

Modélisation 3D pour la communication Vidéo

Soutenance pour l'habilitation à diriger des recherches

Luce Morin

Maître de conférences, IFSIC, Université de Rennes 1

Laboratoire IRISA, équipe Temics



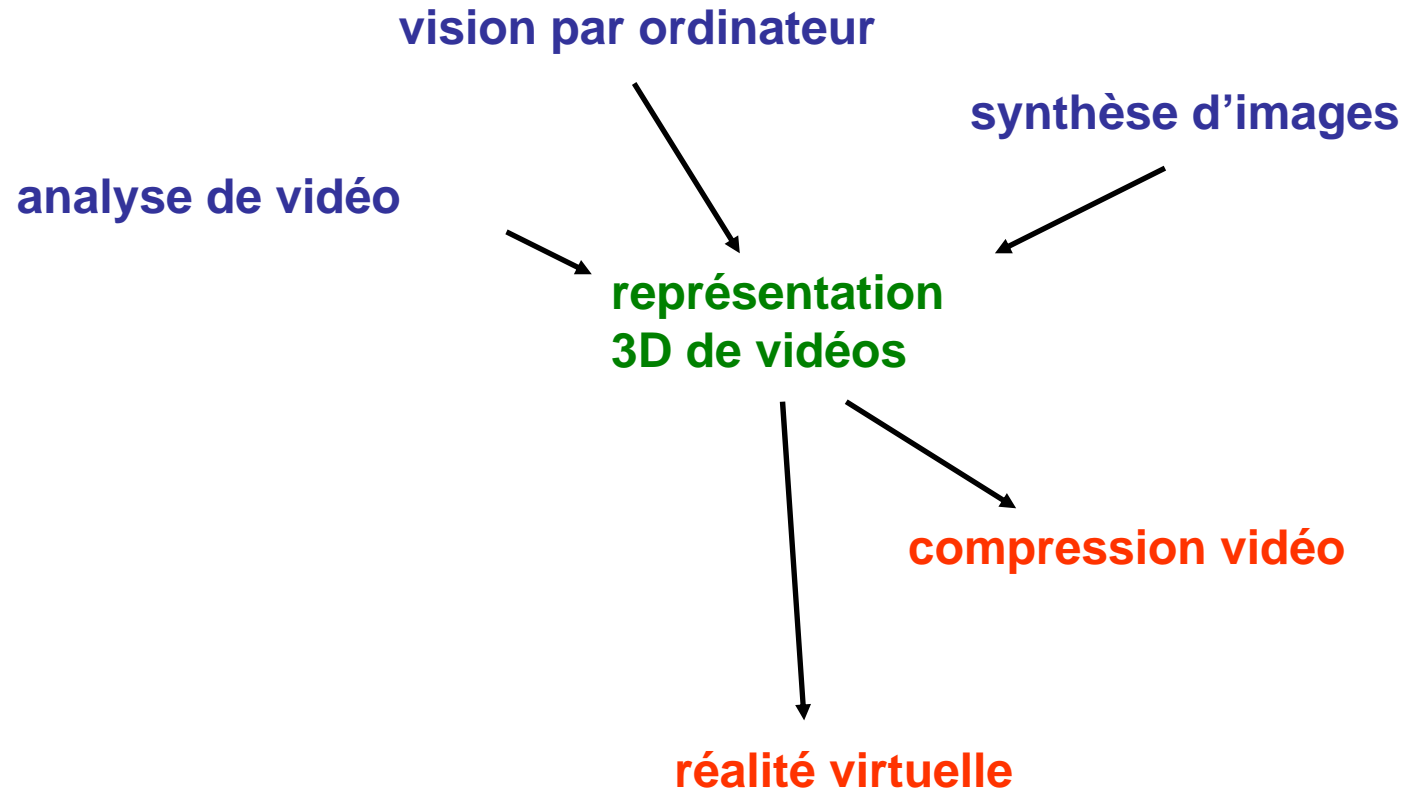
19 mai 2006

Plan de l'exposé

- Travaux de recherche
 - Thèmes abordés
 - Cadre général
 - Présentation des principales contributions
 - Conclusion et perspectives
- Encadrement
- Enseignement

Travaux de recherche

Thèmes abordés



Travaux de recherche

Thèmes abordés

1993 arrivée à l'IRISA

- thèse de l'INPG de Grenoble, au laboratoire LIFIA, projet MOVI, directeur : Roger Mohr, sujet : Vision par ordinateur, invariants projectifs
- projet Temis : Claude Labit et Patrick Bouthemy, analyse et compression de séquences vidéo
- => idée : utiliser les contraintes géométriques pour exprimer les redondances inter-images (stage de Lionel Oisel)

1995-1998 thèse Lionel Oisel

- intégration des contraintes géométriques
 - algorithme d'estimation de mouvement contraint par la géométrie épipolaire
 - segmentation avec contrainte épipolaire (stage de Gilles Bruno)
- construction d'un modèle 3D projectif issu de 2 images
 - maillage adaptatif du modèle 3D (stages de Bertrand Gasnier, Marc Guillemot, Guillaume Bataille, thèse de Mohammed Rziza)
 - points de vue virtuels

1998-2002 thèse de Franck Galpin

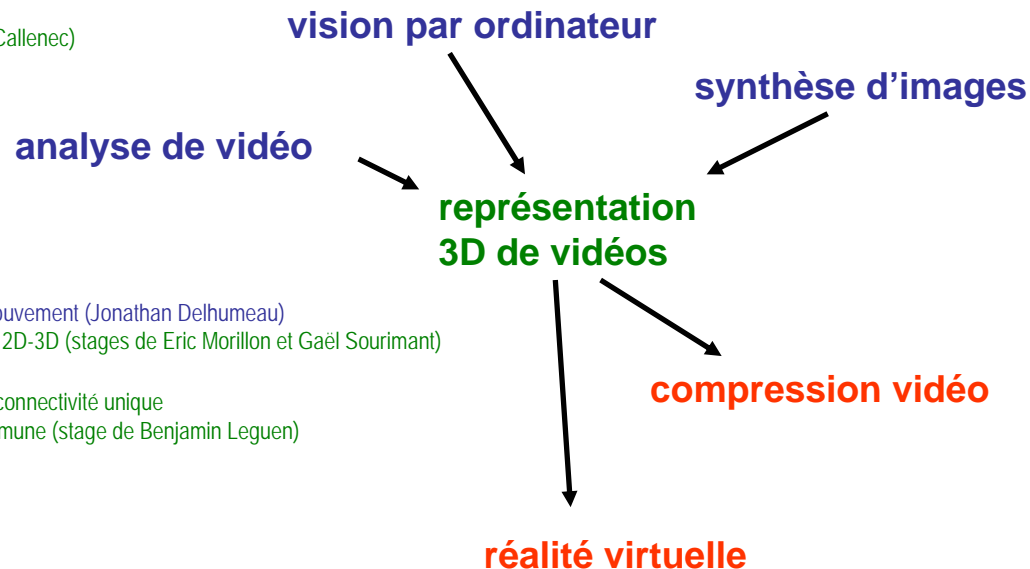
- extension de la modélisation à une séquence complète
 - représentation de séquence par flux de modèles 3D
 - segmentation automatique de la vidéo en GOP
- applications de réalité virtuelle
 - recalage rigide et affine des modèles 3D (stage de Benoit Le Callenec)
 - ajustement glissant, fondu 3D
 - séquences virtuelles, ajout d'objets
- compression vidéo basée reconstruction 3D
 - schéma de codage-décodage
 - compression à bas débits

2002-2005 thèse de Raphaële Balter

- généralisation des hypothèses sur les données
 - modélisation des reflets (stage de Bastien Peteuil)
 - détection - segmentation - modélisation d'objets rigides en mouvement (Jonathan Delhumeau)
 - mouvements de caméras quelconques pour une modélisation 2D-3D (stages de Eric Morillon et Gaël Sourimant)
- création d'un modèle 3D évolutif
 - maillage hiérarchique temporellement cohérent basé sur une connectivité unique
 - métamorphose de modèles 3D, fusion et paramétrisation commune (stage de Benjamin Leguen)
- compression scalable
 - décomposition en ondelettes géométriques des modèles 3D
 - schéma de codage basé modèle évolutif

2004-2007 thèse de Gaël Sourimant

- extension à des données d'acquisition multimodales (vidéo+GPS+SIG)
- compression vidéo basée 3D-DVC (stage de Matthieu Maitre)



