représentation spatiale d'un objet réel dans une séquence vidéo et son évolution temporelle*



⇒ Difficulté de l'approche globale

⇒ Approche objet = abstraction de l'environnement

Pertinence de l'approche semi-supervisée

Utilisation d'objets-vidéo

⇒ Extraction des objets-vidéo

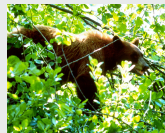
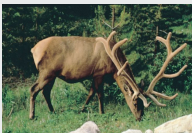
⇒ Fossé sémantique

⇒ Implication semi-supervisée de l'utilisateur

Objectif : Approche orientée-objet semi-supervisée

Pertinence des objets-vidéo

Objet-vidéo : *Représentation spatiale d'un objet réel dans une séquence vidéo et son évolution temporelle*



⇒ Difficulté de l'approche globale

⇒ Approche objet = abstraction de l'environnement

Pertinence de l'approche semi-supervisée

Utilisation d'objets-vidéo

⇒ Extraction des objets-vidéo

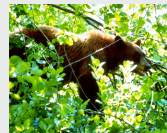
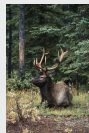
⇒ Fossé sémantique

⇒ Implication semi-supervisée de l'utilisateur

Objectif : Approche orientée-objet semi-supervisée

Pertinence des objets-vidéo

Objet-vidéo : *Représentation spatiale d'un objet réel dans une séquence vidéo et son évolution temporelle*



⇒ Difficulté de l'approche globale

⇒ Approche objet = abstraction de l'environnement

Pertinence de l'approche semi-supervisée

Utilisation d'objets-vidéo

⇒ Extraction des objets-vidéo

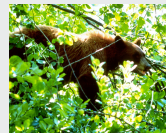
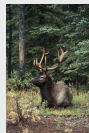
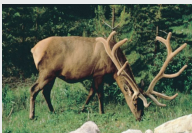
⇒ Fossé sémantique

⇒ Implication semi-supervisée de l'utilisateur

Objectif : Approche orientée-objet semi-supervisée

Pertinence des objets-vidéo

Objet-vidéo : *Représentation spatiale d'un objet réel dans une séquence vidéo et son évolution temporelle*



⇒ Difficulté de l'approche globale

⇒ Approche objet = abstraction de l'environnement

Pertinence de l'approche semi-supervisée

Utilisation d'objets-vidéo

⇒ Extraction des objets-vidéo

⇒ Fossé sémantique

⇒ **Implication semi-supervisée de l'utilisateur**

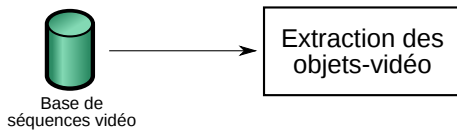
VOMF : Video Object Mining Framework



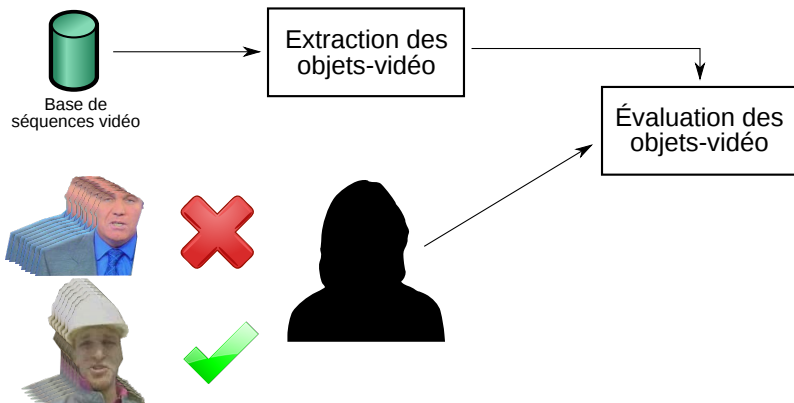
Base de
séquences vidéo



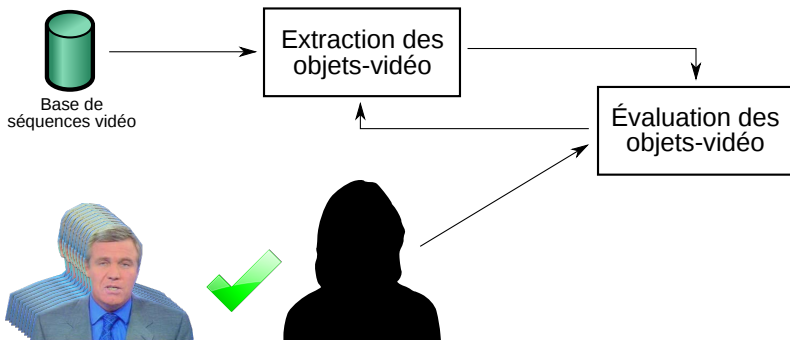
VOMF : Video Object Mining Framework



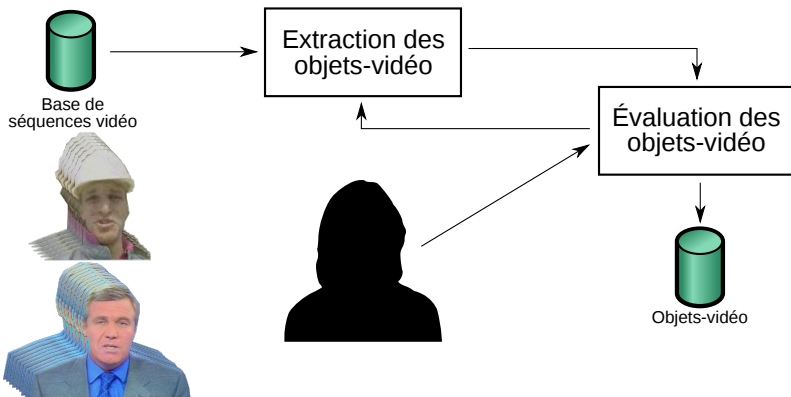
VOMF : Video Object Mining Framework



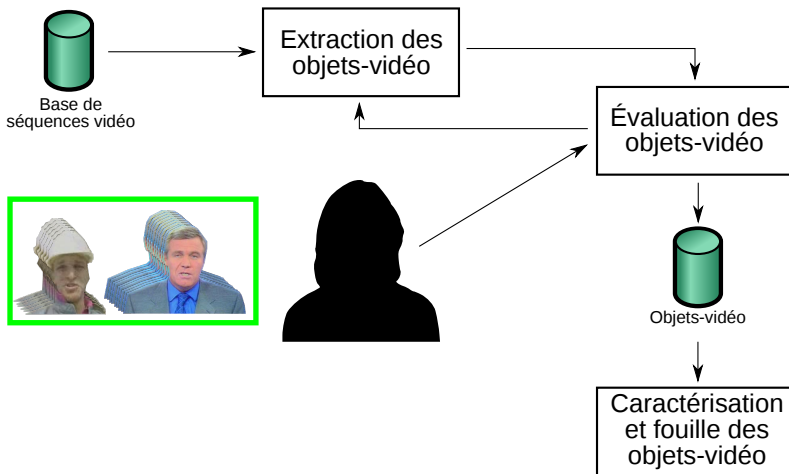
VOMF : Video Object Mining Framework



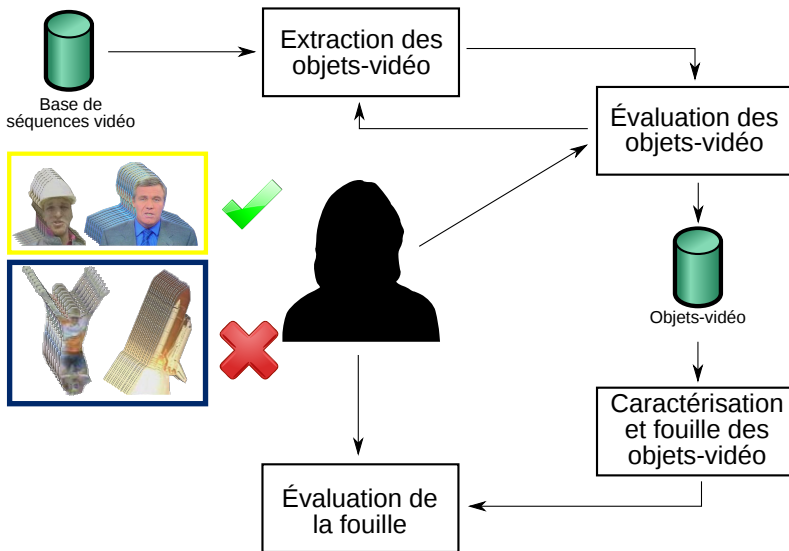
VOMF : Video Object Mining Framework



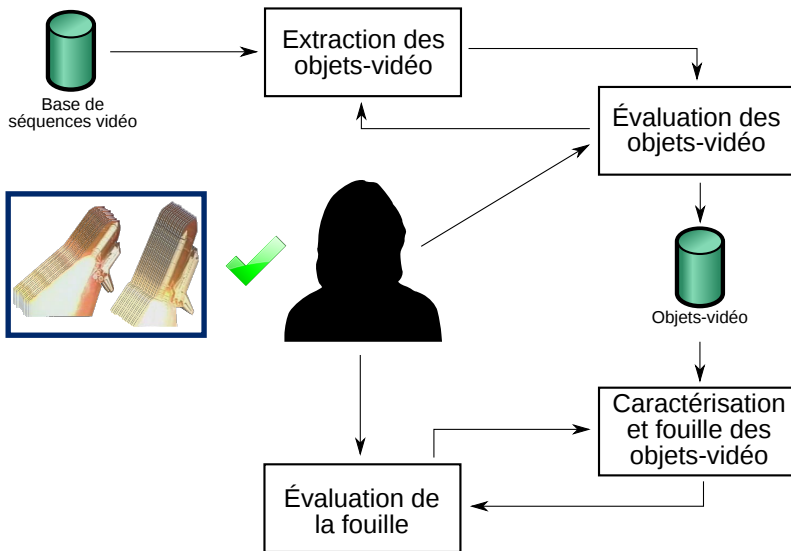
VOMF : Video Object Mining Framework



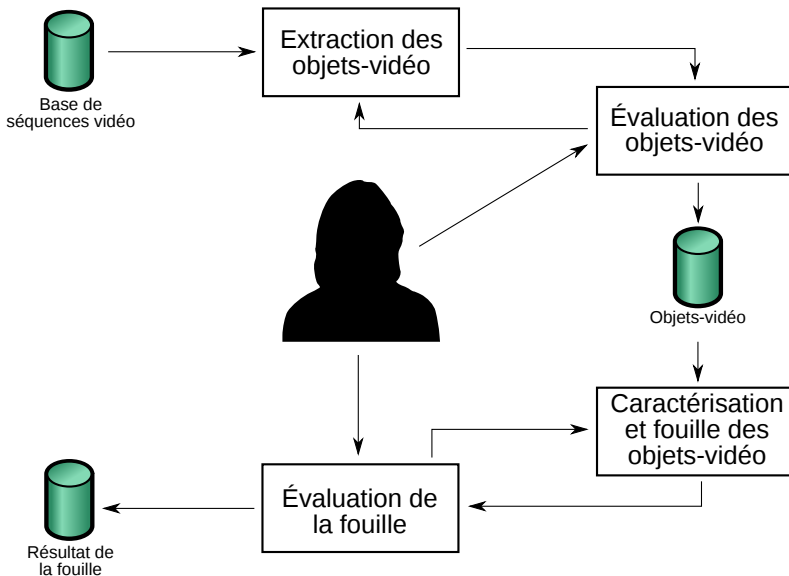
VOMF : Video Object Mining Framework



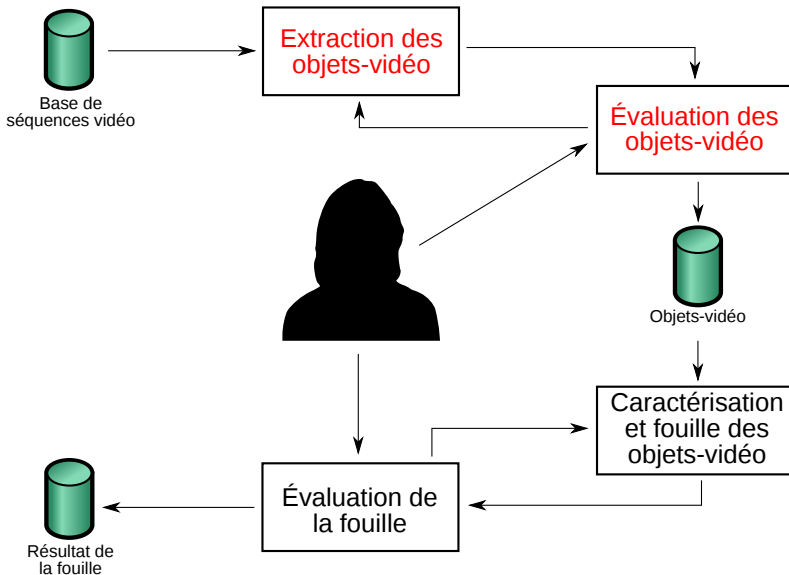
VOMF : Video Object Mining Framework



VOMF : Video Object Mining Framework



VOMF : Video Object Mining Framework



Extraction et évaluation des objets-vidéo

Première étape

- Permettre l'interaction
 - Réduire le coût mémoire
 - Réduire le temps de calcul
- ⇒ Réduction du volume de la vidéo
- Approche « superpixel »

Deuxième étape

- Assemblage des superpixels en objet-vidéo
- Personnalisation de la segmentation

Difficultés

- Définition de superpixels vidéo
- Assemblage rapide pour permettre l'interactivité

Extraction et évaluation des objets-vidéo

Première étape

- Permettre l'interaction
 - Réduire le coût mémoire
 - Réduire le temps de calcul
- ⇒ Réduction du volume de la vidéo
- Approche « superpixel »

Deuxième étape

- Assemblage des superpixels en objet-vidéo
- Personnalisation de la segmentation

Difficultés

- Définition de superpixels vidéo
- Assemblage rapide pour permettre l'interactivité

Extraction et évaluation des objets-vidéo

Première étape

- Permettre l'interaction
 - Réduire le coût mémoire
 - Réduire le temps de calcul
- ⇒ Réduction du volume de la vidéo
- Approche « superpixel »

Deuxième étape

- Assemblage des superpixels en objet-vidéo
- Personnalisation de la segmentation

Difficultés

- Définition de superpixels vidéo
- Assemblage rapide pour permettre l'interactivité

Plan de la présentation

- 1 Contexte
- 2 Réduction des données
- 3 Assemblage interactif
- 4 Conclusion

Réduction des données : un problème pas si simple

Réduction « naïve »

- Réduction spatiale et temporelle



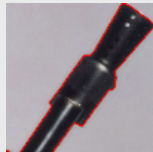
100%



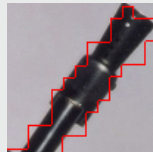
1,5%



1,5%⇒100%



Zoom : 100%



Zoom : 1,5%⇒100%

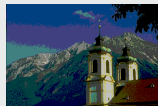
- Segmentation peu précise
 - identique pour le temporel
- Réduction chromatique



24 bits (100%)



12 bits (50%)



6 bits (25%)



3 bits (12,5%)

