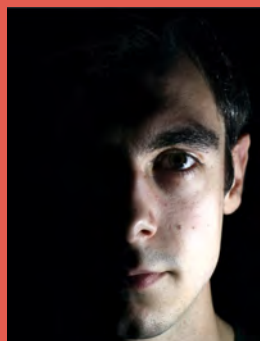


**Année 2014**

# **IRIT - ÉQUIPE VORTEX**

- **IMAGES ET 3D**
- **MULTIMÉDIA**



# Présentation

Le but de ce livret est de présenter aux visiteurs et partenaires potentiels les recherches menées durant l'année 2014 au sein de l'équipe VORTEX (Visual Objects from Reality to EXpression) de l'IRIT, ou plus précisément au sein de la partie de cette équipe localisée à l'ENSEEIH. Le style adopté est volontairement concis. Nous espérons cependant que le lecteur sera suffisamment intéressé pour proposer des collaborations qui, si elles s'avèrent fructueuses, feront à leur tour l'objet d'une rubrique dans l'édition 2015.

La première partie de ce livret regroupe les actions de recherche portant sur l'analyse d'images, la vision par ordinateur et la modélisation 3D en général. La deuxième partie décrit les actions de recherche relatives au multimédia, pour lesquelles le rôle de l'utilisateur est souvent central. Enfin, les projets industriels forment la troisième partie. Chaque rubrique est présentée sur deux pages : la page de gauche décrit une action de recherche ou un projet, celle de droite l'illustre par un ou plusieurs exemples.

Bonne lecture !

# Liste des personnels de l'équipe VORTEX-ENSEEIH au 1<sup>er</sup> décembre 2014

## Permanents :

- Sylvie CHAMBON, 05.34.32.21.78, schambon@enseeiht.fr
- Vincent CHARVILLAT, 05.34.32.21.71, charvi@enseeiht.fr
- Jean-Denis DUROU, 05.34.32.21.71, durou@irit.fr
- Simone GASPARINI, 05.34.32.21.72, sgaspari@enseeiht.fr
- Pierre GURDJOS, 05.34.32.21.77, pgurdjos@enseeiht.fr
- Zouhaier HAMROUNI, 05.34.32.21.75, hamrouni@enseeiht.fr
- Charly KREY, 05.34.32.21.74, krey@enseeiht.fr
- Géraldine MORIN, 05.34.32.21.70, morin@enseeiht.fr

## Non permanents :

- Rabih AMHAZ, rabih.amhaz@enseeiht.fr
- Vincent ANGLADON, vincent.angladon@etu.enseeiht.fr
- Marie-Anne BAUDA, mbauda@imajing.fr
- Nicolas BERTRAND, nicolas.bertrand@isf.cc
- Ferran CABEZAS, fcab65@gmail.com
- Axel CARLIER, axel.carlier@enseeiht.fr
- Bastien DURIX, bastien.durix@enseeiht.fr
- Yvain QUÉAU, yvain.queau@enseeiht.fr
- Hatem RASHWAN, hatem.mahmoud@enseeiht.fr

# Évaluation d'algorithmes d'estimation de points de fuite

**Mots-clés :** points de fuite, jeu de données, dispositif mobile.

Dans le cadre d'un projet de reconstruction 3D de scènes intérieures sur dispositifs mobiles, nous nous sommes intéressés à la détection de points de fuite dans une image, en utilisant des données de capteurs inertiels comme connaissance a priori. Au-delà de leur intérêt pour le calibrage des caméras ou le calcul de leur orientation, les points de fuite sont des objets géométriques permettant de faciliter l'interprétation des images, par exemple dans le cadre de l'estimation de l'agencement spatial d'une scène. Pour évaluer et comparer notre algorithme d'estimation de points de fuite avec ceux de la littérature, nous avons construit notre propre jeu de données inertielles et d'images.

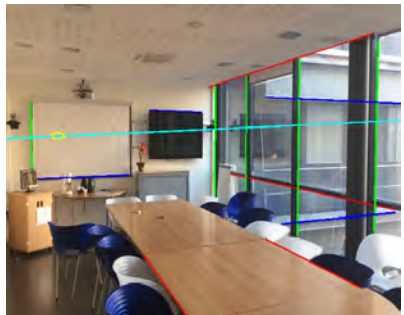
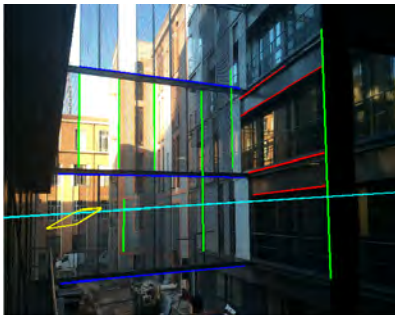
Notre travail s'est focalisé sur deux points : la synchronisation des capteurs de mouvement de l'appareil utilisé avec les images de la caméra, et la conception d'un algorithme de calcul de régions de confiance susceptibles de contenir des points de fuite, qui prend en compte les incertitudes sur les extrémités des segments utilisés pour leur estimation. Ces régions peuvent être utilisées pour accepter ou rejeter la solution d'un algorithme estimant les points de fuite (le point de fuite étant à l'intérieur ou à l'extérieur de l'une de ces régions).

**Participants VORTEX :** Vincent ANGLADON, Vincent CHARVILLAT, Simone GASPARINI.

**Partenaire :** société Telequid.

**Publication associée :**

Vincent ANGLADON, Simone GASPARINI, Vincent CHARVILLAT, *The Toulouse Vanishing Points Dataset*, The ACM Multimedia Systems 2015 Conference (MMSys 2015), Portland, États-Unis, mars 2015.



**Exemples -** Quelques photos du jeu de données avec leurs segments annotés à la main (en rouge, vert et bleu) et la ligne d'horizon calculée à partir des données inertielles (en cyan). Les polygones des régions de confiance des points de fuite associés aux segments rouges sont représentés en jaune. Dans les exemples du haut, les lignes d'horizon n'intersectent pas les polygones jaunes à cause du biais des données inertielles.

# Segmentation à l'aide de superpixels s'appuyant sur une hypothèse de planéité

**Mots-clés :** segmentation, superpixel, planéité, similarité.

Dans le contexte de la segmentation de scènes extérieures, nous travaillons sur des données produites par un système de relevé mobile de réseaux de transport, qui a été conçu par la société Imajing. Ce système fournit des séquences d'images géo-référencées enrichies par la détection et l'appariement de points d'intérêt permettant d'obtenir un nuage de points. Les séquences d'images présentent, d'une part, une redondance spatiale, et d'autre part, une redondance temporelle. Nous cherchons à segmenter les scènes urbaines en exploitant la particularité de ces données (les objets de la scène sont plans par morceaux) afin de proposer une description sémantique.