Travaux de recherche

Thèmes abordés

1993 arrivée à l'IRISA

- thèse de l'INPG de Grenoble, au laboratoire LIFIA, projet MOVI, directeur : Roger Mohr, sujet : Vision par ordinateur, invariants projectifs
- projet Temis : Claude Labit et Patrick Bouthemy, analyse et compression de séquences vidéo
- => idée : utiliser les contraintes géométriques pour exprimer les redondances inter-images (stage de Lionel Oisel)

1995-1998 thèse Lionel Oisel

- intégration des contraintes géométriques
 - **algorithme d'estimation de mouvement contraint par la géométrie épipolaire**
 - segmentation avec contrainte épipolaire (stage de Gilles Bruno)
- construction d'un modèle 3D projectif issu de 2 images
 - maillage adaptatif du modèle 3D (stages de Bertrand Gasnier, Marc Guillemot, Guillaume Bataille, thèse de Mohammed Rziza)
 - points de vue virtuels

1998-2002 thèse de Franck Galpin

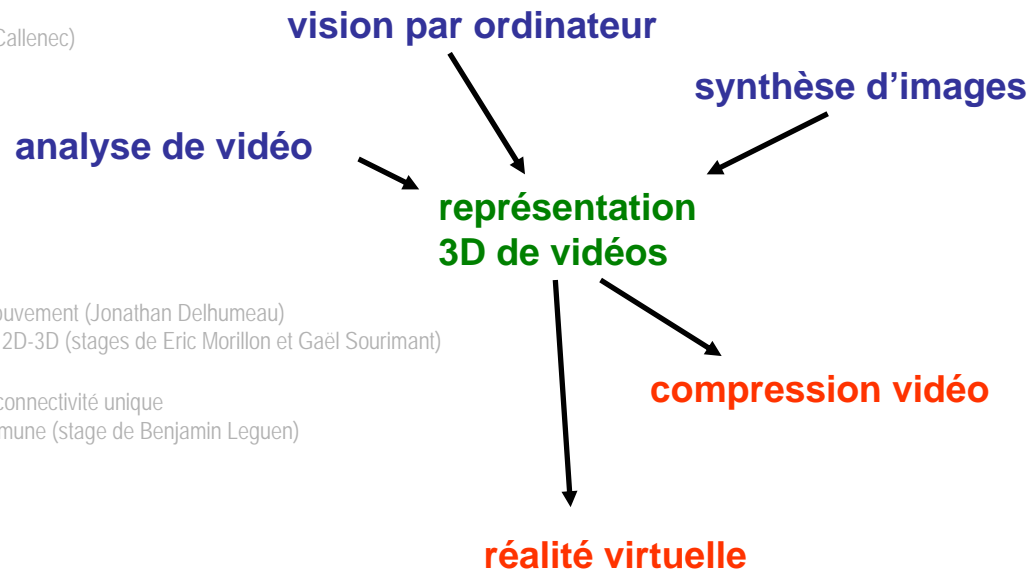
- extension de la modélisation à une séquence complète
 - **représentation de séquence par flux de modèles 3D**
 - segmentation automatique de la vidéo en GOP
- applications de réalité virtuelle
 - recalage rigide et affine des modèles 3D (stage de Benoit Le Callenec)
 - **ajustement glissant, fondu 3D**
 - **séquences virtuelles, ajout d'objets**
- compression vidéo basée reconstruction 3D
 - schéma de codage-décodage
 - compression à bas débits

2002-2005 thèse de Raphaële Balter

- généralisation des hypothèses sur les données
 - modélisation des reflets (stage de Bastien Peteuil)
 - détection - segmentation - modélisation d'objets rigides en mouvement (Jonathan Delhumeau)
 - mouvements de caméras quelconques pour une modélisation 2D-3D (stages de Eric Morillon et Gaël Sourimant)
- création d'un modèle 3D évolutif
 - maillage hiérarchique temporellement cohérent basé sur une connectivité unique
 - métamorphose de modèles 3D, fusion et paramétrisation commune (stage de Benjamin Leguen)
- compression scalable
 - **décomposition en ondelettes géométriques des modèles 3D**
 - schéma de codage basé modèle évolutif

2004-2007 thèse de Gaël Sourimant

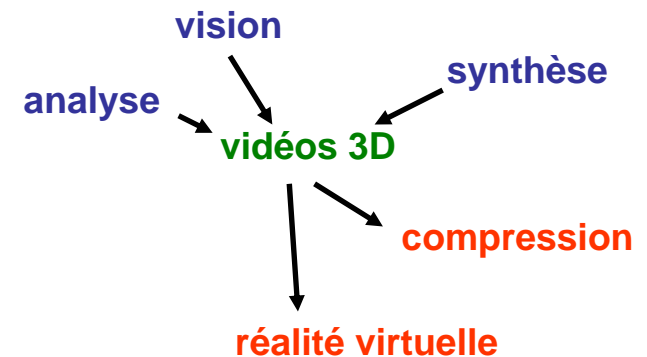
- extension à des données d'acquisition multimodales (vidéo+GPS+SIG)
- compression vidéo basée 3D-DVC (stage de Matthieu Maitre)



Plan

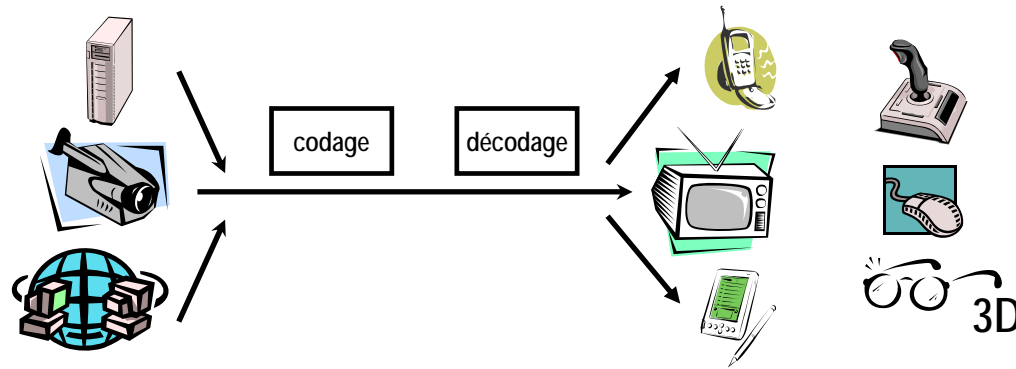
- Travaux de recherche
 - Thèmes abordés
 - Cadre général
 - Présentation des principales contributions
 - Estimation de mouvement contraint par la géométrie épipolaire
 - Représentation de séquence par flux de modèles 3D
 - Ajustement glissant, application à la réalité virtuelle
 - Compression vidéo à bas débits
 - Conclusion et perspectives

- Encadrement
- Enseignement



Cadre général

La vidéo numérique : un monde en pleine évolution



- Nouvelles sources/terminaux
 - caméscopes DV, systèmes d'acquisition multi-vues
 - ordinateurs et terminaux plus puissants, terminaux mobiles, écrans 3D autostéréo, processeurs spécialisés (GPU)...
- Nouveaux réseaux hétérogènes
 - internet, téléphone RTC, GSM, ADSL, WIFI, UMTS, fibre optique...
- Nouvelles applications
 - transmission de vidéo : DVD, TV sur internet, vidéo sur GSM, TV3D
 - applications interactives : jeux 3D, visites virtuelles, visioconférence 3D

Cadre général

Nouvelles orientations du codage vidéo : compression ET fonctionnalités additionnelles

- Fonctionnalités pour les réseaux
 - scalabilité
 - résistance aux pertes
 - adaptation au débit / terminal
- Fonctionnalités 3D
 - génération et transmission de contenus 3D
 - rendu stéréoscopique
 - modification du point de vue, trajets virtuels (Free Viewpoint Video)
 - navigation interactive, éventuellement à distance
 - manipulation de contenu : ajout d'objets, de sources de lumières, ...



Acquérir une vidéo et ...