- Rapport compression/perte d'informations peu intéressant

Superpixels

Définition

Ensemble connexe de pixels homogène au sens d'un certain critère

- + grand qu'un pixel
- + petit qu'un objet



285 000 pixels (100%)



104 superpixels (0,04%)

Intérêt

Pas ou peu de perte d'informations

Superpixels

Définition

Ensemble connexe de pixels homogène au sens d'un certain critère

- + grand qu'un pixel
- + petit qu'un objet



285 000 pixels (100%)



104 superpixels (0,04%)

Intérêt

Pas ou peu de perte d'informations

Approches existantes

Superpixels

Mean-Shift[Comaniciu et Meer, 2002]

Coût calculatoire élevé

TurboPixels[Levinshtein et al., 2009]
SLIC Superpixels[Achanta et al., 2010]

Petites zones homogènes perdues
Zones homogènes vastes sur-segmentées

Ligne de partage des eaux[Vincent et Soille, 1991]

Contenu des régions non pris en compte
Sensibilité au gradient

Zones quasi-plates α, ω [Soille, 2008]

Présence de petites régions parasites

Application dans le cadre des séquences vidéo

- Suivi de superpixels 2D dans chaque trame

Approches existantes

Superpixels

Mean-Shift[Comaniciu et Meer, 2002]

Coût calculatoire élevé

TurboPixels[Levinshtein et al., 2009]
SLIC Superpixels[Achanta et al., 2010]

Petites zones homogènes perdues
Zones homogènes vastes sur-segmentées

Ligne de partage des eaux[Vincent et Soille, 1991]

Contenu des régions non pris en compte
Sensibilité au gradient

Zones quasi-plates α, ω [Soille, 2008]

Présence de petites régions parasites

Application dans le cadre des séquences vidéo

- Suivi de superpixels 2D dans chaque trame

Approches existantes

Superpixels

Mean-Shift[Comaniciu et Meer, 2002]

Coût calculatoire élevé

TurboPixels[Levinshtein et al., 2009]
SLIC Superpixels[Achanta et al., 2010]

Petites zones homogènes perdues
Zones homogènes vastes sur-segmentées

Ligne de partage des eaux[Vincent et Soille, 1991]

Contenu des régions non pris en compte
Sensibilité au gradient

Zones quasi-plates α, ω [Soille, 2008]

Présence de petites régions parasites

Application dans le cadre des séquences vidéo

- Suivi de superpixels 2D dans chaque trame

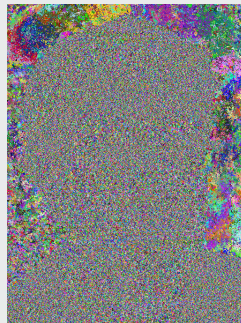
Zones plates

Zones plates (composantes connexes)

- Ensemble connexe de pixels ayant la même valeur



349 696 pixels (100%)



204 241 z.p. (58,4%)

- Pas de perte d'informations
- Mais réduction des données insuffisante

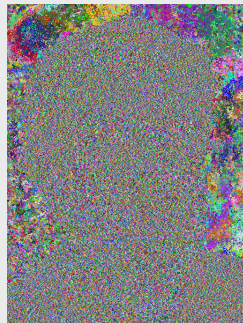
Zones plates

Zones plates (composantes connexes)

- Ensemble connexe de pixels ayant la même valeur



349 696 pixels (100%)



204 241 z.p. (58,4%)

- Pas de perte d'informations
- Mais réduction des données insuffisante

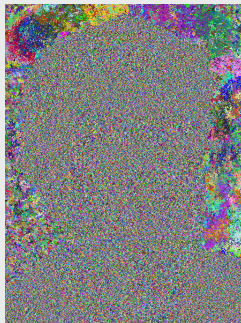
Zones plates

Zones plates (composantes connexes)

- Ensemble connexe de pixels ayant la même valeur



349 696 pixels (100%)



204 241 z.p. (58,4%)

- Pas de perte d'informations
- Mais réduction des données insuffisante

Zones plates

Zones plates (composantes connexes)

- Ensemble connexe de pixels ayant la même valeur



349 696 pixels (100%)



204 241 z.p. (58,4%)

- Pas de perte d'informations
- Mais réduction des données insuffisante

Zones quasi-plates

Zones quasi-plates α

- Ensemble connexe de pixels ayant des valeurs proches
- Paramètre α = seuil de variation locale
 - p et q (pixels voisins) sont α -connexes si $|f(p) - f(q)| \leq \alpha$
 - p et q appartiennent à la même zone quasi-plate s'il existe au moins un chemin \mathcal{P} les reliant tel que chaque pixel qui le compose soit α -connexe avec les pixels précédent et suivant

Image

ZP

 α -connexité

ZQP

Zones quasi-plates

Zones quasi-plates α

- Ensemble connexe de pixels ayant des valeurs proches
- Paramètre α = seuil de variation locale
 - p et q (pixels voisins) sont α -connexes si $|f(p) - f(q)| \leq \alpha$
 - p et q appartiennent à la même zone quasi-plate s'il existe au moins un chemin \mathcal{P} les reliant tel que chaque pixel qui le compose soit α -connexe avec les pixels précédent et suivant

Image

ZP

 α -connexité

ZQP

Zones quasi-plates

Zones quasi-plates α

- Ensemble connexe de pixels ayant des valeurs proches
- Paramètre α = seuil de variation locale
 - p et q (pixels voisins) sont α -connexes si $|f(p) - f(q)| \leq \alpha$
 - p et q appartiennent à la même zone quasi-plate s'il existe au moins un chemin \mathcal{P} les reliant tel que chaque pixel qui le compose soit α -connexe avec les pixels précédent et suivant

Image

ZP

 α -connexité

ZQP

Zones quasi-plates

Zones quasi-plates α

- Ensemble connexe de pixels ayant des valeurs proches
- Paramètre α = seuil de variation locale
 - p et q (pixels voisins) sont α -connexes si $|f(p) - f(q)| \leq \alpha$
 - p et q appartiennent à la même zone quasi-plate s'il existe au moins un chemin \mathcal{P} les reliant tel que chaque pixel qui le compose soit α -connexe avec les pixels précédent et suivant

15	15	17	20
12	4	3	2
10	5	5	1
13	15	14	13

Image

ZP

 α -connexité

ZQP

Zones quasi-plates

Zones quasi-plates α

- Ensemble connexe de pixels ayant des valeurs proches
- Paramètre α = seuil de variation locale
 - p et q (pixels voisins) sont α -connexes si $|f(p) - f(q)| \leq \alpha$
 - p et q appartiennent à la même zone quasi-plate s'il existe au moins un chemin \mathcal{P} les reliant tel que chaque pixel qui le compose soit α -connexe avec les pixels précédent et suivant

15	15	17	20
12	4	3	2
10	5	5	1
13	15	14	13

Image

15	15	17	20
12	4	3	2
10	5	5	1
13	15	14	13

ZP

 α -connexité

ZQP

Zones quasi-plates

Zones quasi-plates α

- Ensemble connexe de pixels ayant des valeurs proches
- Paramètre α = seuil de variation locale
 - p et q (pixels voisins) sont α -connexes si $|f(p) - f(q)| \leq \alpha$
 - p et q appartiennent à la même zone quasi-plate s'il existe au moins un chemin \mathcal{P} les reliant tel que chaque pixel qui le compose soit α -connexe avec les pixels précédent et suivant

15	15	17	20
12	4	3	2
10	5	5	1
13	15	14	13

Image

15	15	17	20
12	4	3	2
10	5	5	1
13	15	14	13

ZP

15	15	17	20
12	4	3	2
10	5	5	1
13	15	14	13

 α -connexité

ZQP

Zones quasi-plates

Zones quasi-plates α

- Ensemble connexe de pixels ayant des valeurs proches
- Paramètre α = seuil de variation locale
 - p et q (pixels voisins) sont α -connexes si $|f(p) - f(q)| \leq \alpha$
 - p et q appartiennent à la même zone quasi-plate s'il existe au moins un chemin \mathcal{P} les reliant tel que chaque pixel qui le compose soit α -connexe avec les pixels précédent et suivant

15	15	17	20
12	4	3	2
10	5	5	1
13	15	14	13

Image

15	15	17	20
12	4	3	2
10	5	5	1
13	15	14	13

ZP

15	15	17	20
12	4	3	2
10	5	5	1
13	15	14	13

 α -connexité

15	15	17	20
12	4	3	2
10	5	5	1
13	15	14	13

ZQP

Résultats de zones quasi-plates

Zones quasi-plates α

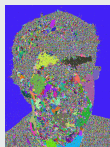
- Zones quasi-plates α selon différentes valeurs de α



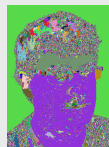
Originale
(349 696 - 100%)



ZP (ZQP $\alpha = 0$)
(204 241 - 58,4%)



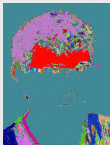
ZQP $\alpha = 1$
(97 295 - 27,8%)



ZQP $\alpha = 2$
(55 192 - 15,7%)



ZQP $\alpha = 3$
(33 982 - 9,7%)



ZQP $\alpha = 4$
(21 352 - 6,1%)



ZQP $\alpha = 5$
(13 995 - 4%)



ZQP $\alpha = 8$
(9 600 - 2,7%)

- Réduction importante des données
- Risque important de sous-segmentation
 - Perte d'informations

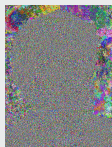
Résultats de zones quasi-plates

Zones quasi-plates α

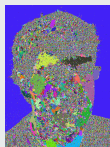
- Zones quasi-plates α selon différentes valeurs de α



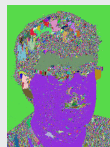
Originale
(349 696 - 100%)



ZP (ZQP $\alpha = 0$)
(204 241 - 58,4%)



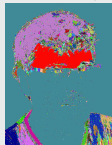
ZQP $\alpha = 1$
(97 295 - 27,8%)



ZQP $\alpha = 2$
(55 192 - 15,7%)



ZQP $\alpha = 3$
(33 982 - 9,7%)



ZQP $\alpha = 4$
(21 352 - 6,1%)



ZQP $\alpha = 5$
(13 995 - 4%)



ZQP $\alpha = 8$
(9 600 - 2,7%)

- Réduction importante des données
- Risque important de sous-segmentation
 - Perte d'informations

Résultats de zones quasi-plates α

Zones quasi-plates α

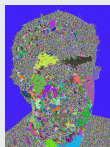
- Zones quasi-plates α selon différentes valeurs de α



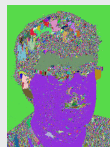
Originale
(349 696 - 100%)



ZP (ZQP $\alpha = 0$)
(204 241 - 58,4%)



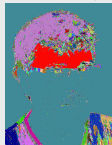
ZQP $\alpha = 1$
(97 295 - 27,8%)



ZQP $\alpha = 2$
(55 192 - 15,7%)



ZQP $\alpha = 3$
(33 982 - 9,7%)



ZQP $\alpha = 4$
(21 352 - 6,1%)



ZQP $\alpha = 5$
(13 995 - 4%)



ZQP $\alpha = 8$
(9 600 - 2,7%)

- Réduction importante des données
- Risque important de sous-segmentation
 - Perte d'informations

Sous-segmentation des zones quasi-plates α

Phénomène de réaction en chaîne



Solution :

⇒ Introduire un seuil sur la différence maximale de valeurs

Sous-segmentation des zones quasi-plates α

Phénomène de réaction en chaîne



Solution :

⇒ Introduire un seuil sur la différence maximale de valeurs

Sous-segmentation des zones quasi-plates α

Phénomène de réaction en chaîne



Solution :

⇒ Introduire un seuil sur la différence maximale de valeurs

Sous-segmentation des zones quasi-plates α

Phénomène de réaction en chaîne



Solution :

⇒ Introduire un seuil sur la différence maximale de valeurs

Sous-segmentation des zones quasi-plates α

Phénomène de réaction en chaîne



Solution :

⇒ Introduire un seuil sur la différence maximale de valeurs

Sous-segmentation des zones quasi-plates α

Phénomène de réaction en chaîne



Solution :

⇒ Introduire un seuil sur la différence maximale de valeurs

Sous-segmentation des zones quasi-plates α

Phénomène de réaction en chaîne



Solution :

⇒ Introduire un seuil sur la différence maximale de valeurs

Sous-segmentation des zones quasi-plates α

Phénomène de réaction en chaîne



Solution :

⇒ Introduire un seuil sur la différence maximale de valeurs

Sous-segmentation des zones quasi-plates α

Phénomène de réaction en chaîne

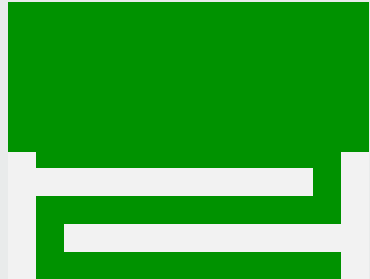


Solution :

⇒ Introduire un seuil sur la différence maximale de valeurs

Sous-segmentation des zones quasi-plates α

Phénomène de réaction en chaîne



Solution :

⇒ Introduire un seuil sur la différence maximale de valeurs

Sous-segmentation des zones quasi-plates α

Phénomène de réaction en chaîne



Solution :

⇒ Introduire un seuil sur la différence maximale de valeurs

Sous-segmentation des zones quasi-plates α

Phénomène de réaction en chaîne



Solution :

⇒ Introduire un seuil sur la différence maximale de valeurs

Zones quasi-plates α, ω

Zones quasi-plates α, ω

- Limitation de la différence de valeurs au sein d'une ZQP
- Paramètre ω = seuil de variation globale
 - $\forall p, q \in \mathcal{Z}, |f(p) - f(q)| \leq \omega$
- ZQP α maximale satisfaisant ω (ω constant, α variable)



Zones quasi-plates α, ω

Zones quasi-plates α, ω

- Limitation de la différence de valeurs au sein d'une ZQP
- Paramètre ω = seuil de variation globale
 - $\forall p, q \in \mathcal{Z}, |f(p) - f(q)| \leq \omega$
- ZQP α maximale satisfaisant ω (ω constant, α variable)



Zones quasi-plates α, ω

Zones quasi-plates α, ω

- Limitation de la différence de valeurs au sein d'une ZQP
- Paramètre ω = seuil de variation globale
 - $\forall p, q \in \mathcal{Z}, |f(p) - f(q)| \leq \omega$
- ZQP α maximale satisfaisant ω (ω constant, α variable)



Zones quasi-plates α, ω

Zones quasi-plates α, ω

- Limitation de la différence de valeurs au sein d'une ZQP
- Paramètre ω = seuil de variation globale
 - $\forall p, q \in \mathcal{Z}, |f(p) - f(q)| \leq \omega$
- ZQP α maximale satisfaisant ω (ω constant, α variable)



Zones quasi-plates α, ω

Zones quasi-plates α, ω

- Limitation de la différence de valeurs au sein d'une ZQP
- Paramètre ω = seuil de variation globale
 - $\forall p, q \in \mathcal{Z}, |f(p) - f(q)| \leq \omega$
- ZQP α maximale satisfaisant ω (ω constant, α variable)



Zones quasi-plates α, ω

Zones quasi-plates α, ω

- Limitation de la différence de valeurs au sein d'une ZQP
- Paramètre ω = seuil de variation globale
 - $\forall p, q \in \mathcal{Z}, |f(p) - f(q)| \leq \omega$
- ZQP α maximale satisfaisant ω (ω constant, α variable)