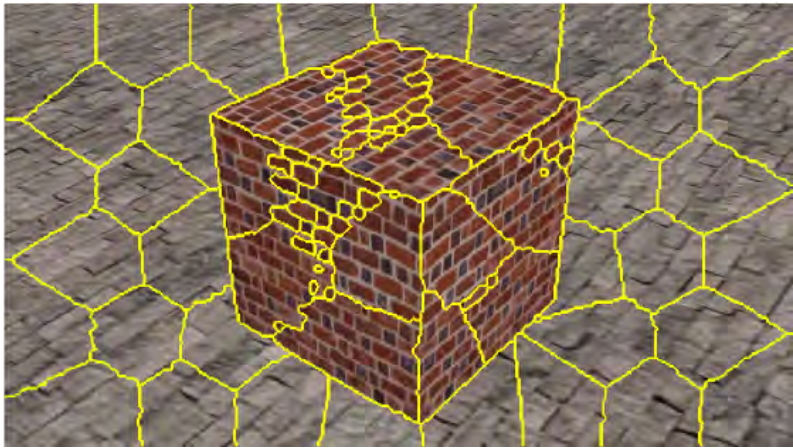
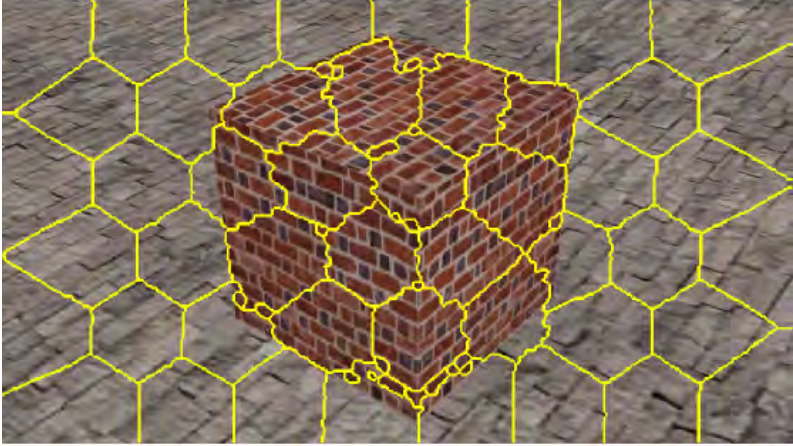
Notre démarche s'appuie sur l'exploitation d'une primitive intermédiaire, le « superpixel », structure locale et cohérente qui, par rapport à la notion de *patch*, possède un support spatial perceptiblement plus cohérent mais moins régulier. La plupart des approches existantes s'appuient sur un critère photométrique et un critère de position pour construire ces primitives intermédiaires. Nous proposons d'ajouter un terme permettant de prendre en compte le caractère plan du superpixel. Plus précisément, nous supposons que le support d'un superpixel est plan. Ainsi, pour chaque superpixel, nous estimons les paramètres du plan de support et calculons l'homographie induite par ce plan, qui permet de transférer l'image adjacente vers l'image de référence. Nous proposons de quantifier la similarité entre l'image de référence et l'image adjacente transférée. Ce travail a été validé, dans un premier temps, en prenant en compte un maillage de l'image construit à partir des points 2D appariés.

**Participants VORTEX :** Marie-Anne BAUDA, Sylvie CHAMBON, Vincent CHARVILLAT, Pierre GURDJOS.

**Partenaire :** société Imajing.

**Publication associée :**

Marie-Anne BAUDA, Sylvie CHAMBON, Pierre GURDJOS, Vincent CHARVILLAT, *Geometry-Based Superpixel Segmentation - Introduction of Planar Hypothesis for Superpixel Construction*, VISAPP International Conference on Computer Vision Theory and Application, Berlin, Allemagne, mars 2015.



**Illustration** - En haut : découpage en superpixels par l'approche classique SLIC (*Simple Linear Iterative Clustering*). En bas : découpage obtenu par l'approche proposée, grâce à laquelle les superpixels respectent mieux les frontières entre faces.



# Détection de structures fines par sélection de chemins minimaux

**Mots-clés :** détection, structures fines, chemins minimaux, chaussées.

La détection de structures fines par traitement d'images est délicate, en particulier pour les fissures de chaussées. En effet, il s'agit de détecter des objets fins et sombres en présence d'une texture caractéristique du type de revêtement utilisé. Par conséquent, les approches ne prenant en compte que les caractéristiques photométriques fournissent des résultats de détection contenant un grand nombre de faux positifs et de faux négatifs. La démarche proposée s'appuie sur un algorithme de recherche de chemins minimaux qui permet de prendre en compte deux types de caractéristiques des fissures : caractéristiques photométriques (les fissures sont censées correspondre à des pixels plus sombres que le fond de l'image) et géométriques (ensemble de pixels connectés sans a priori de forme). Étant donné qu'il est coûteux de faire cette estimation pour chaque pixel de l'image, ce principe est appliqué en sélectionnant un ensemble d'amorces dans l'image, et en estimant les chemins minimaux entre paires d'amorces. Les principales contributions de cette approche reposent sur la manière de sélectionner un sous-ensemble de ces chemins minimaux, pour séparer ceux qui appartiennent à une fissure de ceux qui appartiennent au fond. Nous avons également introduit deux post-traitements permettant, d'une part, de corriger le squelette de la fissure en exploitant la topologie de la structure à détecter, et d'autre part, d'estimer l'épaisseur de la fissure par propagation du squelette estimé. Ce travail a été validé sur des bases d'images issues de différents capteurs, acquises dans différents types de conditions, et comparé aux méthodes les plus récentes de l'état de l'art.

**Participants VORTEX :** Rabih AMHAZ, Sylvie CHAMBON.

**Participants extérieurs :** Jérôme IDIER (IRCCyN, Nantes), Vincent BALTAZART (IFSTTAR, Nantes).

**Publication associée :**

Rabih AMHAZ, Sylvie CHAMBON, Jérôme IDIER, Vincent BALTAZART, *A new minimal path selection algorithm for automatic crack detection on pavement images*, International Conference on Image Processing (ICIP 2014), Paris, octobre 2014.



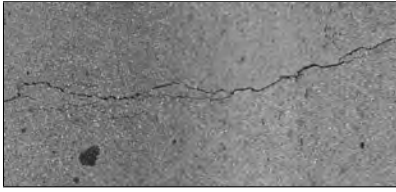
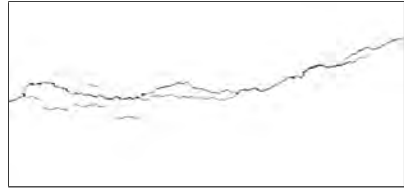
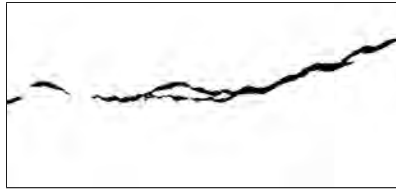


Image originale



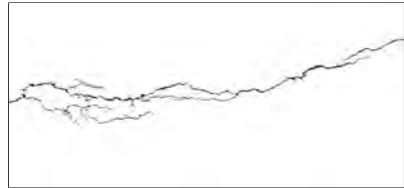
Vérité terrain



Approche de Nguyen



Première approche proposée



Deuxième approche proposée

**Illustration des approches proposées** - Première ligne : données utilisées (image originale et vérité terrain obtenue par segmentation semi-manuelle de référence). Deuxième ligne : résultat de la méthode de Nguyen, qui fournit une estimation très grossière de la fissure. Troisième ligne : résultats des deux approches proposées. Le premier résultat correspond à une approche où nous estimons de manière fiable le squelette, alors que le second est obtenu par une nouvelle approche capable d'estimer l'épaisseur de la fissure.

# Intégration robuste d'un champ de normales

**Mots-clés :** intégration, reconstruction 3D, stéréophotométrie.

De nombreuses techniques de reconstruction 3D, telles que le *shape-from-shading*, le *shape-from-texture* ou la stéréophotométrie, permettent d'estimer les normales à une surface. Ces vecteurs étant intrinsèquement liés au gradient de la fonction de profondeur caractéristique du relief de la surface, l'étape suivante pour de telles techniques consiste à intégrer les normales.