... l'explorer en 3D,



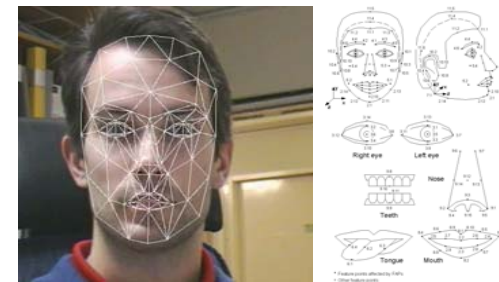
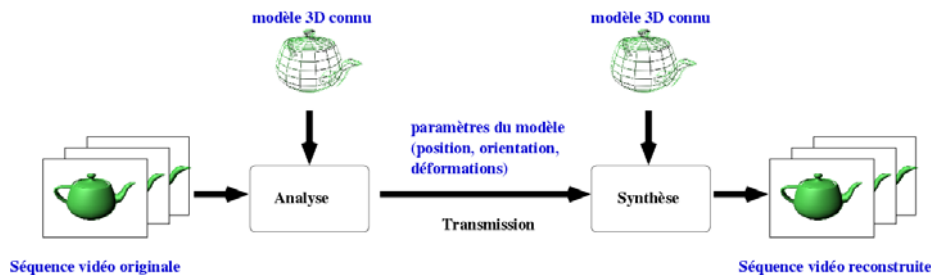
... rajouter des objets,



... la regarder en stéréo,

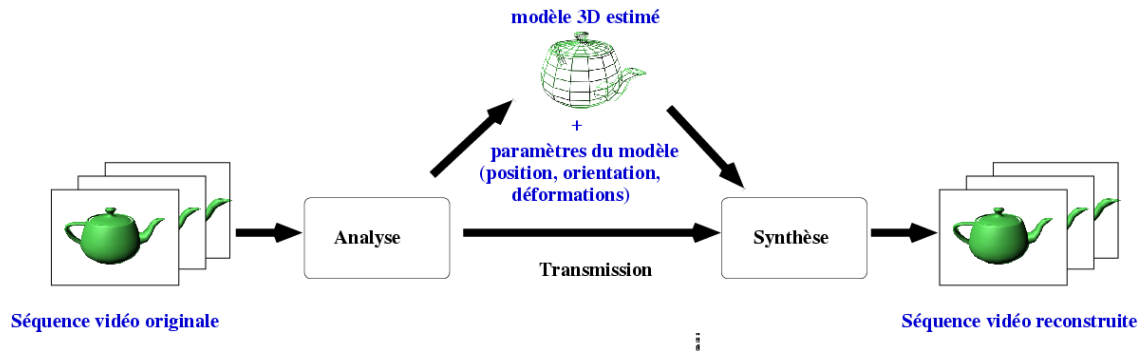
Cadre général

- Problématique abordée :
 - représentation 3D du contenu vidéo
- Approches classiques :
 - cartes de profondeur (TV3D, MVC) [mpeg4-3dav]
 - couches de profondeur LDI [Shade98,Ohm99]
 - modèles volumiques [Theobalt04][Smolic04]
 - codage basé modèles 3D [candide87] [Preteux00] [Girod02] [mpeg4-snhc]
 - contenu de la scène connu a priori
 - modèle 3D paramétrique disponible au codeur et au décodeur
 - estimation des paramètres du modèle : position, orientation, déformation (texture)
 - décodage par rendu du modèle 3D
 - propriétés : fonctionnalités 3D, compacité
 - limites : objet connu a priori



ex : modèles de visages et paramètres d'animation (faps)

Cadre général



- Notre approche :

- Codage basé reconstruction 3D

- contenu de la scène non connu a priori
 - reconstruction du modèle 3D à la volée
 - transmission du modèle 3D reconstruit
 - décodage par rendu du modèle 3D

- Objectifs :

- éprouver la faisabilité d'un tel schéma
 - évaluer ses performances en termes de fonctionnalités 3D et compression

Cadre général

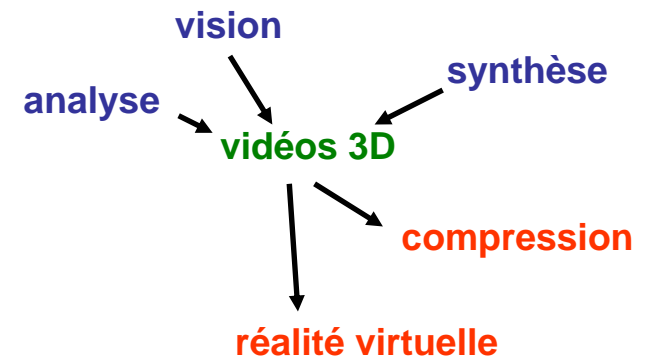
Objectifs et hypothèses de travail

- Codage :
 - bonne qualité des images au rendu ...et pas nécessairement du modèle 3D!
 - "tout automatique"
 - traitement à la volée
 - propriété de scalabilité
 - pas d'a priori sur l'acquisition (caméra monoculaire non étalonnée)
 - pas d'a priori sur le contenu...
- Vision par ordinateur :
 - scène statique ou segmentée
 - caméra en mouvement non dégénéré
 - prise en compte de l'instabilité numérique

Plan

- Travaux de recherche
 - Thèmes abordés
 - Cadre général
 - Présentation des principales contributions
 - Estimation de mouvement contraint par la géométrie épipolaire
 - Représentation de séquence par flux de modèles 3D
 - Ajustement glissant, application à la réalité virtuelle
 - Compression vidéo à bas débits
 - Conclusion et perspectives

- Encadrement
- Enseignement



Estimation de mouvement contrainte par la géométrie épipolaire

- Objectif
 - soient 2 images issues de la séquence
 - estimer la géométrie de la scène + paramètres caméra

=> SfM (Shape from Motion) [H&Z04]

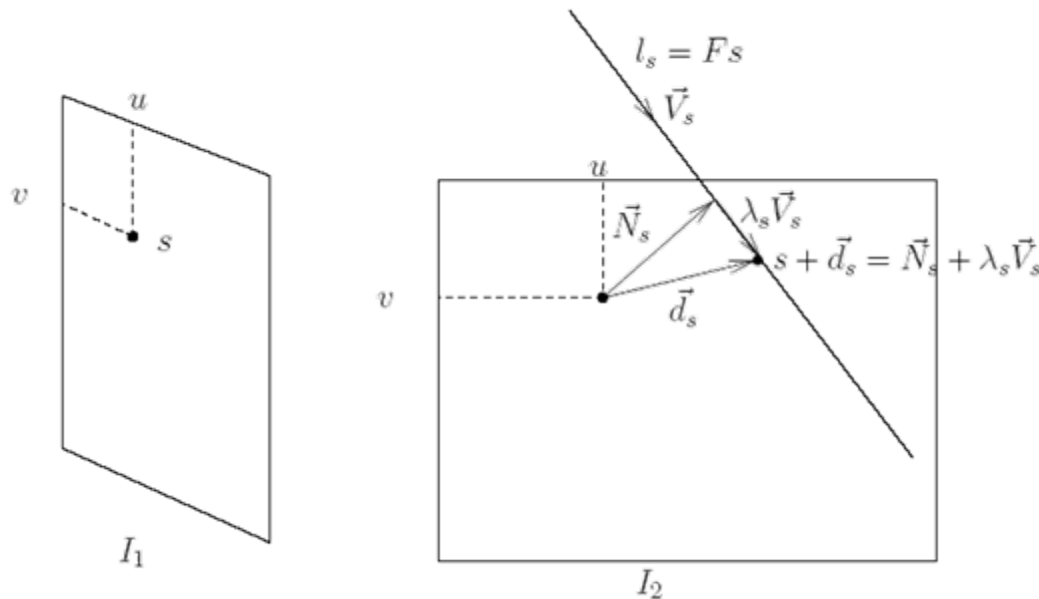
 - point dur :
 - estimation de disparité (conditionne qualité du 3D)
 - contrainte : le modèle 3D estimé doit permettre un bon rendu 2D
- Équivalence disparité - mouvement
- Approches classiques
 - disparité :
 - mec éparsé basée points d'intérêts [Harris88]
 - mec dense (corrélation, block-matching) => valeurs discrètes
 - mouvement
 - flot optique [Black94] => champ de mouvement continu
 - hypothèse de faible déplacement, contraintes géométriques non prises en compte
- Approches proposées
 - estimation de mouvement basée flot optique contraint par la géométrie épipolaire
 - estimation de mouvement par maillage affine triangulaire [Marquant & Pateux 2000]

Estimation mouvement contrainte par la géométrie épipolaire

Méthode

[Oisel, Mémin, Morin ECCV2000, IEEE IP 2001]