Zones quasi-plates α, ω

Zones quasi-plates α, ω

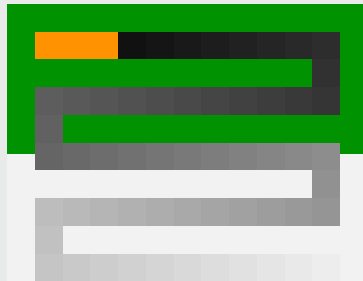
- Limitation de la différence de valeurs au sein d'une ZQP
- Paramètre ω = seuil de variation globale
 - $\forall p, q \in \mathcal{Z}, |f(p) - f(q)| \leq \omega$
- ZQP α maximale satisfaisant ω (ω constant, α variable)



Zones quasi-plates α, ω

Zones quasi-plates α, ω

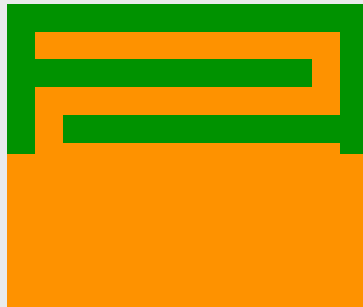
- Limitation de la différence de valeurs au sein d'une ZQP
- Paramètre ω = seuil de variation globale
 - $\forall p, q \in \mathcal{Z}, |f(p) - f(q)| \leq \omega$
- ZQP α maximale satisfaisant ω (ω constant, α variable)



Zones quasi-plates α, ω

Zones quasi-plates α, ω

- Limitation de la différence de valeurs au sein d'une ZQP
- Paramètre ω = seuil de variation globale
 - $\forall p, q \in \mathcal{Z}, |f(p) - f(q)| \leq \omega$
- ZQP α maximale satisfaisant ω (ω constant, α variable)



Zones quasi-plates α, ω

Zones quasi-plates α, ω

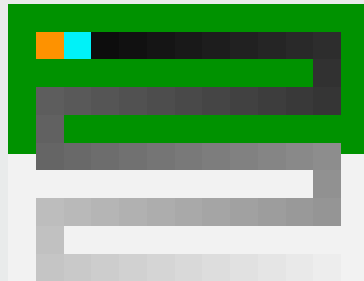
- Limitation de la différence de valeurs au sein d'une ZQP
- Paramètre ω = seuil de variation globale
 - $\forall p, q \in \mathcal{Z}, |f(p) - f(q)| \leq \omega$
- ZQP α maximale satisfaisant ω (ω constant, α variable)



Zones quasi-plates α, ω

Zones quasi-plates α, ω

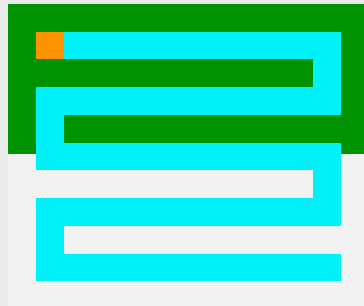
- Limitation de la différence de valeurs au sein d'une ZQP
- Paramètre ω = seuil de variation globale
 - $\forall p, q \in \mathcal{Z}, |f(p) - f(q)| \leq \omega$
- ZQP α maximale satisfaisant ω (ω constant, α variable)



Zones quasi-plates α, ω

Zones quasi-plates α, ω

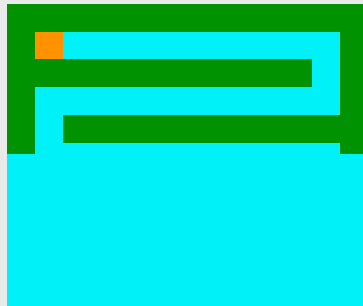
- Limitation de la différence de valeurs au sein d'une ZQP
- Paramètre ω = seuil de variation globale
 - $\forall p, q \in \mathcal{Z}, |f(p) - f(q)| \leq \omega$
- ZQP α maximale satisfaisant ω (ω constant, α variable)



Zones quasi-plates α, ω

Zones quasi-plates α, ω

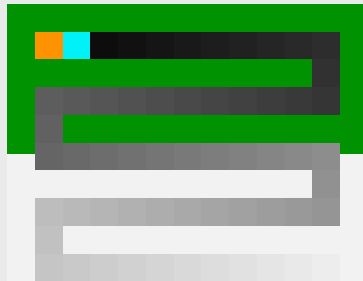
- Limitation de la différence de valeurs au sein d'une ZQP
- Paramètre ω = seuil de variation globale
 - $\forall p, q \in \mathcal{Z}, |f(p) - f(q)| \leq \omega$
- ZQP α maximale satisfaisant ω (ω constant, α variable)



Zones quasi-plates α, ω

Zones quasi-plates α, ω

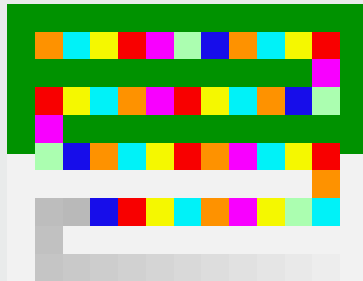
- Limitation de la différence de valeurs au sein d'une ZQP
- Paramètre ω = seuil de variation globale
 - $\forall p, q \in \mathcal{Z}, |f(p) - f(q)| \leq \omega$
- ZQP α maximale satisfaisant ω (ω constant, α variable)



Zones quasi-plates α, ω

Zones quasi-plates α, ω

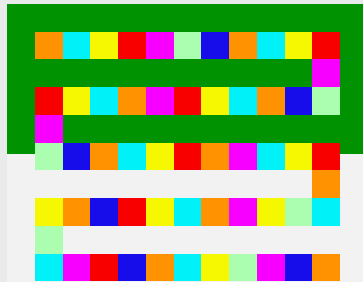
- Limitation de la différence de valeurs au sein d'une ZQP
- Paramètre ω = seuil de variation globale
 - $\forall p, q \in \mathcal{Z}, |f(p) - f(q)| \leq \omega$
- ZQP α maximale satisfaisant ω (ω constant, α variable)



Zones quasi-plates α, ω

Zones quasi-plates α, ω

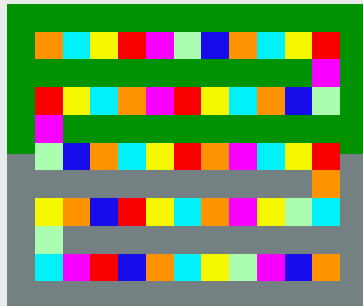
- Limitation de la différence de valeurs au sein d'une ZQP
- Paramètre ω = seuil de variation globale
 - $\forall p, q \in \mathcal{Z}, |f(p) - f(q)| \leq \omega$
- ZQP α maximale satisfaisant ω (ω constant, α variable)



Zones quasi-plates α, ω

Zones quasi-plates α, ω

- Limitation de la différence de valeurs au sein d'une ZQP
- Paramètre ω = seuil de variation globale
 - $\forall p, q \in \mathcal{Z}, |f(p) - f(q)| \leq \omega$
- ZQP α maximale satisfaisant ω (ω constant, α variable)



Résultats de zones quasi-plates alpha, omega

Zones plates, Zones quasi-plates α et Zones quasi-plates α, ω



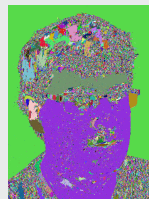
Originale
(349 696 - 100%)



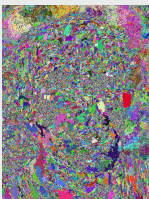
ZP (ZQP $\alpha = 0$)
(204 241 - 58,4%)



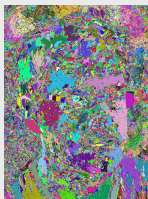
ZQP $\alpha = 1$
(97 295 - 27,8%)



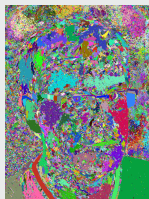
ZQP $\alpha = 2$
(55 192 - 15,7%)



$\alpha = \omega = 30$
(76 694 - 21,9%)



$\alpha = \omega = 60$
(58 143 - 16,6%)



$\alpha = \omega = 90$
(54 883 - 15,6%)



$\alpha = \omega = 120$
(18 825 - 5,4%)

Résultats de zones quasi-plates alpha, omega

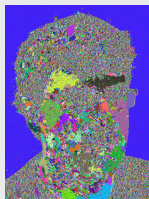
Zones plates, Zones quasi-plates α et Zones quasi-plates α, ω



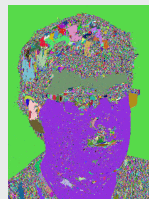
Originale
(349 696 - 100%)



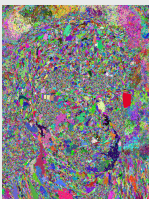
ZP (ZQP $\alpha = 0$)
(204 241 - 58,4%)



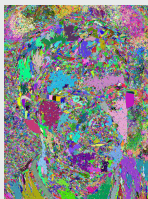
ZQP $\alpha = 1$
(97 295 - 27,8%)



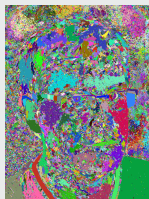
ZQP $\alpha = 2$
(55 192 - 15,7%)



$\alpha = \omega = 30$
(76 694 - 21,9%)



$\alpha = \omega = 60$
(58 143 - 16,6%)



$\alpha = \omega = 90$
(54 883 - 15,6%)



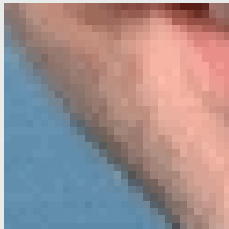
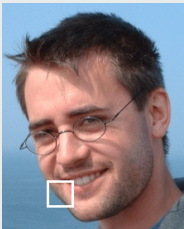
$\alpha = \omega = 120$
(18 825 - 5,4%)

Étude des petites zones quasi-plates

Nombreuses zones quasi-plates de faible taille

⇒ Effet d'escalier dans l'image originale (régions de transition)

⇒ Outliers



- Sur-segmentation n'apportant pas d'information

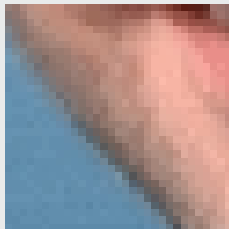
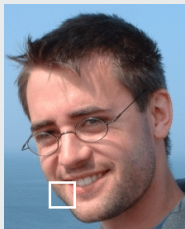
⇒ Filtrage des petites ZQP nécessaire !

Étude des petites zones quasi-plates

Nombreuses zones quasi-plates de faible taille

⇒ Effet d'escalier dans l'image originale (régions de transition)

⇒ Outliers



- Sur-segmentation n'apportant pas d'information

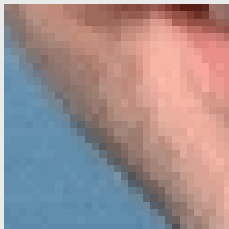
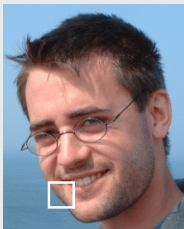
⇒ Filtrage des petites ZQP nécessaire !

Étude des petites zones quasi-plates

Nombreuses zones quasi-plates de faible taille

⇒ Effet d'escalier dans l'image originale (régions de transition)

⇒ Outliers



- Sur-segmentation n'apportant pas d'information

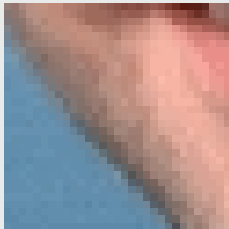
⇒ Filtrage des petites ZQP nécessaire !

Étude des petites zones quasi-plates

Nombreuses zones quasi-plates de faible taille

⇒ Effet d'escalier dans l'image originale (régions de transition)

⇒ Outliers



- Sur-segmentation n'apportant pas d'information

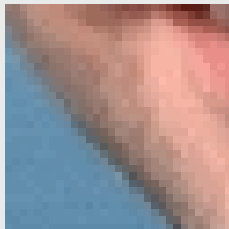
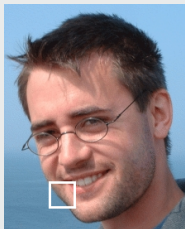
⇒ Filtrage des petites ZQP nécessaire !

Étude des petites zones quasi-plates

Nombreuses zones quasi-plates de faible taille

⇒ Effet d'escalier dans l'image originale (régions de transition)

⇒ Outliers



- Sur-segmentation n'apportant pas d'information

⇒ Filtrage des petites ZQP nécessaire !

Approches existantes de filtrage 1/2

Filtrage des régions de transition [Soille et Grazzini, 2009]

- Suppression des régions de transition
 - Région de transition = ZQP sans extremum local
- Reconstruction par croissance de régions (SRG) sur les pixels
 - ⇒ Subsistance des outliers
 - ⇒ Perte des ZQP

Filtrage par mosaïque d'extrema locaux [Soille, 2010]

- Renforcement du contraste
 - Croissance de régions (SRG) sur l'image avec extrema locaux comme graines
 - Chaque région est évaluée par la valeur de son extremum local
- Production des ZQP sur cette image à contraste renforcé
 - ⇒ Subsistance d'outliers
 - ⇒ Déformation des contours

Approches existantes de filtrage 1/2

Filtrage des régions de transition [Soille et Grazzini, 2009]

- Suppression des régions de transition
 - Région de transition = ZQP sans extremum local
- Reconstruction par croissance de régions (SRG) sur les pixels
 - ⇒ Subsistance des outliers
 - ⇒ Perte des ZQP

Filtrage par mosaïque d'extrema locaux [Soille, 2010]

- Renforcement du contraste
 - Croissance de régions (SRG) sur l'image avec extrema locaux comme graines
 - Chaque région est évaluée par la valeur de son extremum local
- Production des ZQP sur cette image à contraste renforcé
 - ⇒ Subsistance d'outliers
 - ⇒ Déformation des contours

Approches existantes de filtrage 1/2

Filtrage des régions de transition [Soille et Grazzini, 2009]

- Suppression des régions de transition
 - Région de transition = ZQP sans extremum local
- Reconstruction par croissance de régions (SRG) sur les pixels
 - ⇒ Subsistance des outliers
 - ⇒ Perte des ZQP

Filtrage par mosaïque d'extrema locaux [Soille, 2010]

- Renforcement du contraste
 - Croissance de régions (SRG) sur l'image avec extrema locaux comme graines
 - Chaque région est évaluée par la valeur de son extremum local
- Production des ZQP sur cette image à contraste renforcé
 - ⇒ Subsistance d'outliers
 - ⇒ Déformation des contours

Approches existantes de filtrage 1/2

Filtrage des régions de transition [Soille et Grazzini, 2009]

- Suppression des régions de transition
 - Région de transition = ZQP sans extremum local
- Reconstruction par croissance de régions (SRG) sur les pixels
 - ⇒ Subsistance des outliers
 - ⇒ Perte des ZQP

Filtrage par mosaïque d'extrema locaux [Soille, 2010]

- Renforcement du contraste
 - Croissance de régions (SRG) sur l'image avec extrema locaux comme graines
 - Chaque région est évaluée par la valeur de son extremum local
- Production des ZQP sur cette image à contraste renforcé
 - ⇒ Subsistance d'outliers
 - ⇒ Déformation des contours