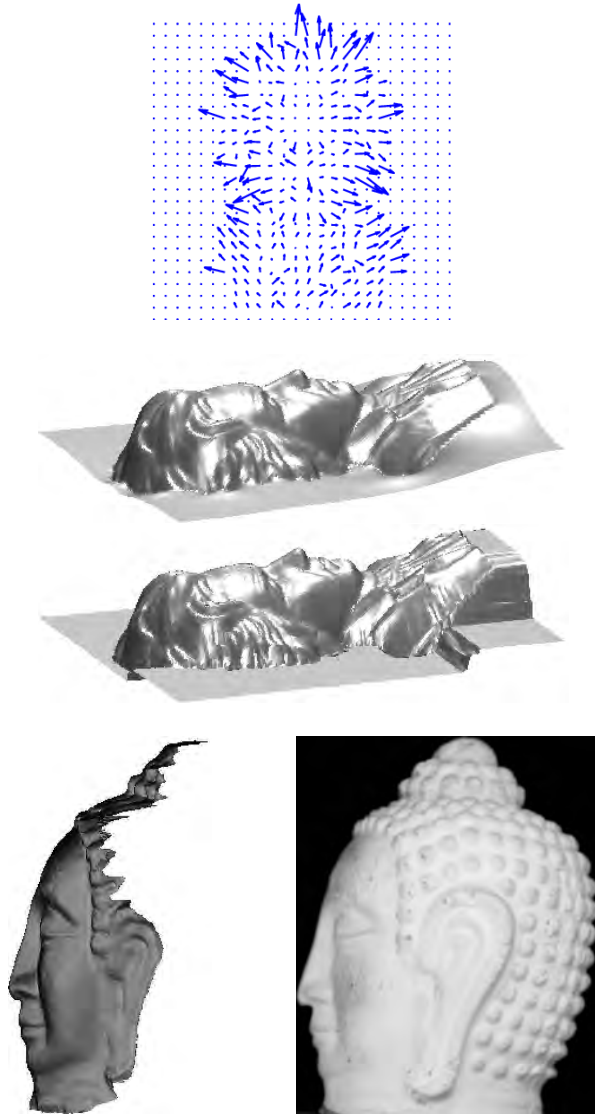
Cette étape devient non triviale dès lors que la scène à reconstruire contient des discontinuités de profondeur, ce qui est systématiquement le cas lorsque l'objet à reconstruire n'occupe qu'une partie de l'image. En effet, intégrer les normales sans prendre en compte ces discontinuités induirait un biais dans la reconstruction 3D.

Nous montrons qu'il est possible de reconstruire les discontinuités de profondeur en formulant le problème de l'intégration des normales sous forme variationnelle à l'aide de fonctionnelles robustes. Par exemple, comme les images acquises en conditions de stéréophotométrie sont généralement de bonne qualité, il est possible de détecter a priori les discontinuités de profondeur, puis d'utiliser une fonctionnelle aux moindres carrés pondérés où les poids sont fonction de cette connaissance a priori.

**Participants VORTEX :** Jean-Denis DUROU, Yvain QUÉAU.

**Publication associée :**

Yvain QUÉAU, Jean-Denis DUROU, *Intégration d'un champ de gradient rapide et robuste aux discontinuités*, Reconnaissance de Formes et Intelligence Artificielle (RFIA 2014), Rouen, juin-juillet 2014.



**Exemples** - Première ligne : champ de normales estimé par stéréophotométrie. Deuxième et troisième lignes : reconstruction 3D classique (aux moindres carrés); reconstruction 3D aux moindres carrés pondérés. Dernière ligne : reconstruction 3D d'un buste de Buddha en plâtre, et vue de profil de l'objet réel.

# Reconstruction 3D d'un objet par son squelette

**Mots-clés :** squelette, reconstruction 3D.

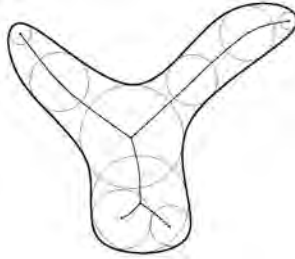
La nouveauté du travail que nous proposons consiste à utiliser les squelettes 2D extraits des projections de l'objet 3D pour retrouver des informations sur le squelette de l'objet 3D, afin de reconstruire son relief. Pour ce faire, il faut connaître la position relative des points de vue considérés. Le squelette 3D de l'objet peut alors être estimé par triangulation. Une fois le squelette 3D obtenu, une simple étape d'habillage permet d'obtenir un maillage de l'objet à reconstruire.

Nous utilisons ici les squelettes, qui sont un modèle de représentation des formes. L'idée est la suivante : considérons une boule  $B$ , comprise à l'intérieur d'une forme  $\mathcal{S}$  donnée. Cette boule est dite « maximale interne » s'il n'existe aucune autre boule, à l'intérieur de la forme, contenant  $B$ . L'ensemble des centres de ces boules maximales définit le squelette de la forme  $\mathcal{S}$ .

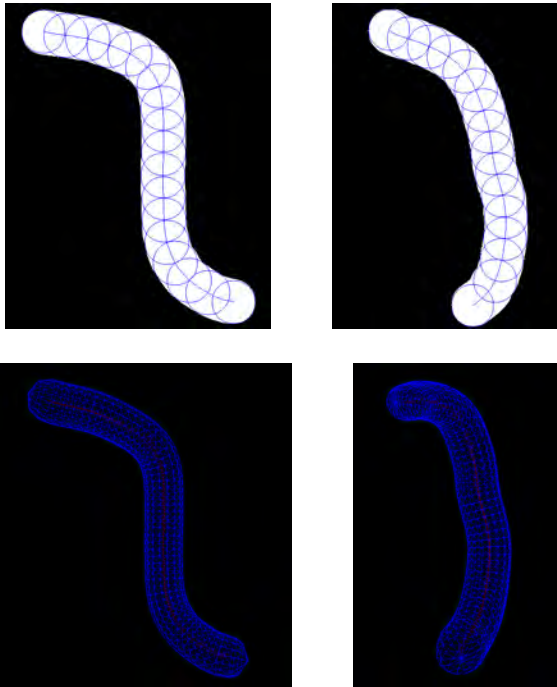
Si nous observons sous différents angles un objet dont le squelette est une courbe de l'espace 3D, nous pouvons facilement extraire un squelette 2D pour chaque vue. Cette technique de reconstruction 3D présente l'avantage de fournir un maillage exploitable directement, sans correction particulière. De plus, le squelette peut être utilisé comme base pour déformer et animer le maillage obtenu.

**Participants VORTEX :** Sylvie CHAMBON, Bastien DURIX, Géraldine MORIN.

**Participants extérieurs :** Lionel GARNIER, Céline ROUDET (Le2i, Université de Bourgogne).



**Définition** - Le squelette d'une forme est l'ensemble des centres des boules maximales incluses dans la forme.



**Illustration** - En haut : extraction du squelette 2D sur chacune des images (première étape). En bas : après reconstruction 3D du squelette, reconstruction 3D complète de la forme (deuxième étape).

# Caractérisation des éléments saillants d'une forme 2D à partir de son axe médian

**Mots-clés :** axe médian, analyse visuelle de formes 2D, élément saillant, perception.

Maintenir le style local et l'échelle d'éléments caractéristiques d'une forme soumise à des déformations, telles qu'une élongation, une compression ou une torsion, est essentiel pour l'édition interactive d'objets. Pour atteindre cet objectif, la première étape nécessite de développer une méthode de classification robuste capable de détecter les éléments saillants d'une forme, si possible de manière hiérarchique. Notre objectif est de dépasser les limites des techniques existantes, qui ne sont pas toujours en mesure de détecter ce que l'utilisateur identifie immédiatement comme une caractéristique de forme. Par conséquent, nous menons d'abord une étude sur un ensemble d'utilisateurs qui nous permet d'apprendre comment sont perçus, d'une part, la forme principale, et d'autre part, les éléments saillants. Nous comparons ensuite plusieurs algorithmes, tous fondés sur l'axe médian interne de la forme, pour identifier les éléments caractéristiques pertinents du point de vue perceptif.