- Estimation de mouvement par flot optique
- Intégration de la contrainte épipolaire dans la modélisation énergétique



$$H(\lambda) = H_1(\lambda_s) + \alpha H_2(\lambda_s)$$

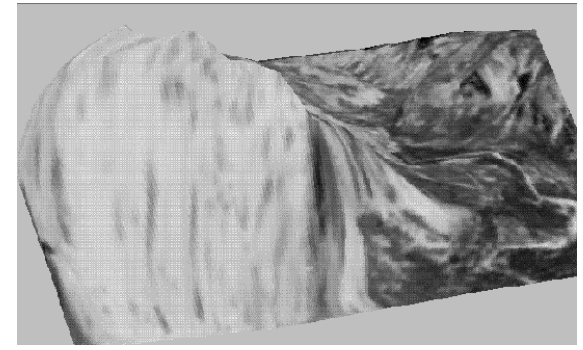
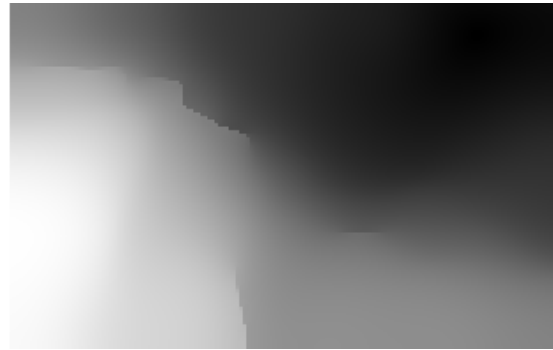
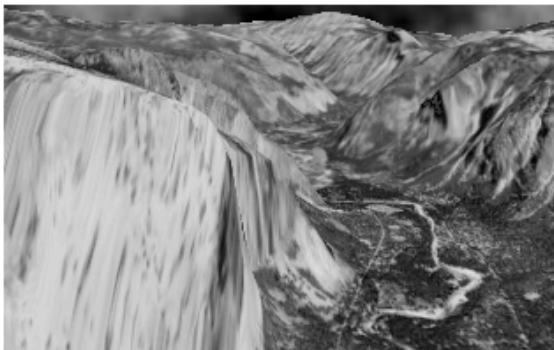
$$H_1 = \sum_{s \in S} \rho[\lambda_s \vec{V}_s \cdot \nabla \tilde{I}_2(s) + \tilde{I}_2(s) - I_1(s)]^2 \quad H_2 = \sum_{\langle s, r \rangle} \rho \|\lambda_s \vec{V}_s + \vec{N}_s - \lambda_r \vec{V}_r - \vec{N}_r\|^2$$

Estimation mouvement contrainte par la géométrie épipolaire

- Problème : incompatibilité des hypothèses
 - approche différentielle => hypothèse de petits déplacements
 - reconstruction => grands déplacements
- Solution : algorithme multirésolution et multiéchelle

$$F^k = M^{kT} F M^k \quad \text{avec} \quad M = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- Résultats



- mouvement correct, convergence pour les grands déplacements

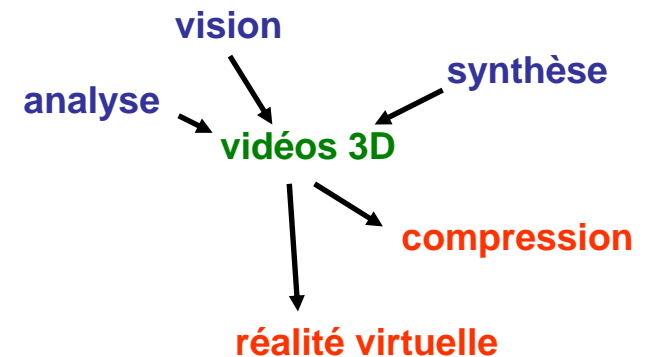
Estimation mouvement contrainte par la géométrie épipolaire

- Cadre :
 - thèse de Lionel Oisel en collaboration avec Etienne Mémin (Irisa-Vista)
 - contrat CTI-CNET -96 ME 06 France-Telecom / INRIA , 1995-1998
- Publications :
 - revue internationale: L.Oisel, É. Mémin, L. Morin et F. Galpin, IEEE IP 2003
 - IWSNHC3DI 1997, VCIP 1998, ICIP1998, ICIP2000, ECCV 2000
 - ORASIS 1996, 1997, CORESA 1997, RFIA 1998, GRETSI 1999

Plan

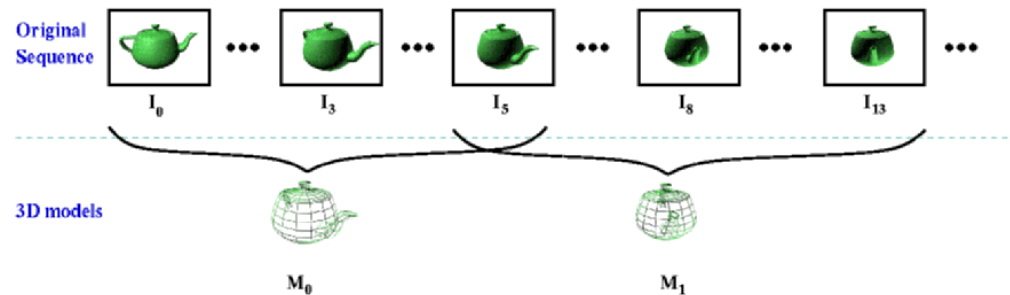
- Travaux de recherche
 - Thèmes abordés
 - Cadre général
 - Présentation des principales contributions
 - Estimation de mouvement contraint par la géométrie épipolaire
 - Représentation de séquence par flux de modèles 3D
 - Ajustement glissant, application à la réalité virtuelle
 - Compression vidéo à bas débits
 - Conclusion et perspectives

- Encadrement
- Enseignement



Flux de modèles 3D

- Objectif :
 - extraction de l'information 3D : scène + mouvement caméra
- Approches classiques
 - acquisition avec intervention manuelle [Debevec96][Debevec00]
 - acquisition avec matériel spécifique
 - Caméra stéréo pour la TV3D [Fehn04]
 - Caméra + laser
 - Système multivues (MVV) [Tanimoto96]
 - Matrices de capteurs [Pfisher04]
 - reconstruction d'un modèle 3D unique [Fitzgibbon99][Roning99][Pollefeys00][Yao02] [Nis03][Yu04]
- Notre approche
 - séquence de modèles 3D
 - modèles 3D indépendants
 - modèles redondants

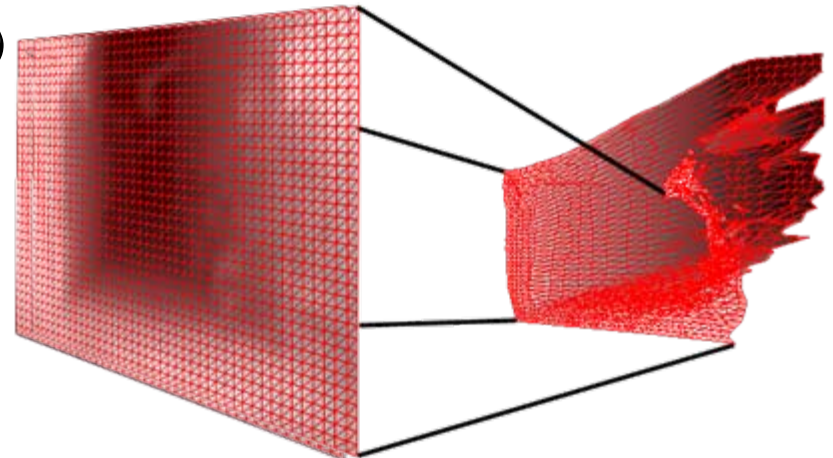


Flux de modèles

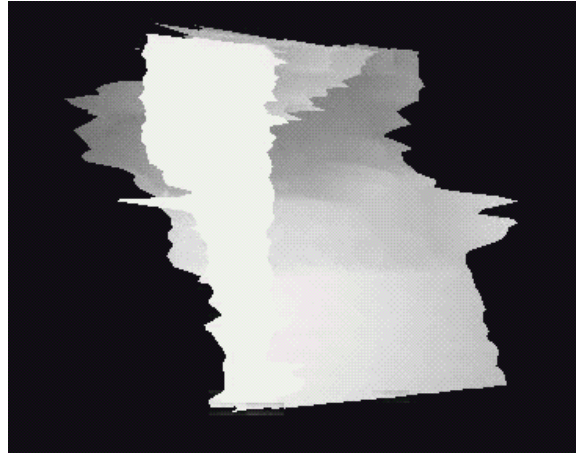
- Avantages/inconvénients par rapport à un modèle unique
 - + longues séquences, traitement à la volée
 - + modèles 3D indépendants => pb des dérives « contourné »
 - + modèles 3D redondants => mise à jour
 - moins compact
 - 3D moins réaliste, validité locale (points de vues proches)
 - pas de recalage global : interdit l'hybridation réel-synthétique
- Analogie avec les imposteurs et niveaux de détail (LOD) en synthèse d'images
 - imposteur : objet 3D complexe modélisé par une surface plane (« trompe-l'œil »)
 - relief 3D exact non nécessaire
 - rendu visuel 2D correct
 - mise-à-jour du modèle 3D en fonction du point de vue
- Analogie avec schéma de codage vidéo standard
 - structure en GOPs (Group of Pictures)
 - représentation d'une vidéo par mouvement + texture
 - modèle 3D = modèle de prédiction du mouvement
 - mise-à-jour du modèle à chaque GOP