Approches existantes de filtrage 2/2

Filtrage d'aire itératif [Brunner et Soille, 2007]

- Suppression itérative des ZQP d'aire inférieure à un seuil
 - ① Seuil courant d'aire = 2 pixels
 - ② Suppression des ZQP d'aire inférieure au seuil courant
 - ③ Reconstruction par croissance de régions sur les pixels
 - ④ Tant que seuil d'aire courant \neq seuil d'aire final :
 - Incrémentation du seuil d'aire courant \rightarrow Étape 2

\Rightarrow Accroissement de certaines régions de transition

\Rightarrow Perte de l'information des ZQP

Suppression des régions inférieures à un seuil

- Reconstruction par LPE guidée par marqueurs [Zanoguera, 2001]

\Rightarrow Perte de l'information des ZQP
- Agglomération itérative [Angulo, 2003]

\Rightarrow Accroissement de certaines régions de transition

Approches existantes de filtrage 2/2

Filtrage d'aire itératif [Brunner et Soille, 2007]

- Suppression itérative des ZQP d'aire inférieure à un seuil
 - ① Seuil courant d'aire = 2 pixels
 - ② Suppression des ZQP d'aire inférieure au seuil courant
 - ③ Reconstruction par croissance de régions sur les pixels
 - ④ Tant que seuil d'aire courant \neq seuil d'aire final :
 - Incrémentation du seuil d'aire courant \rightarrow Étape 2

\Rightarrow **Accroissement de certaines régions de transition**

\Rightarrow **Perte de l'information des ZQP**

Suppression des régions inférieures à un seuil

- Reconstruction par LPE guidée par marqueurs [Zanoguera, 2001]

\Rightarrow Perte de l'information des ZQP
- Agglomération itérative [Angulo, 2003]

\Rightarrow Accroissement de certaines régions de transition

Approches existantes de filtrage 2/2

Filtrage d'aire itératif [Brunner et Soille, 2007]

- Suppression itérative des ZQP d'aire inférieure à un seuil
 - ① Seuil courant d'aire = 2 pixels
 - ② Suppression des ZQP d'aire inférieure au seuil courant
 - ③ Reconstruction par croissance de régions sur les pixels
 - ④ Tant que seuil d'aire courant \neq seuil d'aire final :
 - Incrémentation du seuil d'aire courant \rightarrow Étape 2

\Rightarrow **Accroissement de certaines régions de transition**

\Rightarrow **Perte de l'information des ZQP**

Suppression des régions inférieures à un seuil

- Reconstruction par LPE guidée par marqueurs [Zanoguera, 2001]

\Rightarrow Perte de l'information des ZQP
- Agglomération itérative [Angulo, 2003]

\Rightarrow **Accroissement de certaines régions de transition**

Approches existantes de filtrage 2/2

Filtrage d'aire itératif [Brunner et Soille, 2007]

- Suppression itérative des ZQP d'aire inférieure à un seuil
 - ① Seuil courant d'aire = 2 pixels
 - ② Suppression des ZQP d'aire inférieure au seuil courant
 - ③ Reconstruction par croissance de régions sur les pixels
 - ④ Tant que seuil d'aire courant \neq seuil d'aire final :
 - Incrémentation du seuil d'aire courant \rightarrow Étape 2

\Rightarrow **Accroissement de certaines régions de transition**

\Rightarrow **Perte de l'information des ZQP**

Suppression des régions inférieures à un seuil

- Reconstruction par LPE guidée par marqueurs [Zanoguera, 2001]

\Rightarrow **Perte de l'information des ZQP**
- Agglomération itérative [Angulo, 2003]

\Rightarrow **Accroissement de certaines régions de transition**

Approches existantes de filtrage 2/2

Filtrage d'aire itératif [Brunner et Soille, 2007]

- Suppression itérative des ZQP d'aire inférieure à un seuil
 - ① Seuil courant d'aire = 2 pixels
 - ② Suppression des ZQP d'aire inférieure au seuil courant
 - ③ Reconstruction par croissance de régions sur les pixels
 - ④ Tant que seuil d'aire courant \neq seuil d'aire final :
 - Incrémentation du seuil d'aire courant \rightarrow Étape 2

\Rightarrow **Accroissement de certaines régions de transition**

\Rightarrow **Perte de l'information des ZQP**

Suppression des régions inférieures à un seuil

- Reconstruction par LPE guidée par marqueurs [Zanoguera, 2001]

\Rightarrow **Perte de l'information des ZQP**
- Agglomération itérative [Angulo, 2003]

\Rightarrow **Accroissement de certaines régions de transition**

Notre approche de filtrage

Motivations

- Suppression des outliers
- Suppression des régions de transition
- Préservation des contours
- Conservation de l'information des ZQP

Filtrage d'aire par fusion

- 1 Suppression des ZQP dont l'aire est inférieure au seuil
- 2 Reconstruction par Seeded Region Growing sur les ZQP

Notre approche de filtrage

Motivations

- Suppression des outliers
- Suppression des régions de transition
- Préservation des contours
- Conservation de l'information des ZQP

Filtrage d'aire par fusion

- 1 Suppression des ZQP dont l'aire est inférieure au seuil
- 2 Reconstruction par Seeded Region Growing sur les ZQP

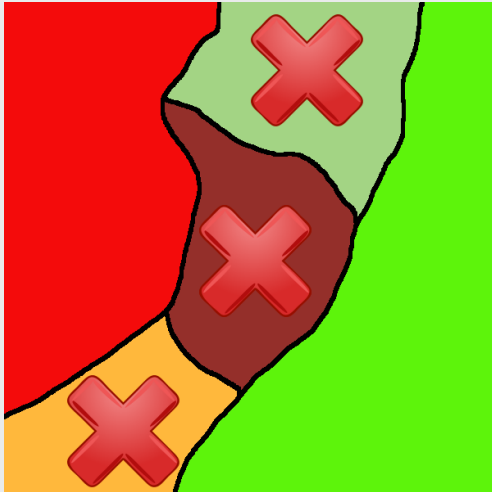
Notre approche de filtrage

Déroutement



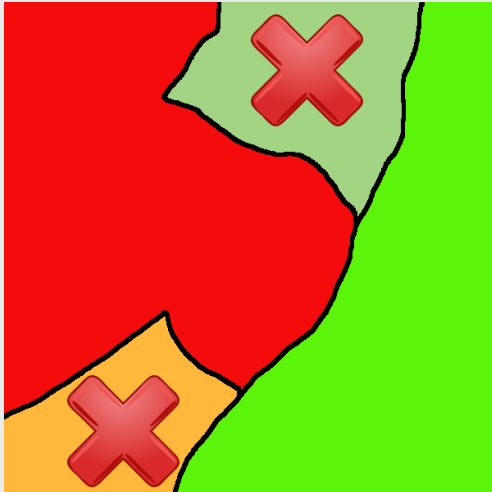
Notre approche de filtrage

Déroulement



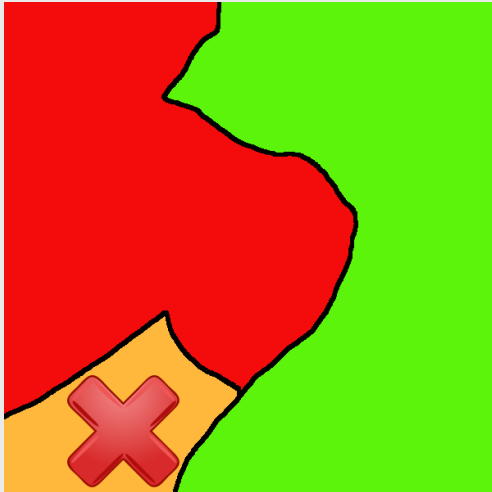
Notre approche de filtrage

Déroulement



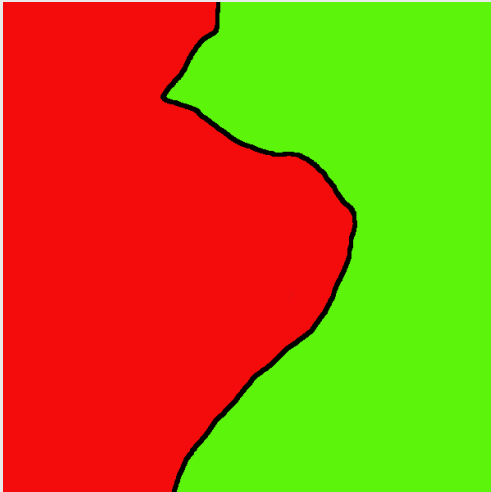
Notre approche de filtrage

Déroulement



Notre approche de filtrage

Déroulement



Résultats de filtrage

Exemples



$\alpha = \omega = 50$
(5 928 - 9,8%)



aire=5
(1 246 - 2,1%)



aire=10
(623 - 1%)



aire=20
(311 - 0,5%)



$\alpha = \omega = 100$
(3 940 - 6,5%)



aire=5
(831 - 1,4%)



aire=10
(409 - 0,7%)



aire=20
(203 - 0,3%)

Résultats de filtrage

Exemples



$\alpha = \omega = 50$
(5 928 - 9,8%)



aire=5
(1 246 - 2,1%)



aire=10
(623 - 1%)



aire=20
(311 - 0,5%)



$\alpha = \omega = 100$
(3 940 - 6,5%)



aire=5
(831 - 1,4%)



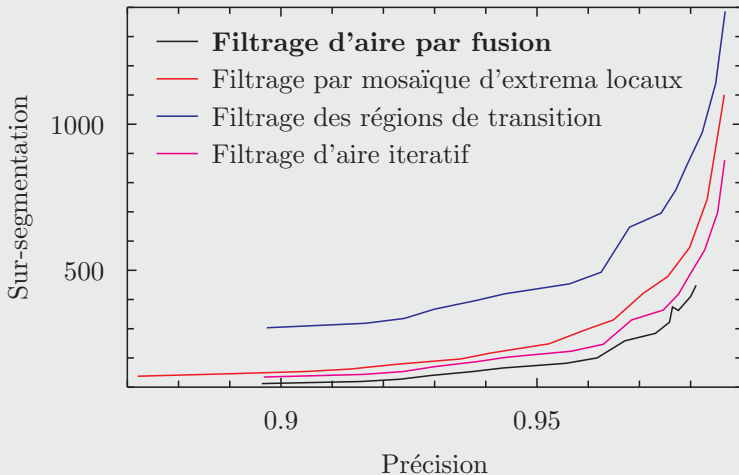
aire=10
(409 - 0,7%)



aire=20
(203 - 0,3%)

Résultats de filtrage

Comparaison sur la base de Berkeley



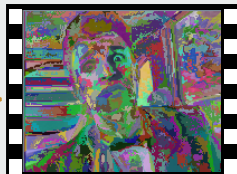
Des ZQP spatiales aux ZQP spatio-temporelles



ZQP



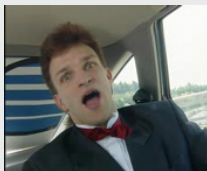
ZQP



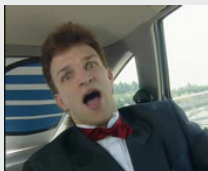
- Séquence vidéo = suite temporelle d'images fixes
- Introduction d'une nouvelle dimension : le temps (T)

Stratégie naïve : Traiter la dimension temporelle comme une dimension spatiale

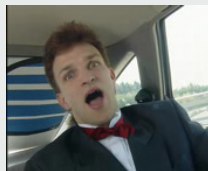
Production des ZQP selon un voisinage 3D



t-1



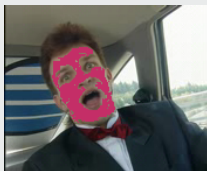
t



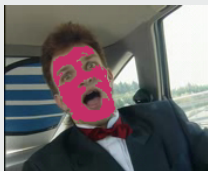
t+1

Stratégie naïve : Traiter la dimension temporelle comme une dimension spatiale

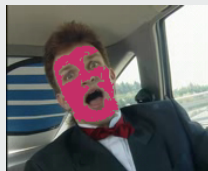
Production des ZQP selon un voisinage 3D



t-1



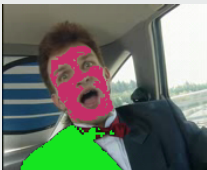
t



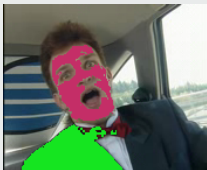
t+1

Stratégie naïve : Traiter la dimension temporelle comme une dimension spatiale

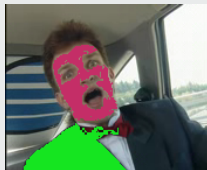
Production des ZQP selon un voisinage 3D



t-1



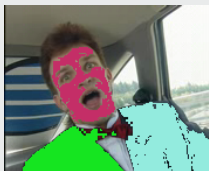
t



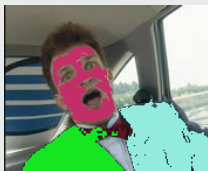
t+1

Stratégie naïve : Traiter la dimension temporelle comme une dimension spatiale

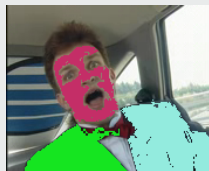
Production des ZQP selon un voisinage 3D



t-1



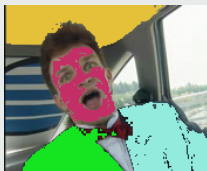
t



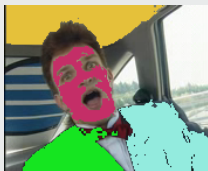
t+1

Stratégie naïve : Traiter la dimension temporelle comme une dimension spatiale

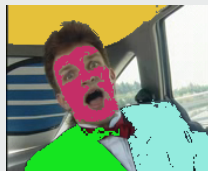
Production des ZQP selon un voisinage 3D



$t-1$



t



$t+1$

Stratégie naïve : Traiter la dimension temporelle comme une dimension spatiale

Production des ZQP selon un voisinage 3D



$t-1$



t

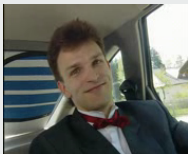
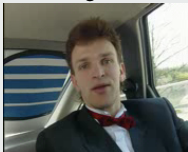


$t+1$

Résultats de l'extension 3D

Séquence carphone

Originale



9 656 064 pixels - 100%

3D ($\alpha = \omega = 50$)



1 499 110 ZQP - 15,5%

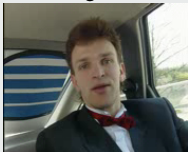
2D ($\alpha = \omega = 50$)

1 102 805 ZQP - 11,4%

Résultats de l'extension 3D

Séquence carphone

Originale



9 656 064 pixels - 100%

3D ($\alpha = \omega = 50$)



1 499 110 ZQP - 15,5%

2D ($\alpha = \omega = 50$)

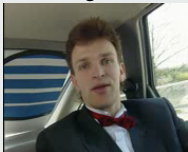


1 102 805 ZQP - 11,4%

Résultats de l'extension 3D

Séquence carphone

Originale



9 656 064 pixels - 100%

3D ($\alpha = \omega = 50$)



1 499 110 ZQP - 15,5%

2D ($\alpha = \omega = 50$)