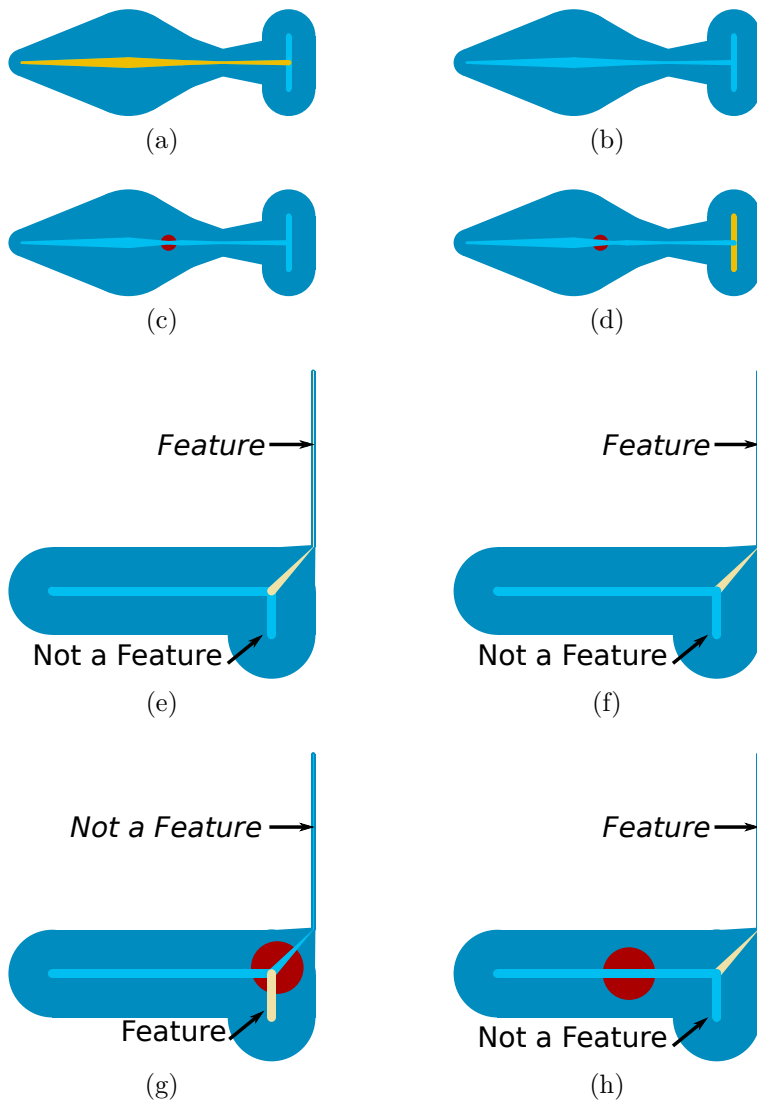
Nous proposons une solution pratique pour calculer une hiérarchie d'éléments saillants d'une forme 2D. Pour partitionner la forme 2D, une approche géométrique est comparée à une approche par filtrage. L'algorithme de filtrage SAT (*Scale Axis Transform*) est généralisé pour prendre en compte une pondération EDF (*Extended Distance Function*) de l'axe médian, et une nouvelle version WEDF (*Weighted EDF*) de cette pondération. Nous montrons que cette dernière approche donne les résultats les plus cohérents avec l'étude menée sur un ensemble d'utilisateurs.

**Participante VORTEX :** Géraldine MORIN.

**Participantes extérieures :** Marie-Paule CANI (INRIA Rhône-Alpes), Lisa LARSSON (Université McGill, Montréal, Canada).

**Publication associée :**

Lisa LARSSON, Géraldine MORIN, Antoine BEGAULT, Raphaëlle CHAINE, Jeannine ABIVA, Évelyne HUBERT, Monica HURDAL, Mao LI, Beatriz PANIAGUA, Giang TRAN, Marie-Paule CANI, *Identifying Perceptually Salient Features on 2D Shapes*, Women In Shapes, Los Angeles, États-Unis, juillet 2013.



**Comparaison des résultats des différents algorithmes** - La forme principale correspond à l'axe bleu, l'élément saillant à la partie jaune de l'axe : (a-e) approche géométrique ; (b-f) algorithme SAT ; (c-g) algorithme SAT avec pondération EDF ; (d-h) algorithme SAT avec pondération WEDF. Le centre du point rouge correspond au maximum de EDF (c-g) ou de WEDF (d-h).



# Modélisation photométrique et géométrique de dispositifs multimédia webcam-écran

**Mots-clés :** modèles d'éclairage, calibrage de caméra, reconstruction 3D, stéréophotométrie.

Les dispositifs multimédia comprenant à la fois un écran et une caméra de type webcam occupent une place de plus en plus prépondérante dans la vie quotidienne. Leurs capacités de calcul se développant, l'utilisation d'applications de vision par ordinateur directement sur *smartphones* ou tablettes tactiles est dorénavant possible.

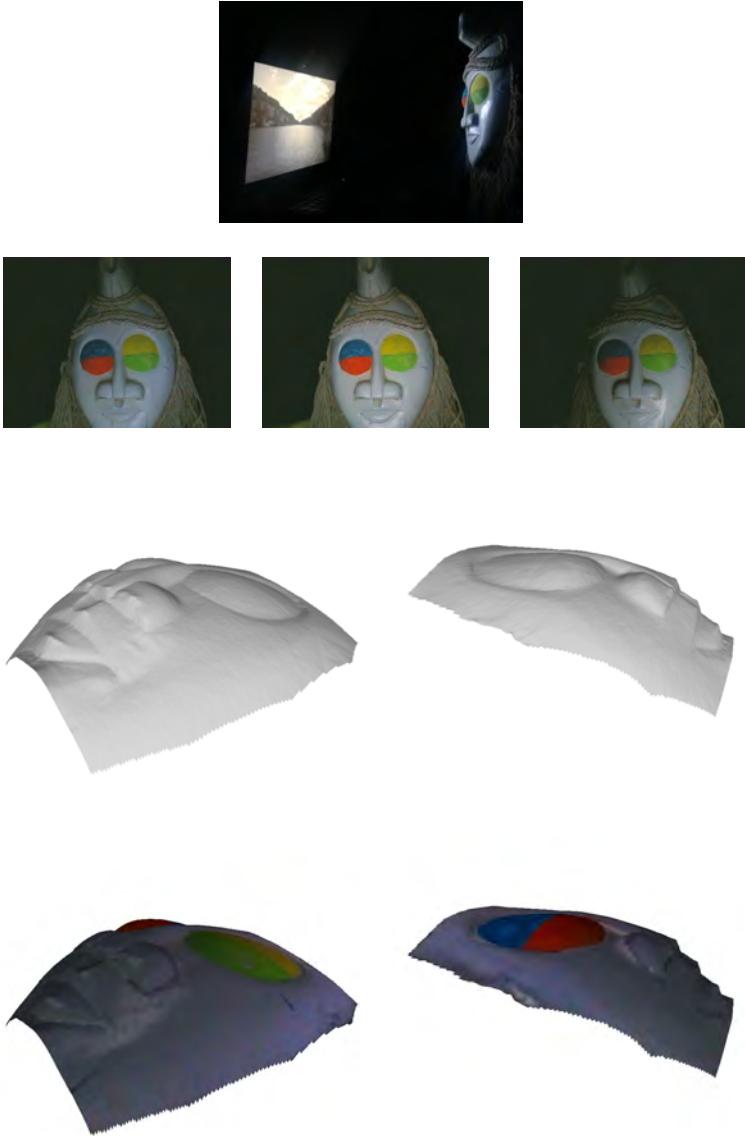
De telles applications nécessitent naturellement de repérer l'écran, relativement à la caméra embarquée sur le dispositif. Or, de par la conception de tels systèmes, l'écran n'est pas directement visible par la caméra, ce qui rend le calibrage difficile. Nous montrons que, grâce à l'introduction de miroirs plans positionnés face au système, et grâce à la prise en compte des spécificités géométriques du dispositif, le problème peut être résolu théoriquement à partir d'un minimum de deux images, là où trois images sont habituellement nécessaires. Il s'ensuit qu'un calibrage très robuste peut être effectué si l'on dispose de davantage d'images.

Certaines applications nécessitent par ailleurs de modéliser la lumière incidente sur la scène (scène qui consiste ici en un utilisateur positionné face au système). En considérant que l'écran, sur lequel est affichée une séquence d'images quelconques, constitue une source lumineuse variable, nous montrons qu'il est possible d'appliquer la technique stéréophotométrique afin d'obtenir un modèle 3D (relief et albédo) très précis de la scène.

**Participants VORTEX :** Jean-Denis DUROU, Pierre GURDJOS, Richard MODRZEJEWSKI, Yvain QUÉAU.

## Publication associée :

Yvain QUÉAU, Richard MODRZEJEWSKI, Pierre GURDJOS, Jean-Denis DUROU, *Transformation d'un dispositif multimédia webcam-écran en un scanner 3D*, COMpression et REprésentation des Signaux Audiovisuels (CORESA 2014), Reims, novembre 2014.



**Exemple -** Première ligne : reconstruction 3D d'un objet placé devant un écran. Deuxième ligne : lorsqu'une séquence d'images est affichée à l'écran, l'éclairage reçu par l'objet varie. Troisième et quatrième lignes : un modèle 3D très précis de la scène peut être estimé par stéréophotométrie.