Construction des modèles 3D

- Objectif : Obtention de la représentation 3D à partir de la disparité
- Problèmes à résoudre :
 - information 3D précise et pertinente
 - représentation compacte, scalable
 - représentation facilement visualisable
- Approche proposée :
 - champ dense $C_{n,n+1} + (A, R_n, t_n, R_{n+1}, t_{n+1})$
 - ⇒ carte de profondeur Z_n
 - maillage uniforme de Z_n
 - ⇒ compact (position sommets non codée)
 - maillage 3D par facettes triangulaires
 - ⇒ visualisation par moteur de rendu 3D



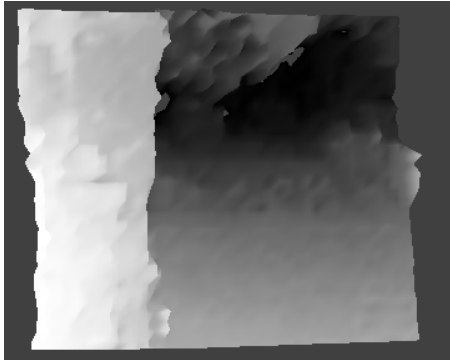
Construction des modèles 3D



modèle 3D n°0



modèle 3D texturé n°0



Modèle 3D extrait de la séquence *escalier*

- géométrie générale bonne
- modèle 3D satisfaisant
- distorsions visuelles (étirement des textures)

Flux de modèles 3D

- Cadre

- thèse de Franck Galpin
- projet RNRT-V2NET 2000-2003

thème : visites virtuelles en réseaux

partenaires : INRIA Temics et Siames, France-Telecom R&D, Thomson-Multimedia, Université de Bordeaux (LABRI), PME Rennaise IVT

- Publications

- F. Galpin et L. Morin, *Calculateurs parallèles* 2000
- IWSNHC3DI 1999, ISIVC 2000, CORESA 2000

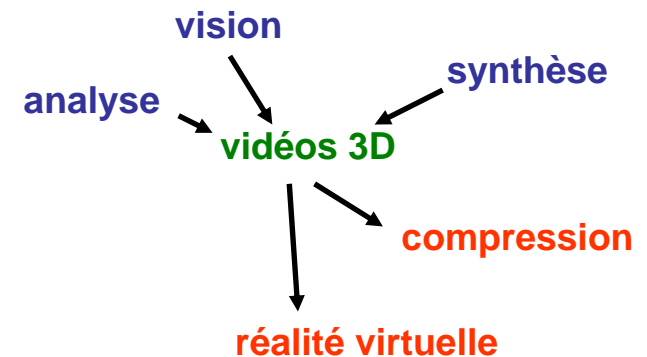
- Transferts de logiciel, données

- Échanges de données/résultats pendant les thèses de Franck Galpin et Yannick Nicolas (séquence *rue St-Sauveur*)

Plan

- Travaux de recherche
 - Thèmes abordés
 - Cadre général
 - Présentation des principales contributions
 - Estimation de mouvement contraint par la géométrie épipolaire
 - Représentation de séquence par flux de modèles 3D
 - Ajustement glissant, application à la réalité virtuelle
 - Compression vidéo à bas débits
 - Conclusion et perspectives

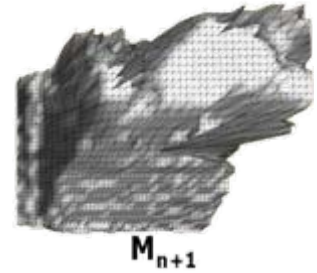
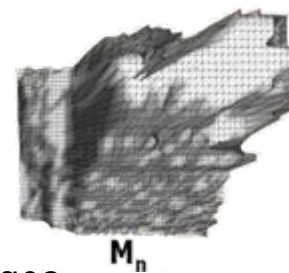
- Encadrement
- Enseignement



Modèle évolutif

Motivations :

- Limites des modèles indépendants pour la réalité augmentée
 - sauts visuels aux changements de GOP en dehors des points de vue clés
 - interdit l'hybridation naturel-synthétique : nécessité d'un repère global (ou valide sur plusieurs GOPs)
- Continuité visuelle
 - En théorie :
 - image clé commune assure continuité visuelle
 - En pratique :
 - qualité décroissante et transition abrupte
 - changements de texture, géométrie et connectivité
 - zones entrantes et zones découvertes
- Méthodes proposées :
 - Ajustement glissant
 - Fondu 3D et métamorphose de modèles d'élévation
 - Métamorphose par fusion et reparamétrisation de maillages
 - Maillage évolutif basé SCM



Ajustement glissant

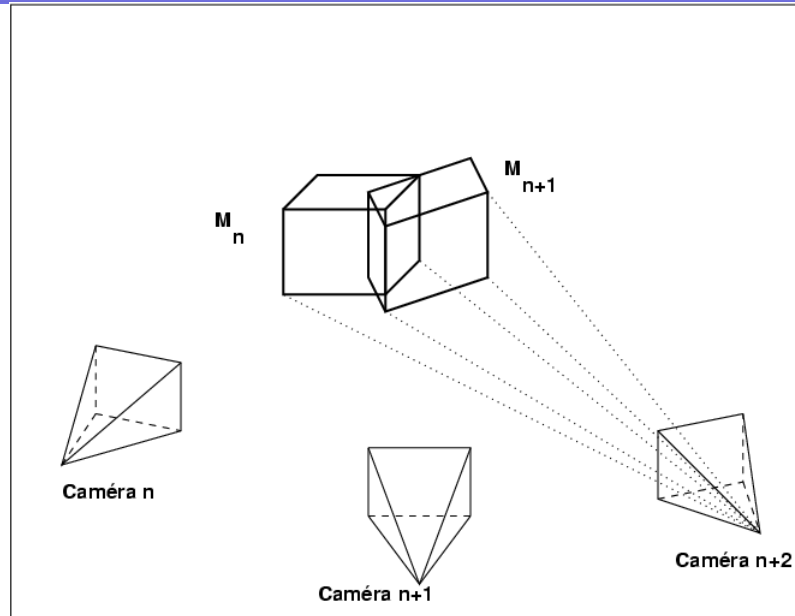
[Galpin, Morin, ICIP 2000, EURASIP 2002]

- Problème posé :
 - Recalage global des positions caméra et du modèle 3D
- Solution classique :
 - ajustement de faisceaux [Triggs et al.99]
 - données : ensemble de points 2D $\{m_i^j\}$ en correspondance
 - inconnues : ensemble de points 3D $\{M_i\}$, position des caméras (R_j, t_j)
 - on cherche :
- Solution proposée : ajustement glissant
 - ajustement de plusieurs modèles 3D : passé, courant, futur(s)
 - modèles 3D M_n contraints : reprojexion parfaite sur l'image clef K_n

- Système :
$$\min_{M_i, R_j, t_j} f_1 + f_2 + f_3$$

- f_1 : fonction de coût assurant la continuité de (R_{n+1}, t_{n+1}) avec M_{n-1}
- f_2 : fonction de coût assurant la pertinence de (R_{n+1}, t_{n+1}) avec M_n
- f_3 : fonction de coût assurant la continuité avec le prochain GOP

Ajustement glissant



$$f_1(R_{n+1}, t_{n+1}) = \sum_i \left\| m_i^{n-1, n+1} - A.(R_{n+1} | t_{n+1}).M_i^{n-1} \right\|$$

$$f_2\left(R_{n+1}, t_{n+1}, \left\{ M_i^n = \alpha_i^n \cdot \vec{u}_i^n \right\}\right) = \sum_i \left\| m_i^{n, n+1} - A.(R_{n+1} | t_{n+1}).M_i^n \right\|$$

$$f_3\left(R_{n+2}, t_{n+2}, \left\{ M_i^n = \alpha_i^n \cdot \vec{u}_i^n \right\}, \left\{ M_i^{n+1} = \alpha_i^{n+1} \cdot \vec{u}_i^{n+1} \right\}\right) = \sum_i \left\| m_i^{n, n+2} - A.(R_{n+2} | t_{n+2}).M_i^n \right\|$$

$$+ \sum_i \left\| m_i^{n+1, n+2} - A.(R_{n+2} | t_{n+2}).M_i^{n+1} \right\|$$

Modèle évolutif

Application à la réalité virtuelle

séquence *escalier* originaleséquence *escalier* modifiée

modification d'éclairage

Fonctionnalités :

