

Soutenance de stage de fin détudes

Minh-Tâm TRAN

25 septembre 2014

Présentation du stage

Informations clé

- Entreprise : Magellium
- Durée : 6 mois
- Thème : Amélioration d'une suite logicielle de Réalité Augmentée



- entreprise européenne indépendante, CA : 12M € (2013)
- plus de 150 employés, sur 3 sites (Paris, Harwell, Toulouse)
- axée vision par ordinateur (observation de la Terre, cartographie, perception pour la robotique)
- fournit aussi bien de l'expertise que des solutions logicielles et des produits - ainsi que des preuves de concept

RAI : Réalité Augmentée appliquée à l'Industrie

RAI

La **suite logicielle** de **Réalité Augmentée appliquée à l'Industrie** permet d'assister tout travailleur **sur tablette** en dispensant des informations sur les objets aux alentours **en temps réel**. L'environnement doit être **filmé au préalable** puis enrichi par les **augmentations visuelles**.



Plan de la soutenance

- 1 Amélioration d'un logiciel de Réalité Augmentée : RAI
 - Présentation de RAI
 - Amélioration du système de relocalisation
 - Amélioration du suivi de la pose caméra

Plan de la soutenance

- 1 Amélioration d'un logiciel de Réalité Augmentée : RAI
 - Présentation de RAI
 - Amélioration du système de relocalisation
 - Amélioration du suivi de la pose caméra
- 2 Evaluation d'une nouvelle technologie pour RAI : Unity3D

Plan de la soutenance

- 1 Amélioration d'un logiciel de Réalité Augmentée : RAI
 - Présentation de RAI
 - Amélioration du système de relocalisation
 - Amélioration du suivi de la pose caméra
- 2 Evaluation d'une nouvelle technologie pour RAI : Unity3D
- 3 Conclusion

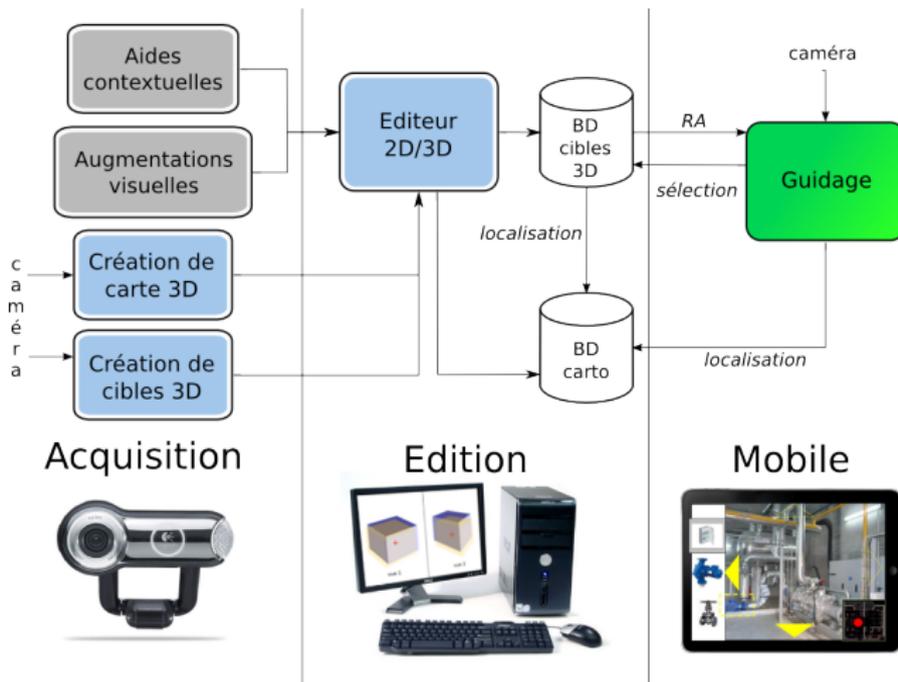
- 1 Amélioration d'un logiciel de Réalité Augmentée : RAI
 - Présentation de RAI
 - Amélioration du système de relocalisation
 - Amélioration du suivi de la pose caméra
- 2 Evaluation d'une nouvelle technologie pour RAI : Unity3D
- 3 Conclusion

Démonstration

Réalité Augmentée appliquée à l'Industrie

RAI, une suite logicielle

RAI est une suite de 3 logiciels :



La base de RAI-Acquisition : la carte 3D

Points remarquables

Les points remarquables sont ceux qui sont algorithmiquement reconnaissables : bords, coins, ...