# Projection et distribution numérique pour le cinéma d'art et essai

**Mots-clés :** cinéma numérique, projection, VLC, distribution, pair à pair.

Les salles de cinéma sont passées à l'ère numérique. Pour la distribution des copies numériques de films, la DCI (*Digital Cinema Initiative*) a choisi d'encoder les films au format DCP (*Digital Cinema Package*). Notre activité est menée en collaboration avec les cinémas Utopia, dont la principale exigence est de fournir des logiciels libres et gratuits pour le cinéma numérique.

Le format DCP utilise la compression JPEG2000 pour la vidéo, en raison de son taux de compression élevé pour les grandes images. Nous proposons une implémentation améliorée du décodage pour la projection dans les salles obscures. Les équipements actuellement déployés sont chers à l'achat et ont un coût de maintenance élevé, ce qui empêche les petites salles indépendantes de s'équiper. Notre but est de proposer une solution logicielle adaptée à la projection des DCP. Notre solution réalise le décodage en temps réel et la projection, en s'appuyant sur des outils multimédia libres et standards comme le lecteur VLC et les bibliothèques libav/ffmpeg.

Nous avons également mis en place un système de distribution permettant de transférer les DCP des distributeurs vers les salles de cinéma. Ce système utilise des technologies « pair à pair » (format *torrent*) déployées dans un réseau privé virtuel multi-points. Il vise à proposer une alternative adaptée aux salles d'art et essai. Le système est opérationnel : il est actuellement déployé dans une vingtaine de salles en France. Nos recherches portent maintenant sur la modélisation d'une solution optimale du transfert de films.

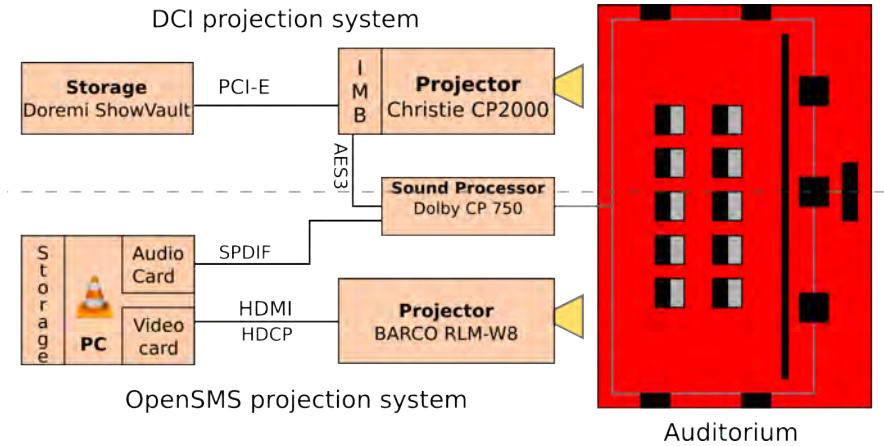
**Participants VORTEX :** Nicolas BERTRAND, Vincent CHARVILLAT, Jean-Denis DUROU.

**Participant extérieur :** Carsten GRIWODZ (Simula Research Laboratory, Oslo, Norvège).

**Partenaires :** cinémas Utopia, association VideoLAN.

**Publication associée :**

Nicolas BERTRAND, Simona PRODEA, Jean-Denis DUROU, Carsten GRIWODZ, Vincent CHARVILLAT, *Lecture de DCP pour le cinéma numérique avec le lecteur multimédia VLC et libav/ffmpeg*, COMpression et REprésentation des Signaux Audiovisuels (CORESA 2013), Le Creusot, novembre 2013.



**Illustration -** Comparaison du système de projection actuel (DCI) et de notre système de projection (VLC-DCP). Le bloc média du DCI intégré au projecteur réalise le décodage. Notre système n'est pas intégré et peut être connecté à tous les types de projecteurs et à un écran standard.

# *Click'n'Cut* : une interface de segmentation interactive

**Mots-clés** : *crowdsourcing*, segmentation interactive.

Le problème de la segmentation automatique d'images reste à l'heure actuelle un défi de la vision par ordinateur. Face à la difficulté de cette tâche, il est pour le moment nécessaire d'envisager une contribution humaine pour guider les algorithmes : c'est l'approche dite de segmentation interactive.

Dans ce contexte, nous proposons une nouvelle interface de segmentation interactive : *Click'n'Cut*. Contrairement à la majorité des autres algorithmes de l'état de l'art, *Click'n'Cut* ne requiert pas de « gribouillis » (*scribbles*), mais de simples clics de la part de l'utilisateur. Ces clics peuvent être de deux natures : sur l'objet (en vert sur la figure ci-contre) ou en dehors de l'objet, sur l'arrière-plan (en rouge). À chaque nouveau clic, l'interface met à jour le masque de segmentation obtenu, qui est affiché par transparence.

Nous avons montré que *Click'n'Cut* permet d'obtenir d'excellents masques de segmentation (avec un coefficient de Jaccard égal à 0,90 en moyenne, sachant que ce coefficient est limité à 1), bien que légèrement inférieurs aux meilleurs algorithmes de l'état de l'art (qui atteignent un coefficient de Jaccard égal à 0,93 en moyenne). Nous montrons également que *Click'n'Cut* permet de converger plus rapidement (en 20 secondes environ) vers une très bonne segmentation, ce qui accélère d'au moins 10 secondes les meilleurs algorithmes de l'état de l'art.

**Participants VORTEX** : Ferran CABEZAS, Axel CARLIER, Vincent CHARVILLAT.

**Participants extérieurs** : Xavier GIRO-I-NIETO, Amaia SALVADOR (Universitat Politècnica Catalunya, Barcelone, Espagne).

**Publication associée** :

Axel CARLIER, Vincent CHARVILLAT, Amaia SALVADOR, Xavier GIRO-I-NIETO, Oge MARQUES, *Click'n'Cut : Crowdsourced Interactive Segmentation with Object Candidates*, ACM Workshop on Crowdsourcing for Multimedia (CrowdMM 2014), Orlando, États-Unis, novembre 2014.

## Click'n'Cut (8/105)

Extract the cat from the image.



Left click on the Foreground  
Right click on the background  
To reset your clicks, please click  
"Clear Points"  
Click on any point to remove it  
Use the slider to modify the mask  
transparency  
Once you are satisfied with the  
mask, click 'Done' to go to the next  
task

Clear Points

Transparency

Show points  Yes  No

Done

**Illustration** - Capture d'écran de l'interface *Click'n'Cut*.

# Utilisation de cartes d'intérêt 3D pour la production d'un *mashup* vidéo

**Mots-clés :** *mashup*, carte d'intérêt 3D.

Nous avons présenté en 2013 une méthode permettant d'extraire des régions d'intérêt dans l'espace 3D à partir de vidéos simultanées de la même scène, vue sous différents angles.

Dans la continuité de ce travail, nous avons développé en 2014 une méthode permettant d'améliorer un algorithme existant de génération d'un « *mashup* vidéo », c'est-à-dire d'un montage réalisé automatiquement à partir de plusieurs vidéos. Un algorithme déjà existant, *Jiku Director*, passe automatiquement d'une caméra à l'autre en prenant en compte la qualité des angles de vue et le positionnement des caméras.

Grâce aux régions d'intérêt 3D, nous avons amélioré cet algorithme en donnant la possibilité de zoomer dans des régions d'intérêt. Ces régions d'intérêt étant définies en trois dimensions, il est possible de faire le lien entre une région vue par une caméra et cette même région vue par une autre caméra, ce qui est illustré sur la figure du bas par les boîtes englobantes de même couleur.

Ce mécanisme permet de présenter les régions les plus intéressantes avec un maximum de détails, tout en proposant des transitions plus riches et plus proches de ce qu'un réalisateur humain pourrait faire. Ces conclusions ont été validées par une étude réalisée sur 75 utilisateurs.