- stabilisation de trajectoire
- manipulation vidéo (incrustation, changement d'illumination)
- trajectoire virtuelle
- navigation interactive contrainte/libre
- visualisation stéréoscopique



image stéréoscopique



trajet virtuel

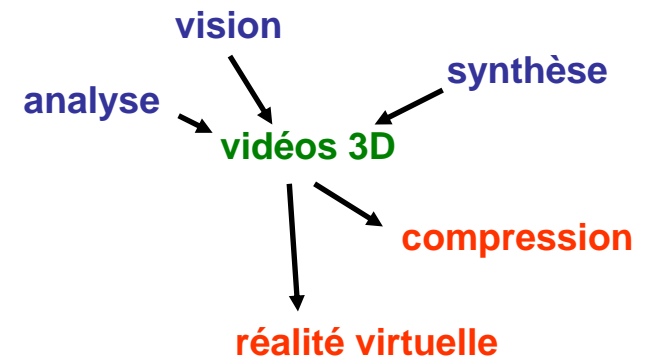
Ajustement glissant pour la réalité virtuelle

- Cadre
 - thèse de Franck Galpin
 - projet RNRT-V2NET 2000-2003
- Publications
 - F. Galpin et L. Morin, EURASIP 2002
 - ICIP 2000
 - ORASIS 2001
- Dépôt à l'APP logiciel : 2D->3D Vidéo Codec , numéro
IDDN.FR.001.130017.000.S.P.2003.000.41200
- Transferts de logiciel, données
 - Licence d'utilisation concédée à France-Telecom
 - Intégrations de modules dans la plateforme de V2NET
- Démonstrations
 - Démonstration stéréoscopique de vidéos augmentées et navigation interactive
(Journées RIAM juin 2004, Portes Ouvertes des 30 ans Irisa octobre 2005)

Plan

- Travaux de recherche
 - Thèmes abordés
 - Cadre général
 - Présentation des principales contributions
 - Estimation de mouvement contraint par la géométrie épipolaire
 - Représentation de séquence par flux de modèles 3D
 - Ajustement glissant, application à la réalité virtuelle
 - Compression vidéo à bas débits
 - Conclusion et perspectives

- Encadrement
- Enseignement



Compression vidéo

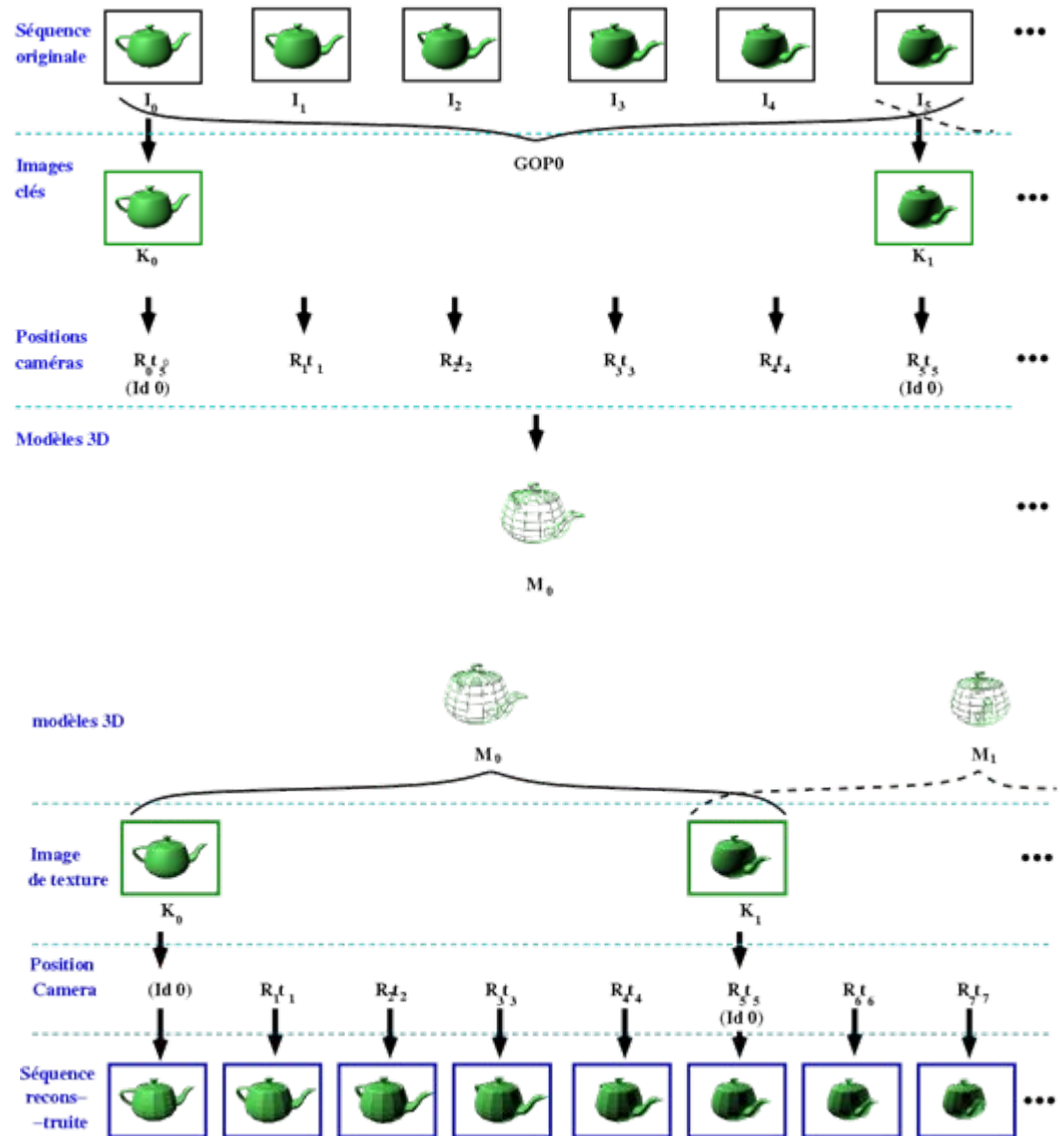
Schéma global : analyse-synthèse

• Analyse :
vidéo → modèles 3D

• Transmission :
pour chaque GOP

- 1 modèle 3D
- 1 image clé = texture
- positions caméra (R,t)

• Synthèse :
modèles 3D → vidéo reconstruite



- Objectifs
 - proposer un schéma complet de codage-décodage basé reconstruction 3D
 - évaluer ses performances
 - basé modèles 3D => compact
 - modèles 3D non connus a priori => doivent être transmis
 - flux de modèles 3D => modèles 3D redondants
 - schéma adapté à la consultation à distance sur terminaux hétérogènes
 - représentation scalable des informations
- Méthode proposée
 - texture :
 - schéma prédictif : prédiction par transfert via le modèle 3D
 - encodage scalable du résidu de prédiction (JPEG 2000)
 - géométrie :
 - sol 1 : encodage par JPEG 2000 de la carte de profondeur inverse
 - sol 2 : représentation hiérarchique par ondelettes de seconde génération

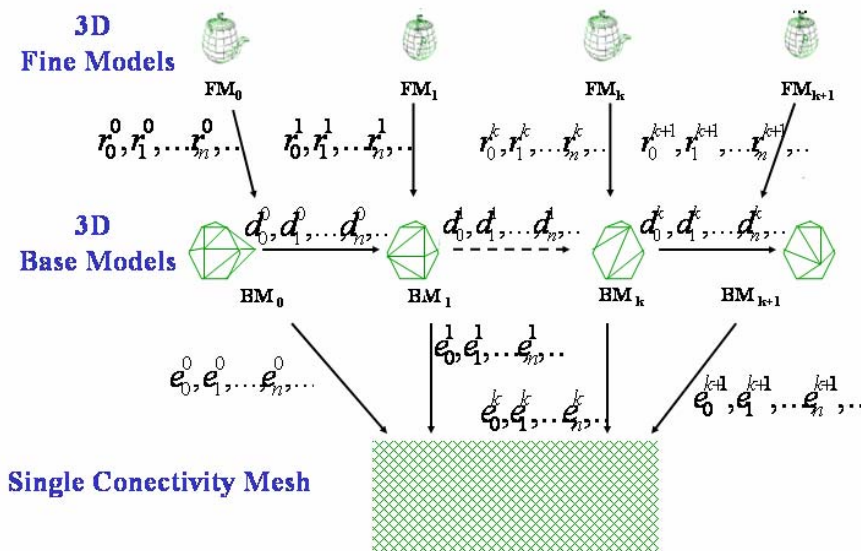
Compression vidéo

Compression des modèles 3D

[Balter, Gioia, Morin ICIP2005, IEEE-Multimedia2006]