1 102 805 ZQP - 11,4%

Problèmes de l'extension 3D

Tunnel spatio-temporel connectif : Illustration avec $\alpha=\omega=2$

19	19	22	22
18	18	21	21
19	19	22	21
18	19	21	21

t

19	19	24	25
18	18	23	24
18	20	21	25
19	18	24	25

t+1

Vidéo originale

2D : 5 ZQP

3D : 14 ZQP

Problèmes de l'extension 3D

Tunnel spatio-temporel connectif : Illustration avec $\alpha=\omega=2$

19	19	22	22
18	18	21	21
19	19	22	21
18	19	21	21

t

19	19	24	25
18	18	23	24
18	20	21	25
19	18	24	25

t+1

α -connexité 2D pour $\alpha = 2$

2D : 5 ZQP

3D : 14 ZQP

Problèmes de l'extension 3D

Tunnel spatio-temporel connectif : Illustration avec $\alpha=\omega=2$

19	19	22	22
18	18	21	21
19	19	22	21
18	19	21	21

t

19	19	24	25
18	18	23	24
18	20	21	25
19	18	24	25

$t+1$

ZQP α 2D pour $\alpha = 2 \Rightarrow$ violation de $\omega = 2$

2D : 5 ZQP

3D : 14 ZQP

Problèmes de l'extension 3D

Tunnel spatio-temporel connectif : Illustration avec $\alpha=\omega=2$

19	19	22	22
18	18	21	21
19	19	22	21
18	19	21	21

t

19	19	24	25
18	18	23	24
18	20	21	25
19	18	24	25

t+1

α -connexité 2D pour $\alpha = 1$

2D : 5 ZQP

3D : 14 ZQP

Problèmes de l'extension 3D

Tunnel spatio-temporel connectif : Illustration avec $\alpha=\omega=2$

19	19	22	22
18	18	21	21
19	19	22	21
18	19	21	21

t

19	19	24	25
18	18	23	24
18	20	21	25
19	18	24	25

$t+1$

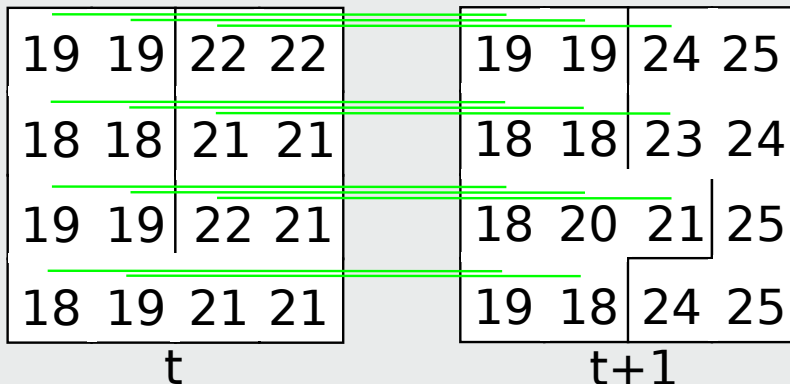
ZQP α 2D pour $\alpha = 1 \Rightarrow$ respect de $\omega = 2$

2D : 5 ZQP

3D : 14 ZQP

Problèmes de l'extension 3D

Tunnel spatio-temporel connectif : Illustration avec $\alpha=\omega=2$



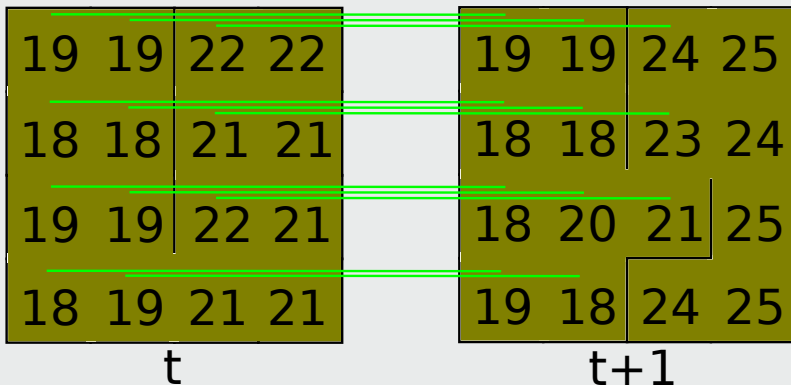
α -connexité 3D pour $\alpha = 2$

2D : 5 ZQP

3D : 14 ZQP

Problèmes de l'extension 3D

Tunnel spatio-temporel connectif : Illustration avec $\alpha=\omega=2$



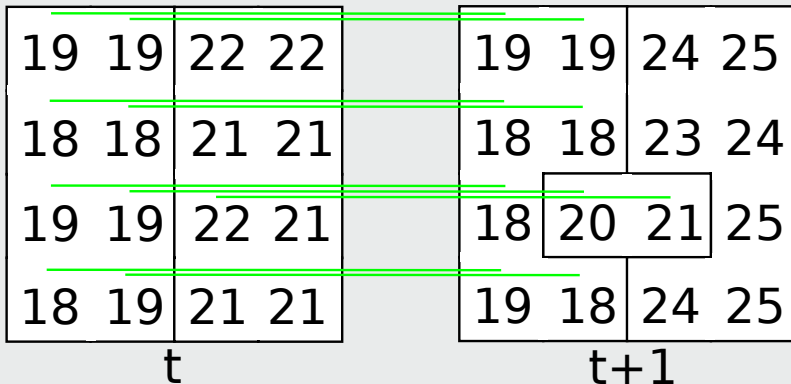
ZQP α 3D pour $\alpha = 2 \Rightarrow$ violation de $\omega = 2$

2D : 5 ZQP

3D : 14 ZQP

Problèmes de l'extension 3D

Tunnel spatio-temporel connectif : Illustration avec $\alpha=\omega=2$



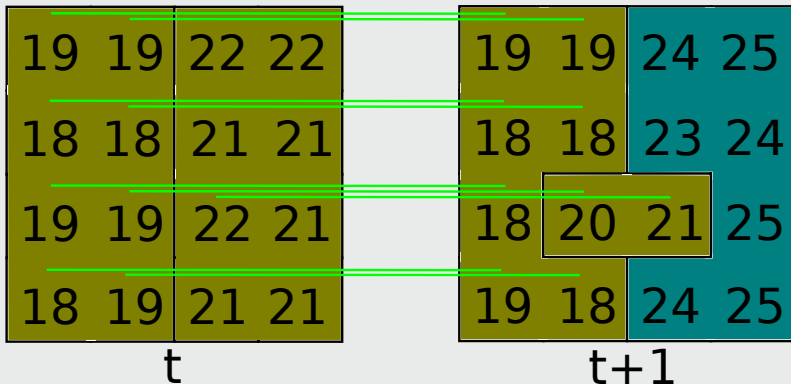
α -connexité 3D pour $\alpha = 1$

2D : 5 ZQP

3D : 14 ZQP

Problèmes de l'extension 3D

Tunnel spatio-temporel connectif : Illustration avec $\alpha=\omega=2$



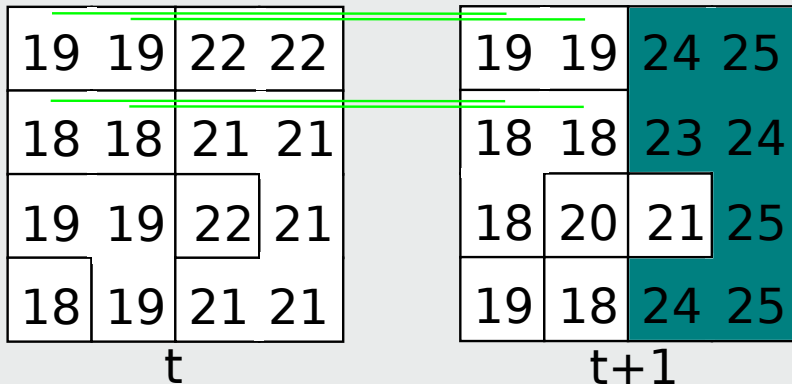
ZQP α 3D pour $\alpha = 1 \Rightarrow$ violation partielle de $\omega = 2$

2D : 5 ZQP

3D : 14 ZQP

Problèmes de l'extension 3D

Tunnel spatio-temporel connectif : Illustration avec $\alpha=\omega=2$



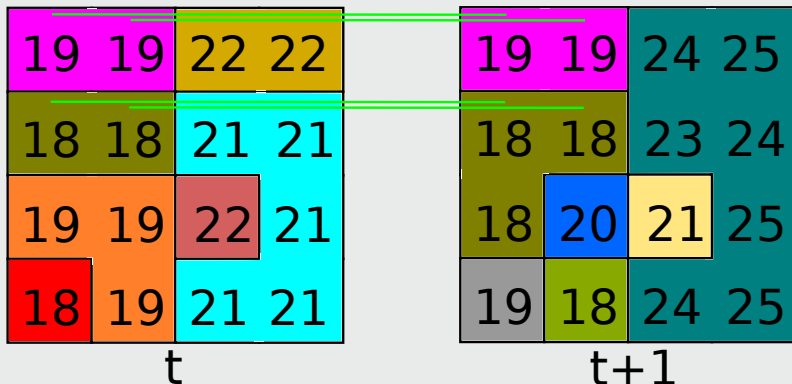
α -connexité 3D pour $\alpha = 0$

2D : 5 ZQP

3D : 14 ZQP

Problèmes de l'extension 3D

Tunnel spatio-temporel connectif : Illustration avec $\alpha=\omega=2$



ZQP α 3D pour $\alpha = 0 \Rightarrow$ respect de $\omega = 2$

2D : 5 ZQP

3D : 14 ZQP

Contre le tunnel spatio-temporel connectif

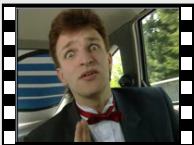
Solution : 2D+t

- Traitement séquentiel des dimensions spatiales et temporelle
 - Réduction du tunnel spatio-temporel connectif
 - Réduction de la sur-segmentation

- 1 Produire les ZQP indépendamment dans chaque trame
- 2 Relier ces ZQP et les ZQP des trames précédentes et suivantes avec lesquelles elles ont un recouvrement spatial
- 3 Produire de nouvelles ZQP par cette connexité temporelle à partir des ZQP spatiales précédemment produites

Approche 2D + t

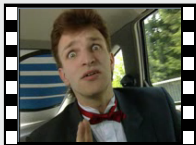
Production incrémentale de zones quasi-plates



Séquence vidéo

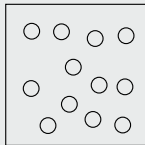
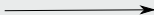
Approche 2D + t

Production incrémentale de zones quasi-plates



Séquence vidéo

Transformation des
pixels en noeuds
d'un graphe



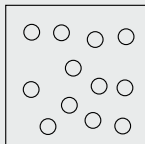
Approche 2D + t

Production incrémentale de zones quasi-plates

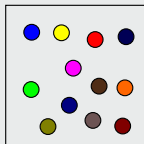


Séquence vidéo

Transformation des pixels en noeuds d'un graphe

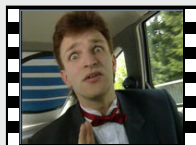


Noeuds décrits par la couleur du pixel



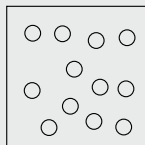
Approche 2D + t

Production incrémentale de zones quasi-plates

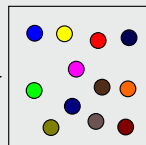


Séquence vidéo

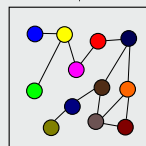
Transformation des
pixels en noeuds
d'un graphe



Noeuds décrits par
la couleur du pixel



Ajout de la
connexité spatiale



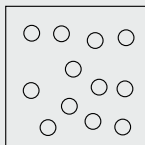
Approche 2D + t

Production incrémentale de zones quasi-plates

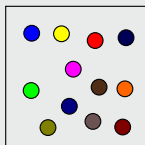


Séquence vidéo

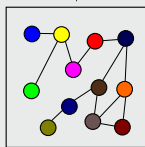
Transformation des pixels en noeuds d'un graphe



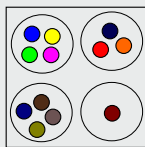
Noeuds décrits par la couleur du pixel



Ajout de la connexité spatiale

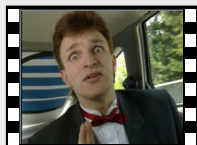


Production des ZQP



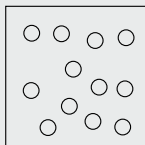
Approche 2D + t

Production incrémentale de zones quasi-plates

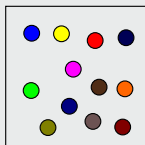


Séquence vidéo

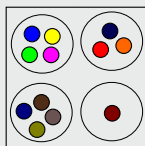
Transformation des pixels en noeuds d'un graphe



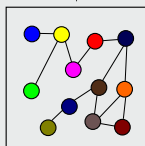
Noeuds décrits par la couleur du pixel



Utilisation des ZQP obtenues comme noeuds du graphe initial



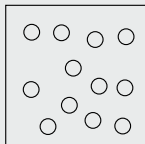
Ajout de la connectivité spatiale



Production des ZQP

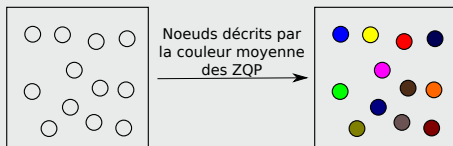
Approche 2D + t

Production incrémentale de zones quasi-plates



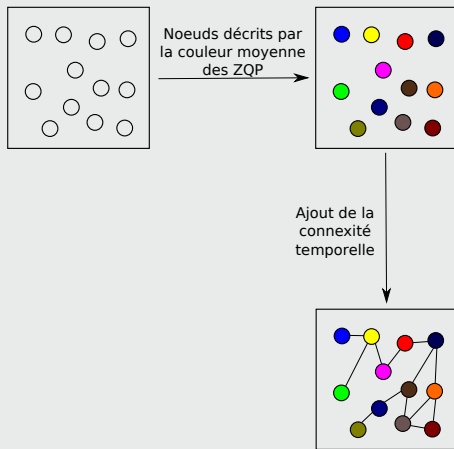
Approche 2D + t

Production incrémentale de zones quasi-plates



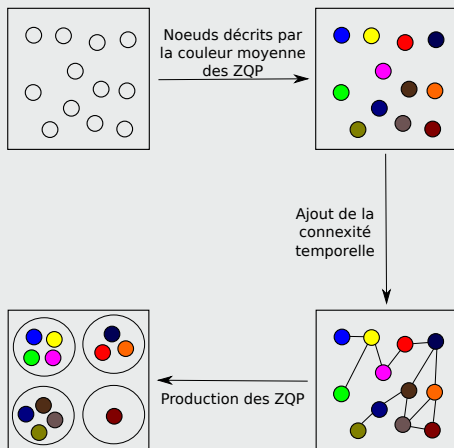
Approche 2D + t

Production incrémentale de zones quasi-plates



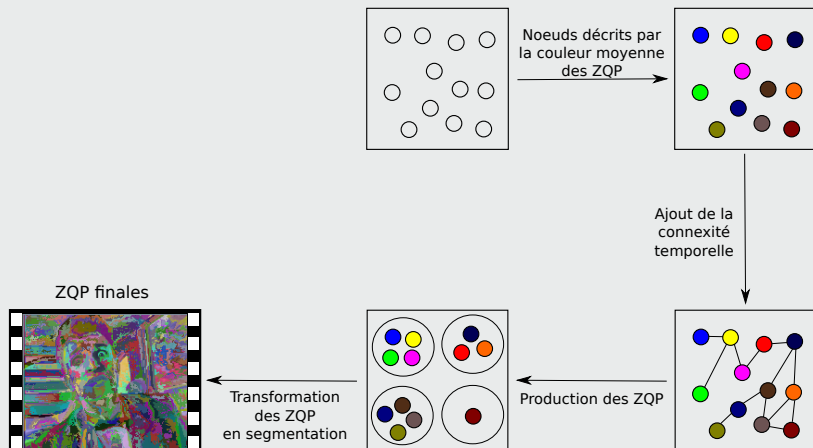
Approche 2D + t

Production incrémentale de zones quasi-plates



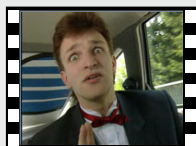
Approche 2D + t

Production incrémentale de zones quasi-plates



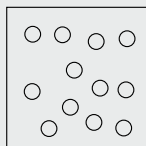
Approche 2D + t

Production incrémentale de zones quasi-plates

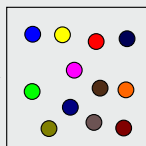


Séquence vidéo

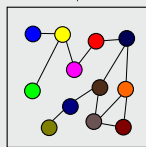
Transformation des pixels en noeuds d'un graphe