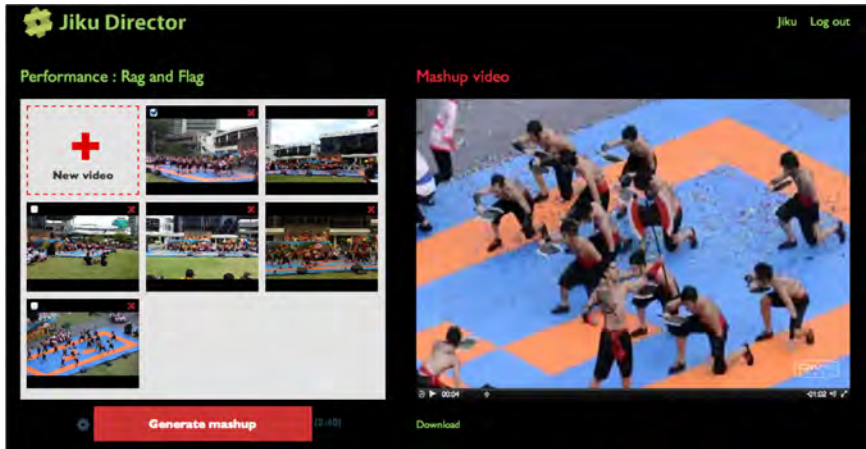
**Participants VORTEX :** Lilian CALVET, Axel CARLIER, Vincent CHARVILLAT, Pierre GURDJOS.

**Participants extérieurs :** Duong-Trung-Dung NGUYEN, Wei Tsang OOI (National University of Singapore, Singapour).

**Publication associée :**

Axel CARLIER, Lilian CALVET, Duong-Trung-Dung NGUYEN, Wei Tsang OOI, Pierre GURDJOS, Vincent CHARVILLAT, *3D Interest Maps From Simultaneous Video Recordings*, ACM Multimedia 2014, pages 577-586, Orlando, États-Unis, novembre 2014.





**Illustration** - Capture d'écran de l'interface *Jiku Director 2.0*.



**Résultat** - Boîtes englobantes obtenues à partir d'une information 3D reprojétée dans l'espace 2D. Les boîtes englobantes de même couleur correspondent à un même objet d'intérêt.

# VideoJot : une interface d'annotation vidéo multi-fonctionnelle

**Mots-clés :** annotation vidéo, vidéo zoomable, tutoriel.

Les vidéos sont de plus en plus utilisées comme vecteurs de communication et d'enseignement. Plus particulièrement, de nombreuses vidéos sont dédiées à l'explication et au commentaire de performances diverses. Dans cet article, nous nous intéressons au cas particulier de vidéos de sessions d'un jeu.

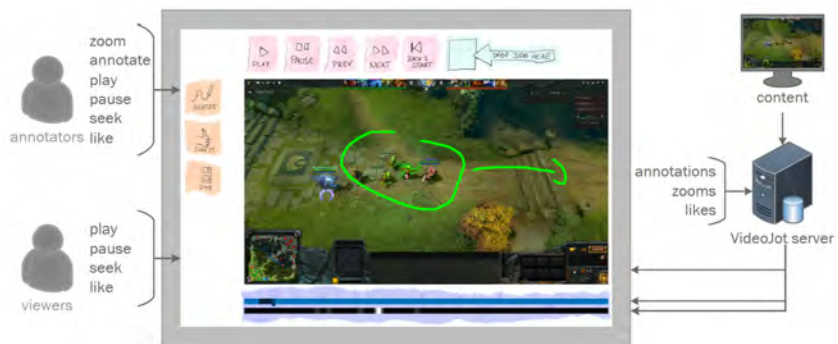
Nous présentons un nouvel outil d'annotation vidéo permettant l'enrichissement de ce type de contenus (entre autres). Notre interface VideoJot est en fait une combinaison d'outils développés auparavant. L'interface fournit à l'utilisateur la possibilité d'annoter une vidéo par le dessin (figure ci-contre). L'utilisateur peut également zoomer sur la vidéo, afin d'attirer l'attention sur une région particulière de la scène. Enfin, nous avons inclus une composante « LikeLine » qui permet de repérer d'un coup d'oeil les instants les plus intéressants de la vidéo sous la forme d'une barre noire comportant des régions claires signalant un région temporelle d'intérêt. Cette barre évolue à mesure que des spectateurs de la vidéo interagissent à l'aide du bouton « Like », qui renforce l'intérêt d'un instant en particulier.

**Participants VORTEX :** Axel CARLIER, Vincent CHARVILLAT.

**Participants extérieurs :** Mathias LUX, Michael RIEGLER (Klagenfurt University, Autriche), Martha LARSON, Raynor VLIEGENDHART (Delft University of Technology, Pays-Bas).

**Publication associée :**

Michael RIEGLER, Mathias LUX, Vincent CHARVILLAT, Axel CARLIER, Raynor VLIEGENDHART, Martha LARSON, *VideoJot : A Multifunctional Video Annotation Tool*, ACM International Conference on Multimedia Retrieval, Glasgow, Royaume-Uni, avril 2014.



**Aperçu du système proposé** - Au centre : capture d'écran de l'interface VideoJot. Deux profils d'utilisateurs peuvent interagir avec le système : des annotateurs qui produisent du contenu, et les consommateurs qui profitent du contenu et l'enrichissent en désignant leurs instants préférés.

# Détection de symétries dans des modèles BRep paramétriques

**Mots-clés :** modèles 3D, surfaces paramétriques, similarités, indexation.

Ces travaux identifient et exploitent les similarités partielles dans des objets 3D pour répondre à des besoins courants du domaine de la CAO (Conception Assistée par Ordinateur). De nouvelles méthodes sont introduites, d'une part pour détecter les similarités partielles, d'autre part pour utiliser ces similarités dans des applications spécifiques telles que l'édition de formes, la compression ou l'indexation d'objets 3D. Nos contributions sont, d'une part, l'amélioration des performances de la détection grâce à un filtrage par analyse de la similarité sur des éléments de moindres dimensions que les surfaces, comme les coins ou les bords, et d'autre part, une méthode originale de classification non supervisée permettant d'améliorer la qualité des résultats.

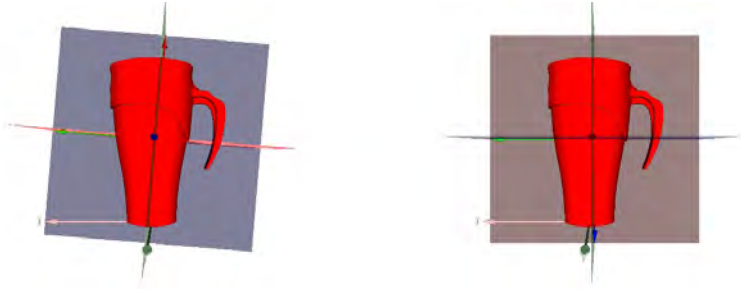
Les similarités partielles dans des objets 3D sont fréquentes. De nombreux objets sont composés de parties similaires, à une rotation, une translation ou une symétrie près. De ce fait, la détection des similarités partielles dans les modèles BRep paramétriques est capable de réduire la taille du stockage, en conservant seulement une partie, et non toutes les parties similaires d'un modèle, et d'améliorer la tolérance en synchronisant une modification pour toutes les parties similaires, lors de l'édition d'un modèle. En 2014, nous avons utilisé les symétries partielles des modèles, dans le cadre de l'indexation des modèles 3D, ce qui nécessite de connaître a priori l'orientation canonique des modèles. Or, la symétrie dans un objet 3D constitue toujours une orientation de référence cohérente avec la perception humaine. Nous utilisons donc la symétrie partielle pour aligner ces modèles et renforcer la robustesse des méthodes d'indexation, et améliorons ainsi les résultats de requêtes d'indexation sur une base de données d'objets 3D.