[MPEG-3DAV 2003, 2004]

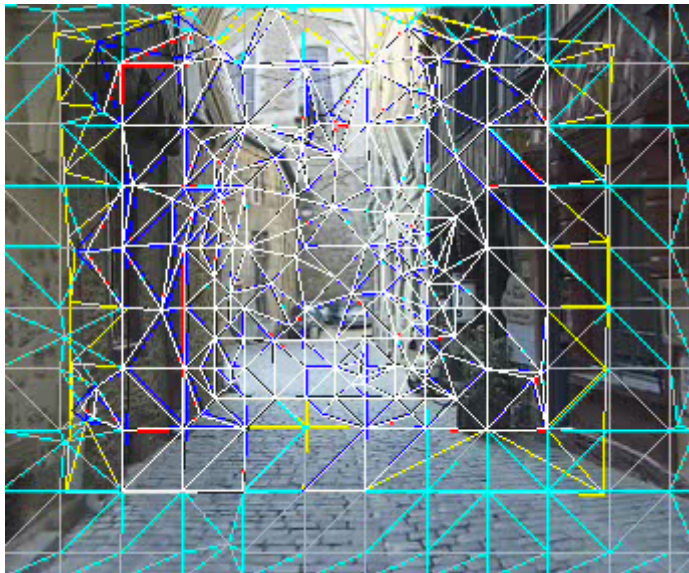
- Approches classiques
 - maillages synthétiques [Khodakovsky00] [3dmc, mpeg4-snhc, 2001]
- Approche proposée
 - Construction d'un maillage adaptatif hiérarchique temporellement cohérent
 - Connectivité dissociée de la géométrie (SCM : single connectivity mesh)
 - Décomposition en ondelettes géométriques basée sur le SCM



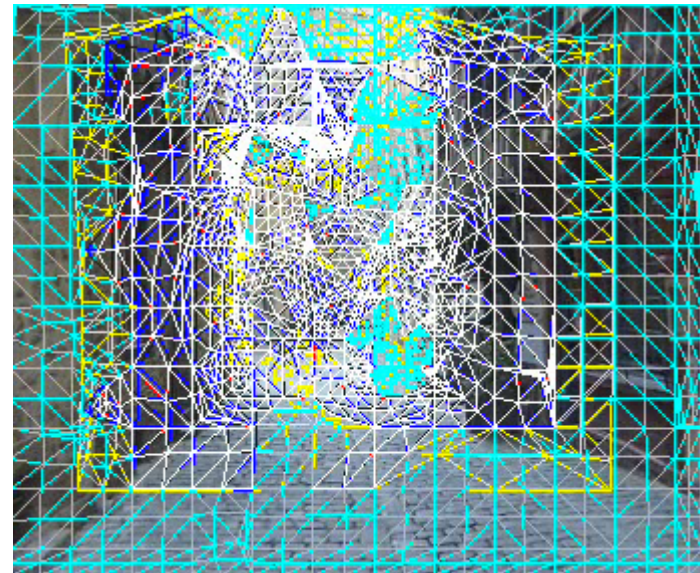
Modèles 3D hiérarchiques

Exemple de modèle obtenu sur la séquence rue

- vert : maillage courant
- jaune : maillage suivant
- rouge et bleu : partie évolutive source et cible



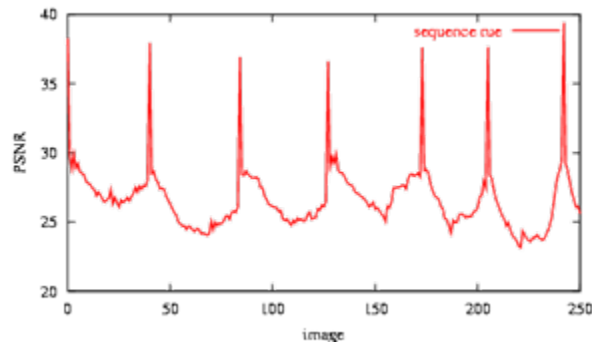
Maillage de base



Maillage de base + raffinements

- Répartition du débit
 - texture (80%), modèle (20%), caméra(1%)
 - adaptation au débit cible :
 - niveau de résolution fixé
 - codage progressif FGS de la texture

- Reconstruction de la vidéo originale :



- qualité objective (PSNR) en dents de scie :
 - PSNR élevé pour les images clés
 - PSNR faible pour les images intermédiaires
- qualité subjective (visuelle) bonne pour toutes les images de la séquence
- inadéquation du PSNR pour évaluer l'impact des distorsions géométriques

Compression vidéo : comparaison avec H264 (H26L v.6)

[Galpin,Morin,Pateux,Deguchi CVPR2004, PCS2005, IEICE TIS 2



original, CIF, 25Hz



H264 82kb/s, CIF, 25Hz



Rec3d 16kb/s, CIF, 25Hz



Rec3d 82kb/s, CIF, 25Hz

Compression vidéo basée reconstruction 3D

Cadre

- thèses de Franck Galpin et Raphaèle Balter
- CIFRE France-Telecom (Raphaèle Balter) 2002-2005
- ARC INRIA-Télégeo 2001-2003
 - thème : compression et transmission de modèles 3D
 - partenaires : INRIA Isa-Prisme-Temics , Tsi de l'ENST-Paris , Creatis de l'INSA Lyon.

Publications

- F. Galpin, L. Morin et K. Deguchi, IEICE TIS 2003
- R. Balter, P. Gioia et L. Morin, IEEE Multimedia, 2006, à paraître
- SPIE-VCIP 2001, MVA 2002, PCS 2003, PCS 2004, IEEE-CVPR 2004, IEEE-ICIP 2005, 3DPVT 2004, MIRAGE 2005, ORASIS 2001,2003 CORESA 2000,2003,2004

Contributions à la normalisation

- Raphaèle Balter, Patrick Gioia, Franck Galpin et Luce Morin, Comments on Model Based Video Streaming, MPEG4/3DAV, ISO/JTC1/SC29/WG11/M10051, octobre 2003
- Raphaèle Balter, Patrick Gioia et Luce Morin, Preliminary test and evidences for EE on 3D model based movie streaming,, MPEG4/3DAV, ISO/JTC1/SC29/WG11/M10707, Munich, Germany, mars 2004

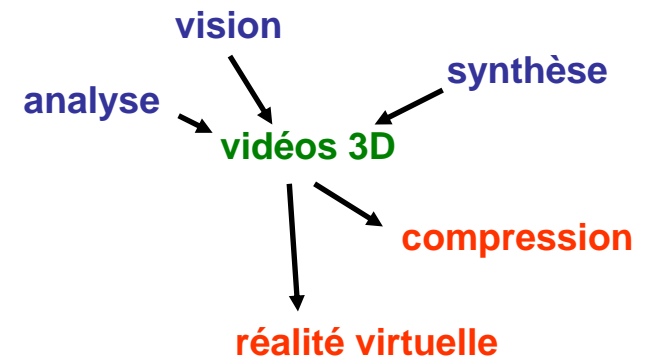
Dépot de brevet par France-Telecom R&D

- Raphaèle Balter et Patrick Gioia, Procédé de représentation d'une séquence d'images par modèles 3D, signal et dispositif correspondants, numéro 0307375, juin 2003

Plan

- Travaux de recherche
 - Thèmes abordés
 - Cadre général
 - Présentation des principales contributions
 - Estimation de mouvement contraint par la géométrie épipolaire
 - Représentation de séquence par flux de modèles 3D
 - Ajustement glissant, application à la réalité virtuelle
 - Compression vidéo à bas débits
 - Conclusion et perspectives

- Encadrement
- Enseignement



Conclusion : résumé des contributions

- Construction d'un flux de modèles 3D indépendants
 - Estimation de mouvement contrainte par la géométrie épipolaire
 - Construction automatique et robuste du flux de modèles 3D
 - Segmentation automatique de la vidéo en GOPs adaptatifs
 - Modélisation hybride 2D-3D
- Construction d'un modèle évolutif
 - Ajustement glissant
 - Fondu et métamorphose 3D
 - Maillage évolutif hiérarchique basé SCM
- Application à la réalité virtuelle et augmentée
 - Création de séquences virtuelles, navigation interactive
 - Incrustation d'objets synthétiques
- Application à la compression vidéo
 - Schéma de compression bas débit basé flux de modèles indépendants
 - Compression scalable basée ondelettes du modèle évolutif
 - Compression 3D-DVC de vidéo