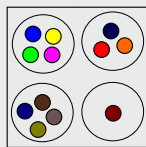
Description des noeuds



Ajout d'une connexité



Production des ZQP selon un certain critère



Utilisation des ZQP obtenues comme noeuds du graphe initial de la prochaine incrémentation

ZQP finales

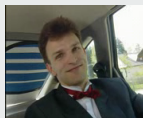
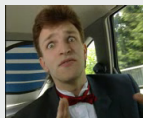
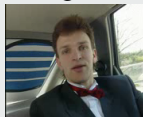


Transformation des ZQP en segmentation

3D vs 2D vs 2D+t

Comparaison des différentes approches : $\alpha=\omega=50$

Originale



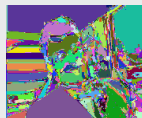
9 656 064 pixels
100%

3D



1 499 110 ZQP
15,5%

2D



1 102 805 ZQP
11,4%

2D+t

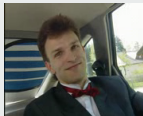
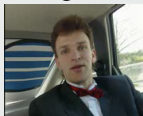


440 037 ZQP
4,5%

3D vs 2D vs 2D+t

Comparaison des différentes approches : $\alpha=\omega=50$

Originale



9 656 064 pixels
100%

3D



1 499 110 ZQP
15,5%

2D



1 102 805 ZQP
11,4%

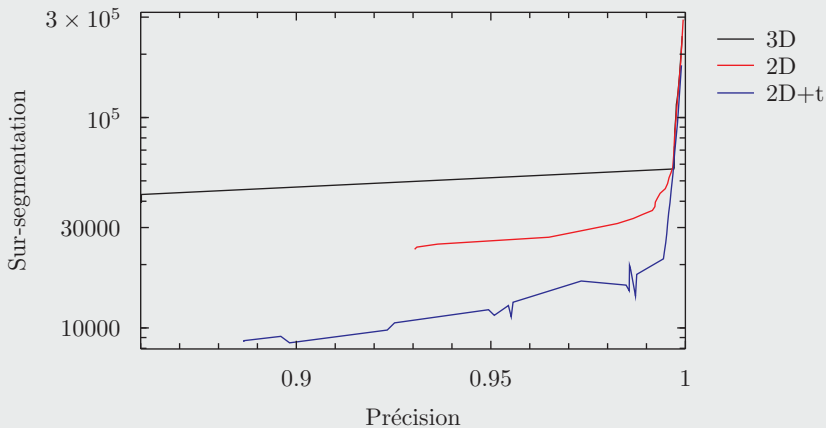
2D+t



440 037 ZQP
4,5%

3D vs 2D vs 2D+t : Évaluation

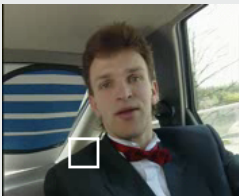
Carphone : extrait de 80 trames



Filtrage des zones quasi-plates vidéo

Filtrage également nécessaire en vidéo

- Nombreuses ZQP de faible aire moyenne
 - Effet d'escalier
 - Outliers



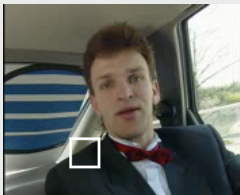
Filtrage d'aire moyenne par fusion

- Seuil sur l'aire moyenne (en fonction du temps) des ZQP
- Reconstruction locale par croissance de régions (SRG) spatio-temporelle

Filtrage des zones quasi-plates vidéo

Filtrage également nécessaire en vidéo

- Nombreuses ZQP de faible aire moyenne
 - Effet d'escalier
 - Outliers



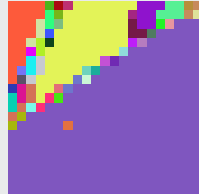
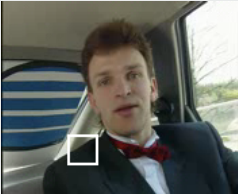
Filtrage d'aire moyenne par fusion

- Seuil sur l'aire moyenne (en fonction du temps) des ZQP
- Reconstruction locale par croissance de régions (SRG) spatio-temporelle

Filtrage des zones quasi-plates vidéo

Filtrage également nécessaire en vidéo

- Nombreuses ZQP de faible aire moyenne
 - Effet d'escalier
 - Outliers



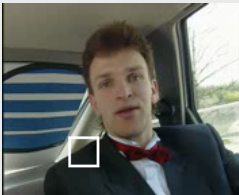
Filtrage d'aire moyenne par fusion

- Seuil sur l'aire moyenne (en fonction du temps) des ZQP
- Reconstruction locale par croissance de régions (SRG) spatio-temporelle

Filtrage des zones quasi-plates vidéo

Filtrage également nécessaire en vidéo

- Nombreuses ZQP de faible aire moyenne
 - Effet d'escalier
 - Outliers



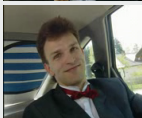
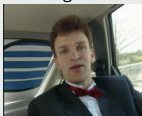
Filtrage d'aire moyenne par fusion

- Seuil sur l'aire moyenne (en fonction du temps) des ZQP
- Reconstruction locale par croissance de régions (SRG) spatio-temporelle

Résultats

Résultats : $\alpha = \omega = 50$, aire moyenne=10 pixels

Originale



9 656 064 pixels - 100 %

2D+t



440 037 ZQP - 4,5 %

2D+t + filtrage



18 501 ZQP - 0,2 %

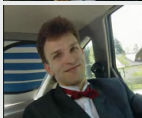
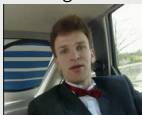
⇒ 1 seconde vidéo HD = 178 Mo

⇒ 1 seconde vidéo HD ZQP 2D+t + filtrage = 364 Ko

Résultats

Résultats : $\alpha = \omega = 50$, aire moyenne=10 pixels

Originale



9 656 064 pixels - 100 %

2D+t



440 037 ZQP - 4,5 %

2D+t + filtrage



18 501 ZQP - 0,2 %

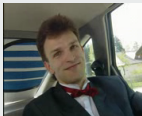
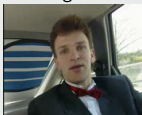
⇒ 1 seconde vidéo HD = 178 Mo

⇒ 1 seconde vidéo HD ZQP 2D+t + filtrage = 364 Ko

Résultats

Résultats : $\alpha = \omega = 50$, aire moyenne=10 pixels

Originale



9 656 064 pixels - 100 %

2D+t



440 037 ZQP - 4,5 %

2D+t + filtrage



18 501 ZQP - 0,2 %

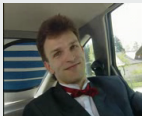
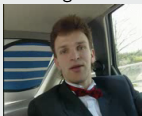
⇒ 1 seconde vidéo HD = 178 Mo

⇒ 1 seconde vidéo HD ZQP 2D+t + filtrage = 364 Ko

Résultats

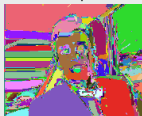
Résultats : $\alpha = \omega = 50$, aire moyenne=10 pixels

Originale



9 656 064 pixels - 100 %

2D+t



440 037 ZQP - 4,5 %

2D+t + filtrage



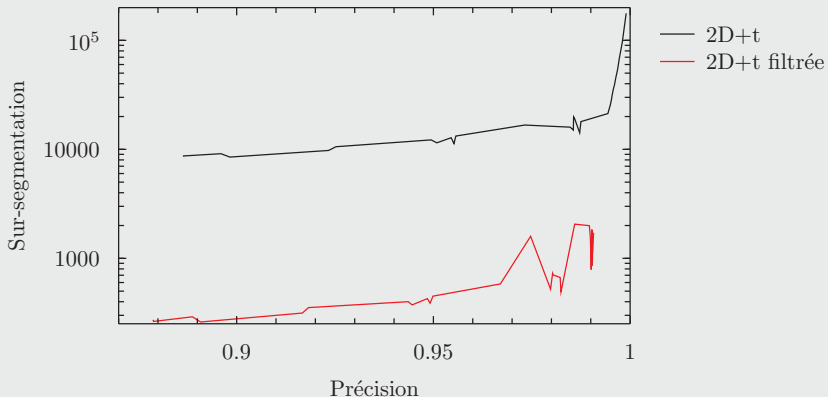
18 501 ZQP - 0,2 %

⇒ 1 seconde vidéo HD = 178 Mo

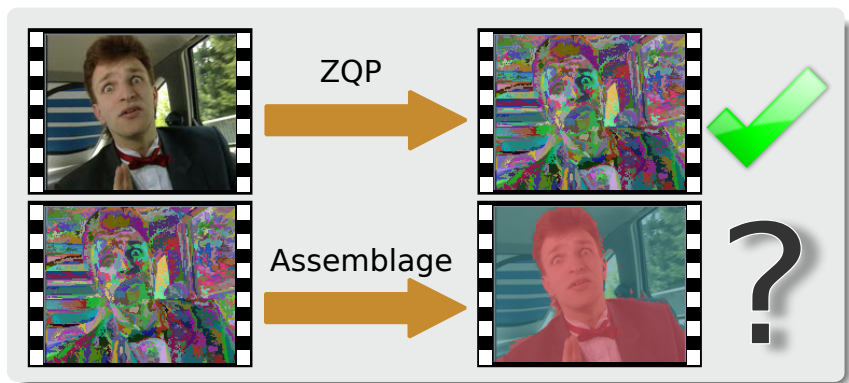
⇒ 1 seconde vidéo HD ZQP 2D+t + filtrage = 364 Ko

Filtrage d'aire par fusion : Évaluation

Carphone : extrait de 80 trames



Vers l'assemblage de ZQP



- 1 Contexte
- 2 Réduction des données
- 3 Assemblage interactif**
- 4 Conclusion

Comment assembler les zones quasi-plates ?

Fixer un seuil pour la fusion de ZQP

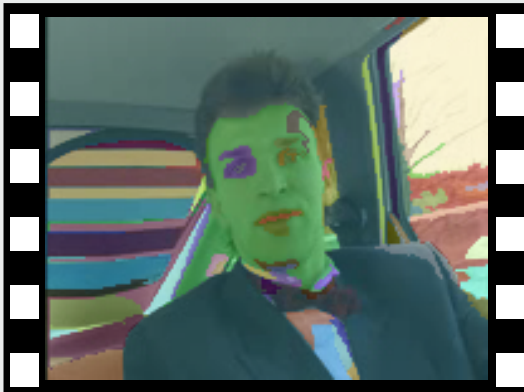


⇒ Résultats de mauvaise qualité

⇒ Difficile de gérer la sous et la sur-segmentation

Comment assembler les zones quasi-plates ?

Fixer un seuil pour la fusion de ZQP

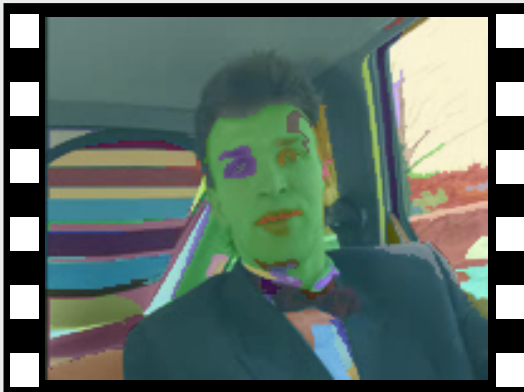


⇒ Résultats de mauvaise qualité

⇒ Difficile de gérer la sous et la sur-segmentation

Comment assembler les zones quasi-plates ?

Fixer un seuil pour la fusion de ZQP



⇒ Résultats de mauvaise qualité

⇒ Difficile de gérer la sous et la sur-segmentation

Comment assembler les zones quasi-plates ?

Assemblage manuel



⇒ Résultats de très bonne qualité

⇒ Processus très long

Comment assembler les zones quasi-plates ?

Assemblage manuel



⇒ Résultats de très bonne qualité

⇒ Processus très long

Comment assembler les zones quasi-plates ?

Assemblage manuel



⇒ Résultats de très bonne qualité

⇒ Processus très long

Comment assembler les zones quasi-plates ?

Assemblage manuel



⇒ Résultats de très bonne qualité

⇒ Processus très long

Comment assembler les zones quasi-plates ?