**Participants VORTEX :** Quoc Viet DANG, Géraldine MORIN.

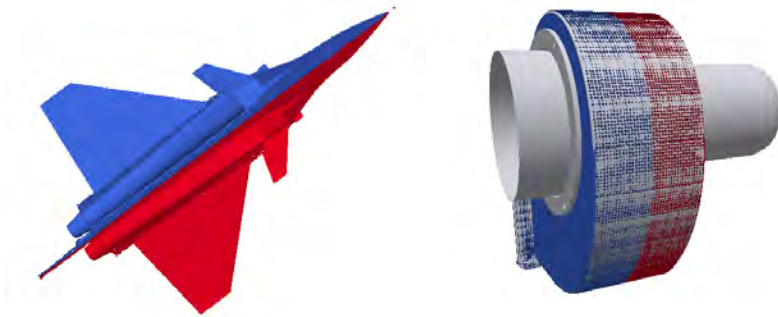
**Participante extérieure :** Sandrine MOUYSSET (équipe IRIT-APO).

**Publication associée :**

Quoc Viet DANG, Sandrine MOUYSSET, Géraldine MORIN, *Symmetry-Based Alignment for 3D Model Retrieval*, International Workshop on Content-Based Multimedia Indexing (CBMI 2014), Klagenfurt, Autriche, juin 2014.



**Illustration 1** - Comparaison entre un alignement obtenu par ACP (à gauche) et l'alignement obtenu par notre méthode (à droite).



**Illustration 2** - Détection de la symétrie partielle dominante : si une symétrie globale existe, elle est détectée (à gauche) ; sinon, une symétrie partielle suffit (à droite).

# Projet *Réalité augmentée*

**Mots-clés :** stéréophotométrie, réalité augmentée.

La société FittingBox propose une palette de logiciels de réalité augmentée, qui permettent de positionner des lunettes virtuelles sur un visage en s'appuyant sur la géométrie de celui-ci. Dans ce contexte, un aspect du réalisme n'a été que peu abordé : il s'agit de l'aspect photométrique du visage, qui est le sujet du projet *Réalité augmentée*. Ce projet se décline en deux axes, qui sont deux facettes d'une même technique : la stéréophotométrie.

D'une part, il s'agit d'améliorer le réalisme de l'incrustation des lunettes virtuelles, en détectant la source lumineuse d'une scène pour ensuite rééclairer la paire de lunettes virtuelle, ce qui en accroît le réalisme.

D'autre part, connaissant les configurations lumineuses d'une même scène sous différents éclairages, il est possible de reconstruire ladite scène en trois dimensions, ce qui permet d'effectuer un suivi plus réaliste du visage, de le rééclairer et d'envisager bien d'autres applications.

Ce projet a également permis d'équiper nos locaux d'une salle de démonstration de la technique stéréophotométrique. Les diverses parties du projet y sont exposées : on y trouve une application FittingBox permettant l'incrustation de lunettes sur un visage et un rééclairage de la paire de lunettes en temps réel. Une autre installation permet de s'essayer au scannage 3D d'un visage ou de tout autre objet opaque.

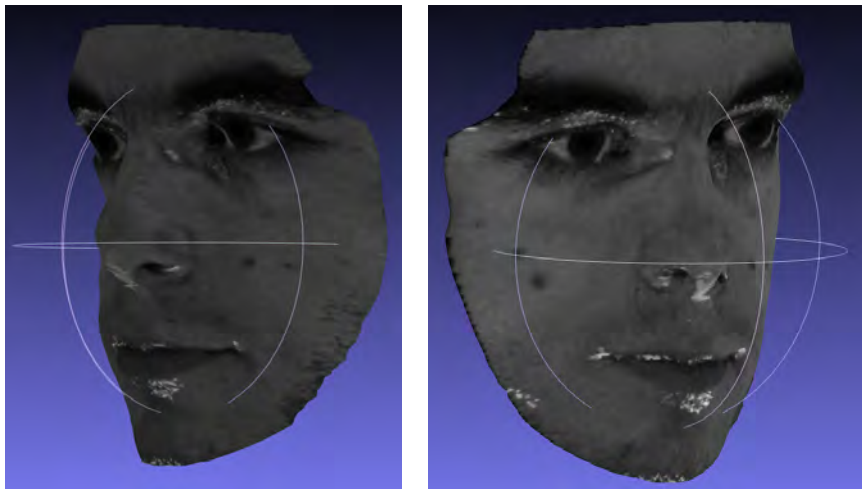
**Participants VORTEX :** Vincent CHARVILLAT, Jean-Denis DUROU, Yvain QUÉAU.

**Participants extérieurs :** Ariel CHOUKROUN, Sylvain LE GALLOU (FittingBox), Bastien DURIX, Vincent MENNY, Benjamin ROLLET (Toulouse Tech Transfer).

**Partenaires :** sociétés FittingBox et Toulouse Tech Transfer.



**Données** - Trois photographies d'un visage prises dans notre salle de démonstration sous différents éclairages.



**Résultat** - Reconstruction 3D d'un visage par stéréophotométrie à partir de dix photographies du type ci-dessus.



# Projet *Reconstruction 3D micrométrique pour la dermatologie*

**Mots-clés :** reconstruction 3D micrométrique, stéréophotométrie.

Reconstruire en 3D des objets de taille micrométrique est un problème délicat, résolu généralement par des systèmes à mesure de temps de vol ou à projection de franges. Or, la plupart des systèmes disponibles actuellement sont coûteux et particulièrement encombrants, ce qui limite leur utilisabilité. Dans ce projet, nous démontrons que des techniques relevant uniquement de la vision par ordinateur, en particulier la stéréophotométrie, permettent d'atteindre une précision équivalente, tout en étant plus faciles à embarquer sur des systèmes de taille réduite.

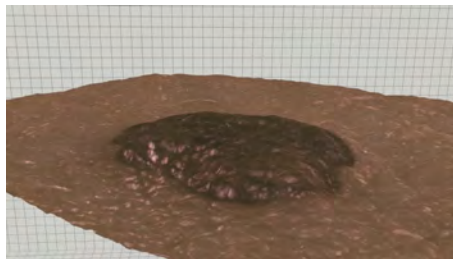
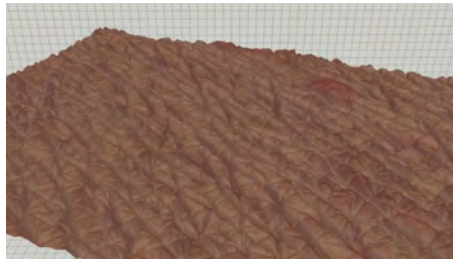
Ce travail est réalisé dans le cadre d'un projet de transfert technologique entre l'IRIT et la société Pixience, piloté par Toulouse Tech Transfer. La société Pixience fournit aux dermatologues des solutions pour visualiser les détails de la peau des patients, allant du mélanome (quelques millimètres) aux rides les plus fines (quelques microns), grâce à un dermoscope dénommé C-Cube, qui est constitué d'une caméra HD et d'un système de DELs éclairant la scène de façon diffuse.

En contrôlant les DELs positionnées dans le C-Cube, les conditions de mise en œuvre de la stéréophotométrie sont réunies : de cette façon, il est possible de reconstruire en 3D des détails très fins, ce qui peut être utile pour le suivi de l'évolution de certaines maladies, ou pour mesurer l'effet de produits cosmétiques tels que les crèmes anti-rides.

**Participants VORTEX :** Vincent CHARVILLAT, Jean-Denis DUROU, Matthieu PIZENBERG, Yvain QUÉAU.

**Participants extérieurs :** Jérôme GEORGE, Jean-Michel LAGARDE, Romain VIÉ (Pixience), Quitterie MOLÉNAT, Delphine PUERTOLAS, Jean-Pierre SAINTOUIL (Toulouse Tech Transfer).

**Partenaires :** sociétés Pixience et Toulouse Tech Transfer.



**Illustrations -** De haut en bas : dermoscope C-Cube; reconstruction 3D d'une pièce de monnaie; reconstruction 3D d'une peau « saine » ; reconstruction 3D d'un nævus.

## Publications 2014

### Articles dans des revues internationales :

Yvain QUÉAU, François LAUZE, Jean-Denis DUROU, *Solving Uncalibrated Photometric Stereo using Total Variation*, Journal of Mathematical Imaging and Vision, 2014 (à paraître).