Conclusion

- Apports de la modélisation 3D pour le codage vidéo ...
 - Nouvelles fonctionnalités (réalité augmentée...)
 - Gain en compression à bas débit
 - Permet d'atteindre des débits extrêmement bas
- Limitations
 - A priori sur le contenu et l'acquisition
 - Ambiguïté forme / mouvement
 - Validité locale temporellement / spatialement
 - Discontinuités de profondeur mal modélisées

Perspectives

Codage de vidéos par modèles 3D

- Lever les hypothèses et contraintes sur
 - le contenu (mouvement / reflets)
 - l'acquisition (mouvement de caméra sans rotations pures)
- Hybrider les modélisations 2D et 3D
 - 2D : si 3D non disponible
 - texture dynamique
 - généralisation : vers une représentation homogène 3D / 2D
- Intégrer l'information au cours du temps
 - mosaïque 3D, ...évolutive

Perspectives

Étendre les modes d'acquisition

- Utilisation de données complémentaires / multimodales
 - thèse de Gaël Sourimant
 - données : SIG, vidéo, GPS,
 - hybridation naturel-synthétique sur des données de grande taille
 - application : scènes urbaines
- Acquisition multi-vues
 - lève l'ambiguïté forme / mouvement
 - modélisation
 - 3D explicite : modélisation volumétrique (volume carving)
 - 3D implicite : images + cartes de profondeur
 - transmission (MVC, codage de sources distribuées)

Perspectives

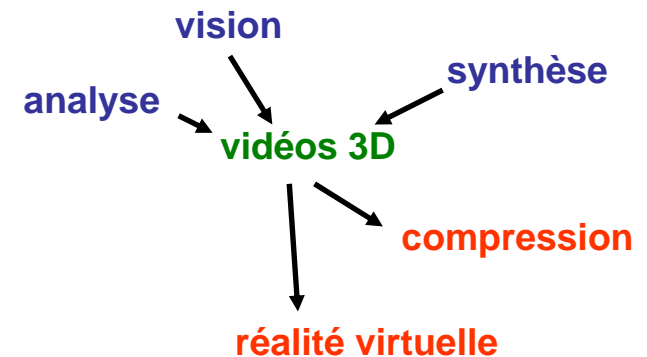
Modélisation de la distorsion géométrique

- Distorsion 3D => interaction géométrie/texture
- Plusieurs domaines d'application
 - distorsion avec référence
 - compression (encodage compact pour la reconstruction parfaite, répartition du débit)
 - approximation de modèles 3D synthétiques
 - tatouage d'images (attaques géométriques)
 - distorsion sans référence
 - qualité visuelle pour un point de vue virtuel?

Plan

- Travaux de recherche
 - Thèmes abordés
 - Cadre général
 - Présentation des principales contributions
 - Estimation de mouvement contraint par la géométrie épipolaire
 - Représentation de séquence par flux de modèles 3D
 - Ajustement glissant, application à la réalité virtuelle
 - Compression vidéo à bas débits
 - Conclusion et perspectives

- Encadrement
- Enseignement



Encadrement

Thèses encadrées ou co-encadrées

- Lionel Oisel (1998) - ingénieur R&D, Thomson, Rennes
- Franck Galpin (2002) - chercheur, Toyota, Japon
- Mohammed Rziza (2002) - enseignant-chercheur à l'Univ. Rabat, Maroc
- Raphaèle Balter (2005) - ingénieur R&D, France-Telecom, Rennes
- Gaël Sourimant (fin 2007)

Participation à l'encadrement

- Hassan Ibn-El-Haj (2000) - discussions, publications communes
- Yannick Nicolas (2002) - CIFRE en entreprise, encadrement académique
- Nathalie Cammas (2004) - suivi en fin de thèse, publications communes
- Perrine Paul (fin 2006) - membre du comité de thèse
- Diego Ruiz (fin 2007) - membre du comité de thèse
- Olivier Gaborieau - (fin 2007) - DRT - encadrement académique

Stages : 13 stages de Master-Recherche ou fin d'études Ingénieur

Publications

3 chapitres d'ouvrages

- R. Mohr, L. Morin, C. Inglebert et L. Quan, Springer-Verlag 1991
- R. Mohr, L. Morin et E. Grosso, 1992.
- L. Quan, L. Morin et L. Oisel, IC2, 2003

7 revues internationales

- S. Carlsson, R. Mohr, T. Moons, L. Morin, C. Rothwell, M. Van Diest, L. Van Gool, F. Veillon et A. Zisserman, IJCV 1996
- B. Boufama, R. Mohr et L. Morin, IVCJ 1998
- H. Ibn-EI-Haj, D. Aboutajdine, S. Pateux et L. Morin, Electronics Letters, 1999
- F. Galpin et L. Morin, EURASIP 2002
- L. Oisel, É. Mémin, L. Morin et F. Galpin, IEEE IP 2003
- F. Galpin, L. Morin et K. Deguchi, IEICE TIS 2003
- R. Balter, P. Gioia et L. Morin, IEEE Multimedia, 2006, à paraître
- +1 soumission à IEEE IP M. Maitre, C. Guillemot, L. Morin

2 contributions à la normalisation

- Raphaèle Balter, Patrick Gioia, Franck Galpin et Luce Morin, Comments on Model Based Video Streaming, MPEG4/3DAV, ISO/JTC1/SC29/WG11/M10051, octobre 2003
- Raphaèle Balter, Patrick Gioia et Luce Morin, Preliminary test and evidences for EE on 3D model based movie streaming,, MPEG4/3DAV, ISO/JTC1/SC29/WG11/M10707, Munich, Germany, mars 2004

2 revues nationales

- Ibn-EI-Haj, D. Aboutajdine, S. Pateux et L. Morin, Calculateurs parallèles 2000
- F. Galpin et L. Morin, Calculateurs parallèles 2000

14 conférences internationales

- IEEE-CVPR 1991, 2004, ECCV 2000, IEEE-ICIP 1998,2000,2005,2006, IEEE-ICASSP 2000, EUSIPCO 2005, SPIE-VCIP 1998,2001, PCS 2003, 2004, MVA 2002

13 workshops internationaux

- AICV 1991, SSPR 1994, GMICV 1995, IWS3DI 1995, 1999, ISVC 2000, 2004, WIAMIS 2004, 3DPVT 2004, MIRAGE 2005

17 conférences nationales

- RFIA 1991,1998, GRETSI 1999,2005, ORASIS 1996,1999,2001,2003,2005, CORESA 1997,2000,2003,2004

Enseignement

Enseignements liés à mon domaine de recherche

- Filière spécialisée en image : DIIC-INC : Ingénieurs informaticiens, spécialisés en traitement et synthèse d'images
 - par exemple : L. Oisel, F. Galpin, N. Cammas
 - Cours : Traitement d'images, Vision par ordinateur, Compression image et vidéo
 - Responsabilité de la filière pendant 3 ans (1998-2002)
- Enseignements niveau Master
 - DEA TIS, ENSEA- Université de Cergy Pontoise : cours de Vision
 - DAA PSN, option TIS, ENSAR , Rennes : cours de Traitement d'images
 - DESS-ISA : informatique et applications : conférence sur la Vision par ordinateur
 - École doctorale I2S, Montpellier : module Image : conférence « Image et 3D »
- Universités étrangères
 - Cadre : collaborations (Action intégrée Université de Rabat, INPT, Coll. CNRS-CONACYT Irisa-Unam)
 - INPT, Université de Rabat, Maroc : Conférence sur la vision par ordinateur 1997-2000
 - UNAM, Mexico : cours sur la Vision par ordinateur appliquée à la compression vidéo, 2005
- Cours en ligne
 - Module Image Numérique, Licence pro TAIS-CIAN, Campus Numérique de Bretagne
 - Représentation de l'IFSIC au comité de pilotage du projet de formation en ligne CIAN (2001-2005)

Remerciements

Je tiens à citer les personnes qui ont participé à ces travaux

Doctorants :

- **Lionel Oisel, Franck Galpin, Mohammed Rziza, Raphaèle Balter, Gaël Sourimant**

Stagiaires :

- **Éric Grün, Bertrand Gasnier, Marc Guillemot, Laurent Faussurier, Gilles Bruno, Guillaume Bataille, Bastien Peteuil, Benoît Le Callenec, Jonathan Delhumeau, Éric Morillon, Benjamin Le Guen, Matthieu Maitre**

Chercheurs :

- **Claude Labit, Christine Guillemot, Étienne Mémin, Stéphane Pateux, Nathalie Cammas, Philippe Robert, Jürgen Stauder, Yannick Nicolas, Christian Bouville, Patrick Gioia, Ahmed Tamtaoui, Driss Aboutajdine, Hassan Ibn El Haj**