Assemblage manuel



⇒ Résultats de très bonne qualité

⇒ **Processus très long**

Approches pour la segmentation interactive de vidéo

Approche par propagation

- Segmentation d'une trame et propagation/correction de cette segmentation dans les trames suivantes
- Méthodes pixels et superpixels
- Méthodes très précises mais implication lourde de l'utilisateur

⇒ Utile à la segmentation d'une séquence vidéo

Approche globale

- Segmentation de l'ensemble de la vidéo
- Méthodes pixels et superpixels
- Méthodes moins précises mais implication légère de l'utilisateur

⇒ Utile à la segmentation d'un ensemble de séquences vidéo

⇒ Approche globale adaptée aux superpixels spatio-temporels

Approches pour la segmentation interactive de vidéo

Approche par propagation

- Segmentation d'une trame et propagation/correction de cette segmentation dans les trames suivantes
- Méthodes pixels et superpixels
- Méthodes très précises mais implication lourde de l'utilisateur

⇒ Utile à la segmentation d'une séquence vidéo

Approche globale

- Segmentation de l'ensemble de la vidéo
- Méthodes pixels et superpixels
- Méthodes moins précises mais implication légère de l'utilisateur

⇒ Utile à la segmentation d'un ensemble de séquences vidéo

⇒ Approche globale adaptée aux superpixels spatio-temporels

Approches pour la segmentation interactive de vidéo

Approche par propagation

- Segmentation d'une trame et propagation/correction de cette segmentation dans les trames suivantes
- Méthodes pixels et superpixels
- Méthodes très précises mais implication lourde de l'utilisateur

⇒ Utile à la segmentation d'une séquence vidéo

Approche globale

- Segmentation de l'ensemble de la vidéo
- Méthodes pixels et superpixels
- Méthodes moins précises mais implication légère de l'utilisateur

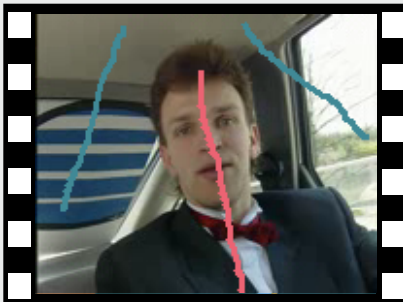
⇒ Utile à la segmentation d'un ensemble de séquences vidéo

⇒ **Approche globale adaptée aux superpixels spatio-temporels**

Notre proposition : l'assemblage interactif

2 étapes

- Définition de marqueurs pour assembler les zones quasi-plates
- Interactivité avec l'utilisateur pour éditer/supprimer/ajouter des marqueurs afin d'affiner la segmentation



⇒ Résultats de bonne qualité

⇒ Processus rapide

Notre proposition : l'assemblage interactif

2 étapes

- Définition de marqueurs pour assembler les zones quasi-plates
- Interactivité avec l'utilisateur pour éditer/supprimer/ajouter des marqueurs afin d'affiner la segmentation



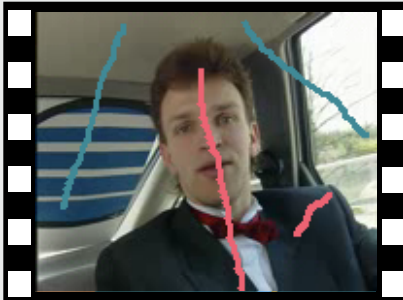
⇒ Résultats de bonne qualité

⇒ Processus rapide

Notre proposition : l'assemblage interactif

2 étapes

- Définition de marqueurs pour assembler les zones quasi-plates
- Interactivité avec l'utilisateur pour éditer/supprimer/ajouter des marqueurs afin d'affiner la segmentation



⇒ Résultats de bonne qualité

⇒ Processus rapide

Notre proposition : l'assemblage interactif

2 étapes

- Définition de marqueurs pour assembler les zones quasi-plates
- Interactivité avec l'utilisateur pour éditer/supprimer/ajouter des marqueurs afin d'affiner la segmentation



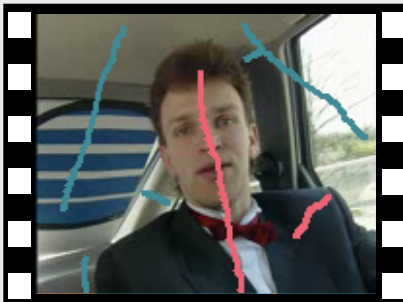
⇒ Résultats de bonne qualité

⇒ Processus rapide

Notre proposition : l'assemblage interactif

2 étapes

- Définition de marqueurs pour assembler les zones quasi-plates
- Interactivité avec l'utilisateur pour éditer/supprimer/ajouter des marqueurs afin d'affiner la segmentation



⇒ Résultats de bonne qualité

⇒ Processus rapide

Notre proposition : l'assemblage interactif

2 étapes

- Définition de marqueurs pour assembler les zones quasi-plates
- Interactivité avec l'utilisateur pour éditer/supprimer/ajouter des marqueurs afin d'affiner la segmentation



⇒ Résultats de bonne qualité

⇒ Processus rapide

Processus global de réduction de données et d'assemblage interactif

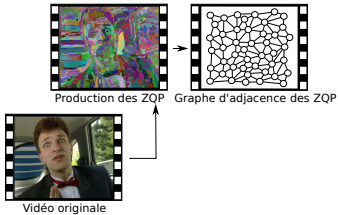


Vidéo originale

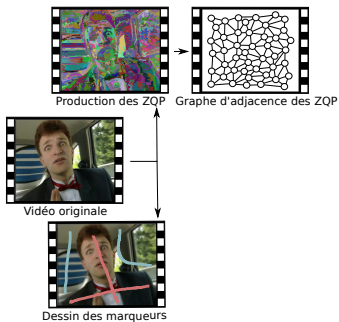
Processus global de réduction de données et d'assemblage interactif



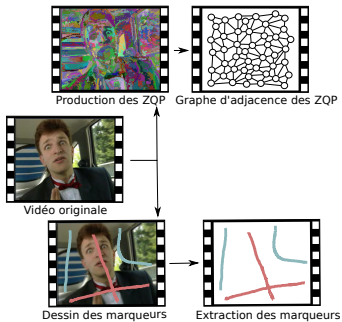
Processus global de réduction de données et d'assemblage interactif



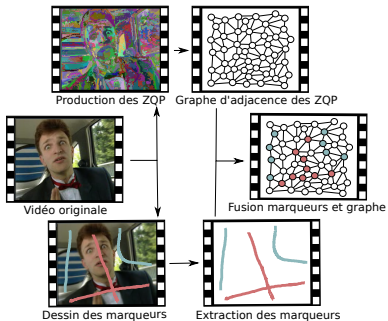
Processus global de réduction de données et d'assemblage interactif



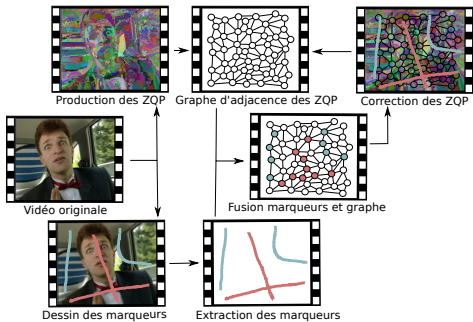
Processus global de réduction de données et d'assemblage interactif



Processus global de réduction de données et d'assemblage interactif

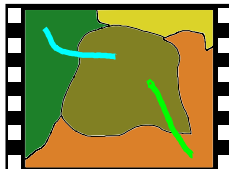


Processus global de réduction de données et d'assemblage interactif



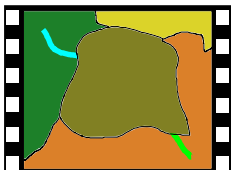
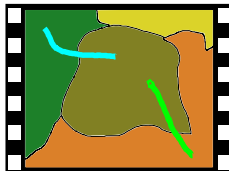
Processus global de réduction de données et d'assemblage interactif

Problème : Plusieurs marqueurs
sur la même ZQP



Processus global de réduction de données et d'assemblage interactif

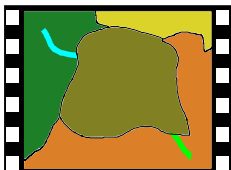
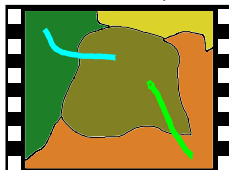
Problème : Plusieurs marqueurs
sur la même ZQP



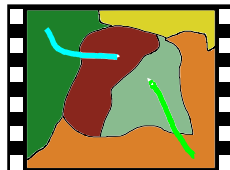
Solution 1: Modifier les marqueurs

Processus global de réduction de données et d'assemblage interactif

Problème : Plusieurs marqueurs
sur la même ZQP

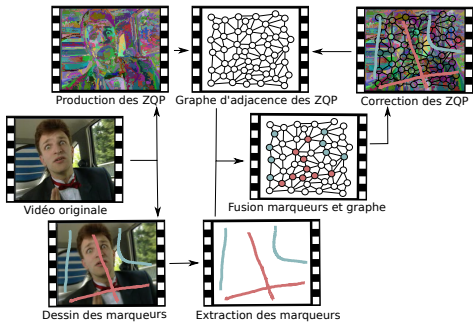


Solution 1: Modifier les marqueurs

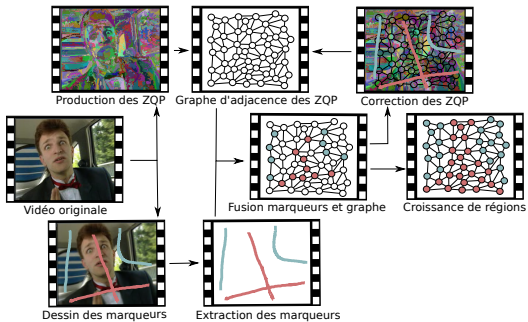


Solution 2 : Segmenter la ZQP
selon les marqueurs

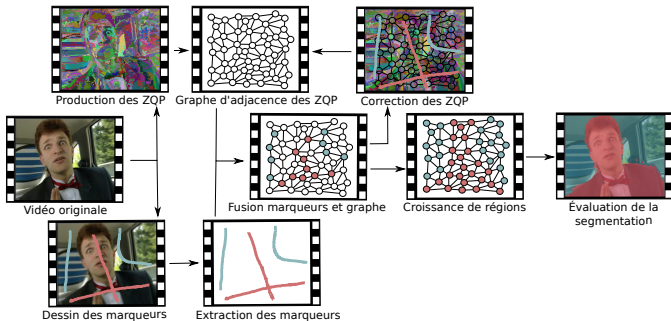
Processus global de réduction de données et d'assemblage interactif



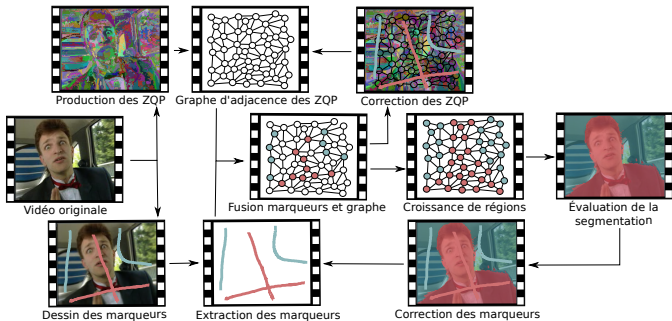
Processus global de réduction de données et d'assemblage interactif



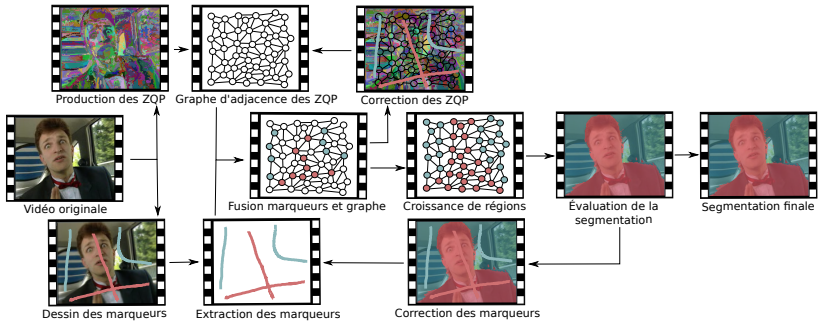
Processus global de réduction de données et d'assemblage interactif



Processus global de réduction de données et d'assemblage interactif



Processus global de réduction de données et d'assemblage interactif



Notre proposition

Principe

- Assemblage interactif de zones quasi-plates

Avantages

- Coût calculatoire et mémoire faible
- Correction de la sur-segmentation
- Possibilité de segmenter plusieurs objets-vidéo
- Charge de travail « légère » pour l'utilisateur

Notre proposition

Principe

- Assemblage interactif de zones quasi-plates

Avantages

- Coût calculatoire et mémoire faible
- Correction de la sur-segmentation
- Possibilité de segmenter plusieurs objets-vidéo
- Charge de travail « légère » pour l'utilisateur

Notre proposition

Principe

- Assemblage interactif de zones quasi-plates

Avantages

- Coût calculatoire et mémoire faible
- Correction de la sur-segmentation
- Possibilité de segmenter plusieurs objets-vidéo
- Charge de travail « légère » pour l'utilisateur

Notre proposition

Principe

- Assemblage interactif de zones quasi-plates

Avantages

- Coût calculatoire et mémoire faible
- Correction de la sur-segmentation
- Possibilité de segmenter plusieurs objets-vidéo
- Charge de travail « légère » pour l'utilisateur

Notre proposition

Principe

- Assemblage interactif de zones quasi-plates

Avantages

- Coût calculatoire et mémoire faible
- Correction de la sur-segmentation
- Possibilité de segmenter plusieurs objets-vidéo
- Charge de travail « légère » pour l'utilisateur

Temps de calcul

Séquence Carphone (381 trames, 31 secondes)

Méthode	α, ω	# ZQP	Temps de calcul en ms	
			hors-ligne	en ligne (par trame)
ZQPGM 2D+t	10	28 612	44 390	528 (1,39)
	20	30 671	35 510	550 (1,44)
	30	27 713	38 762	508 (1,33)
	40	22 202	43 280	364 (0,96)
	50	18 501	46 343	326 (0,86)
SRG	–	–	0	56 636 (148,65)
LPEGM	–	–	3 354	17 312 (45,44)

- Temps de calcul
 - Avantage principal de notre approche
 - Permet une réelle interaction

Temps de calcul

Séquence Carphone (381 trames, 31 secondes)

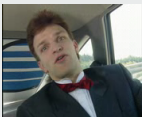
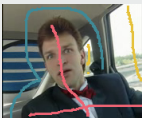
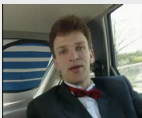
Méthode	α, ω	# ZQP	Temps de calcul en ms		
			hors-ligne	en ligne (par trame)	
ZQPGM 2D+t	10	28 612	44 390	528	(1,39)
	20	30 671	35 510	550	(1,44)
	30	27 713	38 762	508	(1,33)
	40	22 202	43 280	364	(0,96)
	50	18 501	46 343	326	(0,86)
SRG	–	–	0	56 636	(148,65)
LPEGM	–	–	3 354	17 312	(45,44)

- Temps de calcul
 - Avantage principal de notre approche
 - Permet une réelle interaction

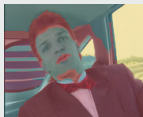
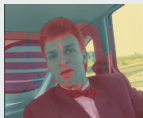
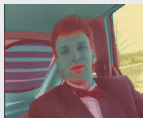
Précision

Extraits de Carphone (80 trames)

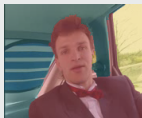
originale



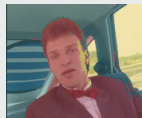
SRG



LPEGM



ZQPGM



Précision

Extraits de Foreman (40 trames)

originale



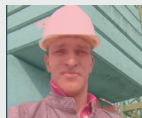
SRG



LPEGM



ZQPGM



Précision

Extraits de Carphone (80 trames) et Foreman (40 trames)

Méthode	α, ω	\mathcal{A}_m	Indice de Jaccard	
			<i>carphone</i>	<i>foreman</i>
ZQPGM 2D+t	30	10	0,905	0,952
	50	50	0,910	0,884
	90	50	0,908	0,859
SRG	-	-	0,548	0,400
LPEGM	-	-	0,897	0,946

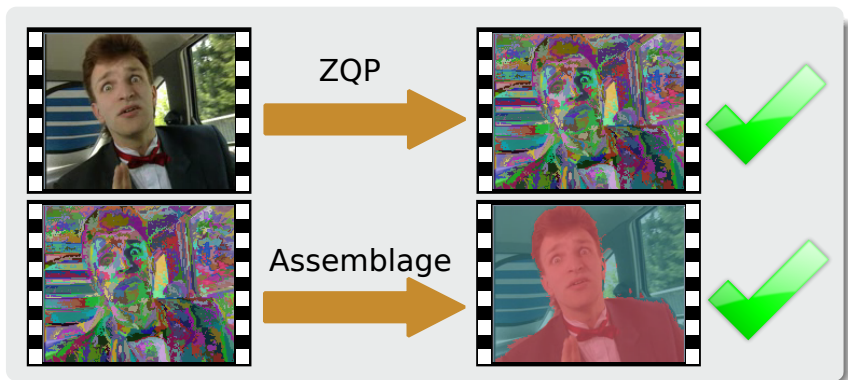
- Comparaison de précision
 - SRG
 - Superpixels améliorent les résultats
 - LPEGM
 - Résultats proches (mais plus couteux en temps de calcul)