Shanghong ZHAO, Wei Tsang OOI, Axel CARLIER, Géraldine MORIN, Vincent CHARVILLAT, *Bandwidth Adaptation for 3D Mesh Preview Streaming*, Transactions on Multimedia Computing, Communication and Applications, volume 10, numéro 1, page 178-189, 2014.

### Articles dans des revues nationales :

Yvain QUÉAU, Jean-Denis DUROU, Bastien DURIX, Vincent CHARVILLAT, *Stéréophotométrie non calibrée en présence d'écarts au modèle lambertien*, Traitement du Signal, volume 31, numéro 1-2, pages 107-141, 2014.

### Conférences et workshops internationaux avec actes édités et comités de lecture :

Axel CARLIER, Vincent CHARVILLAT, Amaia SALVADOR, Xavier GIRO-I-NIETO, Oge MARQUES, *Click'n'Cut: Crowdsourced Interactive Segmentation with Object Candidates*, ACM Workshop on Crowdsourcing for Multimedia (CrowdMM 2014), Orlando, États-Unis, novembre 2014.

Duong-Trung-Dung NGUYEN, Axel CARLIER, Wei Tsang OOI, Vincent CHARVILLAT, *Jiku director 2.0: a mobile video mashup system with zoom and pan using motion maps*, ACM Multimedia 2014, pages 765-766, Orlando, États-Unis, novembre 2014.

Axel CARLIER, Lilian CALVET, Duong-Trung-Dung NGUYEN, Wei Tsang OOI, Pierre GURDJOS, Vincent CHARVILLAT, *3D Interest Maps From Simultaneous Video Recordings*, ACM Multimedia 2014, pages 577-586, Orlando, États-Unis, novembre 2014.

Rabih AMHAZ, Sylvie CHAMBON, Jérôme IDIER, Vincent BALTAZART, *A new minimal path selection algorithm for automatic crack detection on pavement images*, International Conference on Image Processing (ICIP 2014), Paris, octobre 2014.

Quoc Viet DANG, Sandrine MOUYSSET, Géraldine MORIN, *Symmetry-Based Alignment for 3D Model Retrieval*, International Workshop on Content-Based Multimedia Indexing (CBMI 2014), Klagenfurt, Autriche, juin 2014.

Michael RIEGLER, Mathias LUX, Vincent CHARVILLAT, Axel CARLIER, Raynor VLIEGENHARDT, Martha LARSON, *VideoJot: A Multifunctional Video Annotation Tool*, ACM International Conference on Multimedia Retrieval, Glasgow, Royaume-Uni, avril 2014.

Quoc Viet DANG, Géraldine MORIN, Sandrine MOUYSSET, *Symmetry and Fourier Descriptor: A Hybrid Feature For NURBS based B-Rep Models Retrieval*, Eurographics Workshop on 3D Object Retrieval (3DOR 2014), pages 45-52, Strasbourg, avril 2014.

Vamsidhar Reddy GADDAM, Ragnar LANGSETH, Håkon Kvale STENSLAND, Pierre GURDJOS, Vincent CHARVILLAT, Carsten GRIWODZ, Dag JOHANSEN, Pål HALVORSEN, *Be your own cameraman: real-time support for zooming and panning into stored and live panoramic video*, Multimedia Systeme Conference (MMSys 2014), pages 168-171, Singapour, mars 2014.

Vamsidhar Reddy GADDAM, Ragnar LANGSETH, Sigurd LJØDAL, Pierre GURDJOS, Vincent CHARVILLAT, Carsten GRIWODZ, Pål HALVORSEN, *Interactive zoom and panning from live Panoramic video*, Network and Operating System Support for Digital Audio and Video Workshop (NOSSDAV 2014), pages 19-20, Singapour, mars 2014.

Asma KERBICHE, Saoussen BEN JABRA, Ezzedine ZAGROUBA, Vincent CHARVILLAT, *Video Watermarking Based on Interactive Detection of Feature Regions*, International Conferences on Advances in Multimedia, pages 77-80, Nice, février 2014.

### Conférences et workshops nationaux avec actes édités et comités de lecture :

Asma KERBICHE, Saoussen BEN JABRA, Ezzedine ZAGROUBA, Axel CARLIER, Vincent CHARVILLAT, *Nouvelle méthode d'évaluation de robustesse des algorithmes de tatouage vidéo : jeu d'attaque*, Compression et REprésentation des Signaux Audiovisuels (CORESA 2014), Reims, novembre 2014.

Axel CARLIER, Vincent CHARVILLAT, *Un jeu, des images, des clics et du texte : collecte implicite de données visuelles et sémantiques*, Compression et REprésentation des Signaux Audiovisuels (CORESA 2014), Reims, novembre 2014.

Yvain QUÉAU, Richard MODRZEJEWSKI, Pierre GURDJOS, Jean-Denis DUROU, *Transformation d'un dispositif multimédia webcam-écran en un scanner 3D*, COMpression et REprésentation des Signaux Audiovisuels (CORESA 2014), Reims, novembre 2014.

Yvain QUÉAU, Jean-Denis DUROU, *Intégration d'un champ de gradient rapide et robuste aux discontinuités - Application à la stéréophotométrie*, Congrès Francophone de Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle (RFIA 2014), Rouen, juin-juillet 2014.

Quoc Viet DANG, Sandrine MOUYSSET, Géraldine MORIN, *Alignement de modèles 3D paramétriques BRep basé sur la détection de symétries partielles - Application à l'indexation 3D*, Journées du Groupe de Travail en Modélisation Géométrique (GTMG 2014), Lyon, mars 2014.

### Contributions à des ouvrages de synthèse :

Lisa LARSSON, Géraldine MORIN, Antoine BEGAULT, Raphaëlle CHAINE, Jeannine ABIVA, Évelyne HUBERT, Monica HURDAL, Mao LI, Beatriz PANIAGUA, Giang TRAN, Marie-Paule CANI, *Identifying Perceptually Salient Features on 2D Shapes, Topics in Shape Modeling*, Springer (à paraître).

### Thèses et HDR :

Axel CARLIER, *Combining Content Analysis with Usage Analysis to better understand visual contents*, thèse de l'Université de Toulouse, septembre 2014.

Thi Phuong NGHIEM, *Amélioration de l'utilisation de contenus multimédia 3D en ligne par l'analyse des interactions d'utilisateurs*, thèse de l'Université de Toulouse, juillet 2014.

Quoc Viet DANG, *Similarités dans des Modèles BRep Paramétriques : Détection et Applications*, thèse de l'Université de Toulouse, septembre 2014.

Géraldine MORIN, *3D Models for . . .*, Habilitation à Diriger des Recherches de l'Université de Toulouse, janvier 2014.

Lilian CALVET, *Méthodes de reconstruction tridimensionnelle intégrant des points cycliques : application au suivi d'une caméra*, thèse de l'Université de Toulouse, janvier 2014.

# Sommaire

## Images et 3D

Évaluation d'algorithmes d'estimation de points de fuite . . . .	3
Segmentation à l'aide de superpixels sous l'hypothèse de planéité	5
Détection de structures fines par sélection de chemins minimaux	7
Intégration robuste d'un champ de normales . . . . .	9
Reconstruction 3D d'un objet par son squelette . . . . .	11
Caractérisation des éléments saillants d'une forme 2D . . . .	13

## Multimédia

Modélisation de dispositifs multimédia webcam-écran . . . . .	15
Projection et distribution numérique pour le cinéma art et essai	17
<i>Click'n'Cut</i> : une interface de segmentation interactive . . . .	19
Cartes d'intérêt 3D pour la production d'un <i>mashup</i> vidéo . .	21
VideoJot : une interface d'annotation vidéo multi-fonctionnelle	23
Détection de symétries dans des modèles BRep paramétriques	25

## Projets

Projet <i>Réalité augmentée</i> . . . . .	27
Projet <i>Reconstruction 3D micrométrie</i> . . . . .	29

## Publications 2014

31

**IRIT (UMR CNRS 5505)  
ÉQUIPE VORTEX  
(Visual Objects from Reality To EXpression)**

**ENSEEIH**T  
**2, rue Camichel, BP 7122  
31071 TOULOUSE Cedex 7  
05.34.32.21.71**