Précision

Extraits de Carphone (80 trames) et Foreman (40 trames)

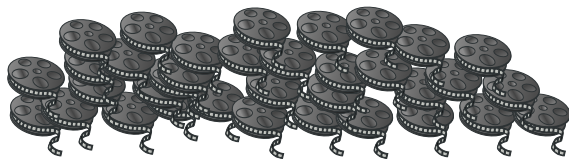
Méthode	α, ω	\mathcal{A}_m	Indice de Jaccard	
			<i>carphone</i>	<i>foreman</i>
ZQPGM 2D+t	30	10	0,905	0,952
	50	50	0,910	0,884
	90	50	0,908	0,859
SRG	-	-	0,548	0,400
LPEGM	-	-	0,897	0,946

- Comparaison de précision
 - SRG
 - Superpixels améliorent les résultats
 - LPEGM
 - Résultats proches (mais plus couteux en temps de calcul)



- 1 Contexte
- 2 Réduction des données
- 3 Assemblage interactif
- 4 Conclusion**

Fouille de séquences vidéo



Verrous initiaux

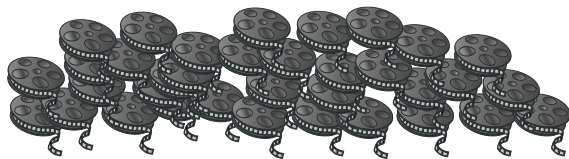
- Fossé sémantique
- Temps de calcul

Contribution

- Schéma générique de fouille vidéo orientée-objet

⇒ Nécessite l'extraction des objets-vidéo

Fouille de séquences vidéo



Verrous initiaux

- Fossé sémantique
- Temps de calcul

Contribution

- Schéma générique de fouille vidéo orientée-objet
- ⇒ Nécessite l'extraction des objets-vidéo

Extraction d'objets-vidéo

Verrous initiaux

- Fossé sémantique
- Temps de calcul

Contributions

- Extension des zones quasi-plates à la vidéo
 - Production incrémentale des zones quasi-plates
- Filtrage efficace des zones quasi-plates images et vidéo
- Méthode interactive d'assemblage de zones quasi-plates

Extraction d'objets-vidéo

Verrous initiaux

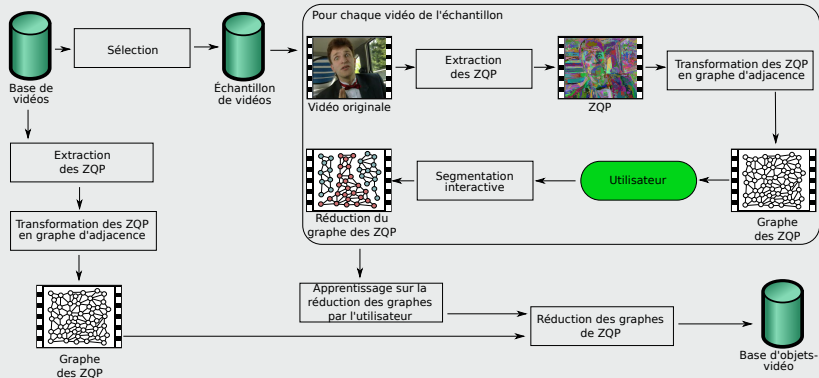
- Fossé sémantique
- Temps de calcul

Contributions

- Extension des zones quasi-plates à la vidéo
 - Production incrémentale des zones quasi-plates
- Filtrage efficace des zones quasi-plates images et vidéo
- Méthode interactive d'assemblage de zones quasi-plates

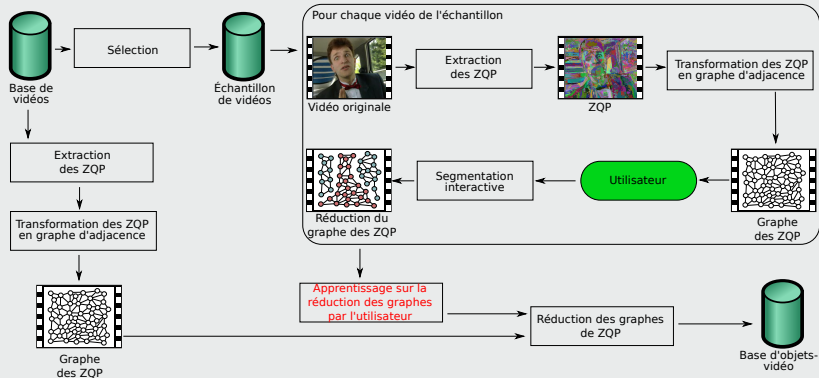
Perspectives

Co-segmentation de séquences vidéo



Perspectives

Co-segmentation de séquences vidéo



Perspectives



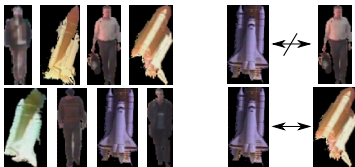
Fouille d'objets-vidéo contrainte

- Actuellement : Fournir des règles must-link/cannot-link
- Demain : Apprentissage sur ces contraintes
 - Génération de nouvelles contraintes

Fouille vidéo orientée-événement

- Tendance actuelle du domaine
- Intégrer les objets-vidéo à ce schéma
 - L'important n'est plus l'objet-vidéo en lui-même mais ses actions

Perspectives



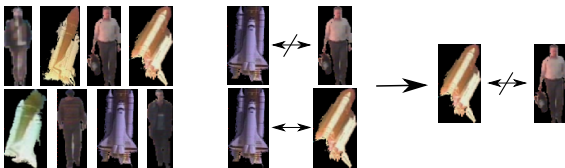
Fouille d'objets-vidéo contrainte

- Actuellement : Fournir des règles must-link/cannot-link
- Demain : Apprentissage sur ces contraintes
 - Génération de nouvelles contraintes

Fouille vidéo orientée-événement

- Tendance actuelle du domaine
- Intégrer les objets-vidéo à ce schéma
 - L'important n'est plus l'objet-vidéo en lui-même mais ses actions

Perspectives



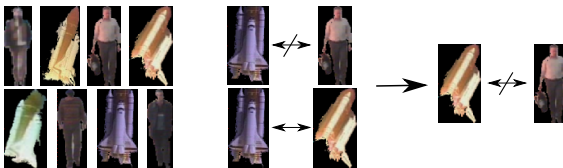
Fouille d'objets-vidéo contrainte

- Actuellement : Fournir des règles must-link/cannot-link
- Demain : Apprentissage sur ces contraintes
 - Génération de nouvelles contraintes

Fouille vidéo orientée-événement

- Tendance actuelle du domaine
- Intégrer les objets-vidéo à ce schéma
 - L'important n'est plus l'objet-vidéo en lui-même mais ses actions

Perspectives



Fouille d'objets-vidéo contrainte

- Actuellement : Fournir des règles must-link/cannot-link
- Demain : Apprentissage sur ces contraintes
 - Génération de nouvelles contraintes

Fouille vidéo orientée-événement

- Tendance actuelle du domaine
- Intégrer les objets-vidéo à ce schéma
 - L'important n'est plus l'objet-vidéo en lui-même mais ses actions



Contributions

- Schéma générique de fouille vidéo orientée-objet
- Extension des zones quasi-plates à la vidéo
- Schéma de production incrémentale des zones quasi-plates
- Filtrage efficace des zones quasi-plates images et vidéo
- Méthode interactive d'assemblage de zones quasi-plates

Publications liées à la thèse

Communications à des manifestations internationales à comité de lecture

- 1 Interactive Video Segmentation based on Quasi-Flat Zones, *IEEE International Symposium on Image and Signal Processing and Analysis (ISPA)*, Septembre 2011.
- 2 Spatio-temporal quasi-flat zones for morphological video segmentation, *International Symposium on Mathematical Morphology (ISMM)*, Juillet 2011.
- 3 Video Object Mining : Issues and Perspectives, *IEEE International Conference on Semantic Computing (ICSC)*, Septembre 2010.

Communications à des manifestations nationales à comité de lecture

- 1 Segmentation vidéo interactive par zones quasi-plates, *Colloque GRETSI sur le Traitement du Signal et des Images*, Septembre 2011.
- 2 Zones quasi-plates spatio-temporelles et segmentation morphologique de séquences vidéo, *Congrès francophone ORASIS de vision par ordinateur*, Juin 2011.
- 3 Fouille vidéo orientée objet, une approche générique, *Atelier Fouille de données complexes, Journées Francophones Extraction et Gestion des Connaissances (EGC 2011)*, Janvier 2011.

En soumission

- 1 Toward object-oriented video mining, *Signal, Image and Video Processing*.

Extension à la couleur

Problème de la couleur

- ZQP repose sur la notion d'ordre
 - Niveaux de gris = 1 valeur scalaire \Rightarrow ordre trivial
 - Couleur = 1 vecteur de dimension 3 \Rightarrow ordre plus complexe
- Solutions possibles
 - α et ω vectoriels \Rightarrow Comment les fixer ?
 - Marginal \Rightarrow Comment les combiner ?
 - Ordre vectoriel \Rightarrow Comment choisir l'ordre ?
 - α et ω scalaires \Rightarrow Identique au niveau de gris !
 - Distance vectorielle \Rightarrow Distances à peu près équivalentes !
 - Maximum marginal \Rightarrow Facile à calculer !

Extension utilisée

Extension utilisée pour α

- Distance euclidienne dans l'espace RVB

$$d_{L_2}^{RVB}(p, q) = \sqrt{(f^R(p) - f^R(q))^2 + (f^G(p) - f^G(q))^2 + (f^B(p) - f^B(q))^2}$$

Extension utilisée pour ω

- Distance globale marginale dans l'espace RVB

$$d_{marginale}^{RVB}(ZQP) = \max(\Omega^R(ZQP), \Omega^V(ZQP), \Omega^B(ZQP))$$

$$\Omega^R(ZQP) = \max(ZQP^R) - \min(ZQP^R)$$

Résultats de zones quasi-plates α, ω couleur

Exemples



Original
(60 280)



$\alpha = \omega = 30$
(7 939)



$\alpha = \omega = 60$
(5 624)



$\alpha = \omega = 90$
(4 565)



$\alpha = \omega = 120$
(3 854)

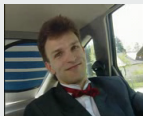
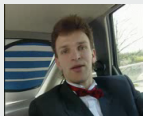


$\alpha = \omega = 150$
(3 504)

t+2D

t+2D vs. 3d vs. 2D+t

Originale



9 656 064 pixels

3D



1 499 110 ZQP

2D+t



440 037 ZQP

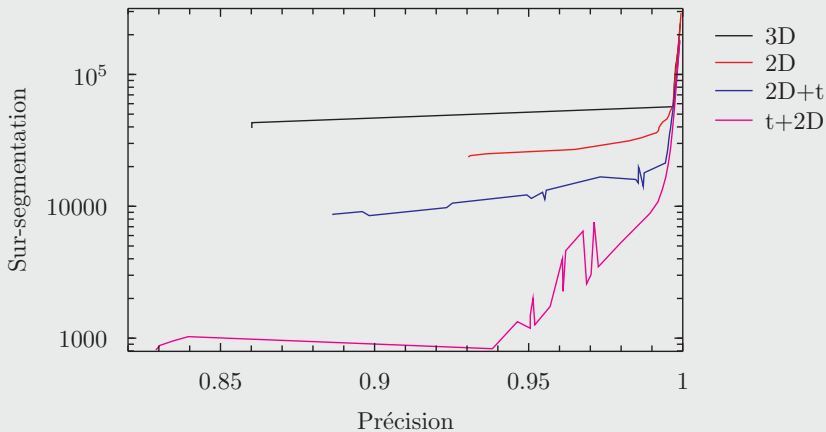
t+2D



204 511 ZQP

t + 2D : Évaluation

Carphone : extrait de 80 trames



Approches existantes de segmentation interactive vidéo 1/2

Approches de type graphe

- [Liu et al., 2005] / [Price et al., 2009]
 - LPE sur chaque trame mappée dans un graphe
 - Marqueurs pour fusion de régions/coupe de graphe
 - Propagation sur la trame suivante
 - ⇒ Charge de travail importante pour l'utilisateur
 - ⇒ Pas de correction de la sur-segmentation
- [Boykov et Jolly, 2001]
 - Transforme vidéo en graphe d'adjacence spatio-temporel
 - Marqueurs pour coupe de graphe
 - ⇒ Cout mémoire important
 - ⇒ Seulement un objet-vidéo segmentable
- [Grundmann et al., 2010]
 - Graphe multi-échelle de superpixels spatio-temporels
 - Sélection de l'échelle et fusion de régions par sélection
 - ⇒ Sélection de l'échelle non triviale
 - ⇒ Fusion de régions potentiellement lourde
 - ⇒ Pas de correction des superpixels

Approches existantes de segmentation interactive vidéo 2/2

Approches morphologiques

- LPE guidée par marqueurs [Rivest et al., 1992]
 - LPE spatio-temporelle
 - Marqueurs définissent minima locaux

⇒ **Cout mémoire important**

⇒ **Nécessite de nombreux marqueurs**
- LPE par propagation de marqueurs [Flores et Lotufo, 2010]
 - LPE guidée par marqueurs sur chaque trame
 - Extraction de marqueurs et propagation à la trame suivante
 - Edition/Correction de marqueurs par l'utilisateur

⇒ **Charge de travail importante pour l'utilisateur**

⇒ **Seulement un objet-vidéo segmentable**

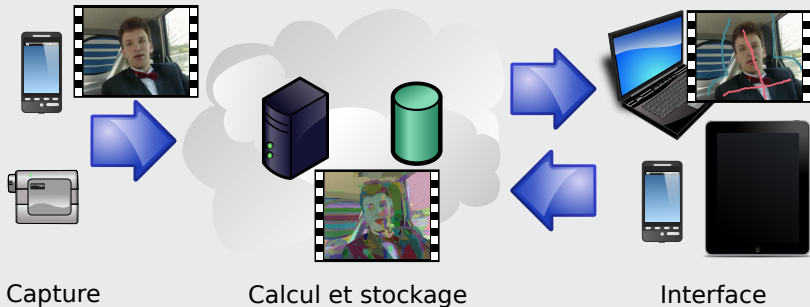
Perspectives pour les ZQP

Zones Quasi-Plates

- Ajouter des prédicats (mouvement)
 - Mouvement
 - Pris en compte indirectement pour l'instant
 - Basée sur des descripteurs plus complets (p.ex. texture)
- Détermination automatique des paramètres (α, ω)
 - Analyse du contenu de la vidéo
 - Granulométrie
 - Distribution des couleurs
 - ...

Perspectives industrielles

VOMF on cloud



- ⇒ Calculs lourds sur serveurs
- ⇒ Interface tactile compatibles avec les marqueurs
- ⇒ Calcul vidéo partiellement sur terminaux mobiles