Suivi de la pose caméra

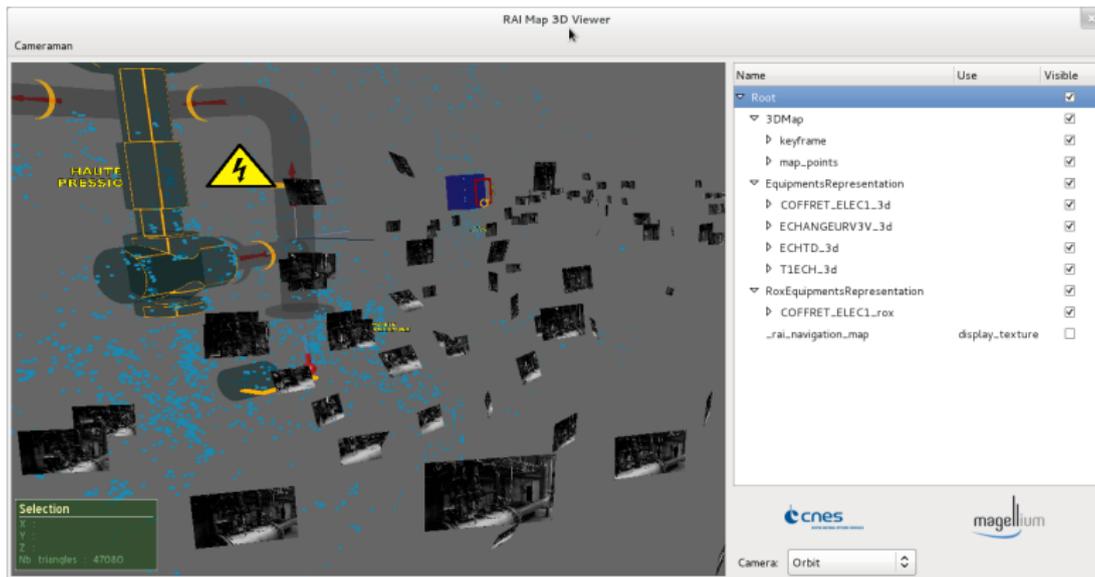
C'est le "point de vue" courant de la caméra. Sa connaissance en continu permet le placement des augmentations visuelles au sein de la carte.

Carte 3D RAI

La carte 3D de RAI permet le positionnement des augmentations visuelles. Il s'agit de l'ensemble des points remarquables détectés.

Carte 3D de points remarquables. Les différentes couleurs correspondent aux différentes détections de points selon plusieurs résolutions de caméra.

Les image-clés, piliers de la carte



Les images-clé

Les images-clé sont choisies parmi les images d'acquisition. **Elles sont à la base de la localisation 3D** des points de la carte de points.

Gestion de la carte 3D

Rôle des images-clé

Les **images-clé** donnent les **informations nécessaires à la triangulation** des points de la carte, *i.e.* le calcul de leur position 3D.

Algorithme SLAM pour la création de la carte en temps réel

Un algorithme de type **Simultaneous Localization And Mapping (SLAM)** est utilisé pour localiser et étendre la carte. Un tel algorithme se caractérise par le fait qu'il **parallélise** les 2 tâches ci-dessous :

Extension de la carte courante

- détecte les points remarquables
- **gère l'apport de ces points dans la carte**

Localisation 3D de la carte courante

- ré-estime la pose caméra à tout moment
- **gère le suivi de la localisation de la carte courante**

Gestion du suivi de la pose caméra

La relocalisation

Rappel : le suivi de la pose caméra est nécessaire pour le positionnement des augmentations visuelles.

En cas de perte, on tente de le récupérer par différents moyens. On appelle cela une **relocalisation**.

instant T	instant T+1	
Suivi de la pose EN COURS Mécanismes de relocalisation non-activés	Calcul de <i>localisation</i>	Etat du suivi de la pose :
	SUCCES → ECHEC →	EN COURS PERDU
Suivi de la pose PERDU Mécanismes de relocalisation activés	Calcul de <i>relocalisation</i>	Etat du suivi de la pose :
	SUCCES → ECHEC →	EN COURS PERDU

Mécanismes de relocalisation existants

- 1 Basé images-clé (similitude avec l'image d'acquisition)
- 2 Basé reconnaissance d'un marqueur-plan posé sur la scène réelle

Gestion du suivi de la pose caméra

La relocalisation

Rappel : le suivi de la pose caméra est nécessaire pour le positionnement des augmentations visuelles.

En cas de perte, on tente de le récupérer par différents moyens. On appelle cela une **relocalisation**.

instant T	instant T+1	
Suivi de la pose EN COURS Mécanismes de relocalisation non-activés	Calcul de localisation	Etat du suivi de la pose :
	SUCCES →	EN COURS
	ECHEC →	PERDU
Suivi de la pose PERDU Mécanismes de relocalisation activés	Calcul de relocalisation	Etat du suivi de la pose :
	SUCCES →	EN COURS
	ECHEC →	PERDU

Mécanismes de relocalisation existants

- 1 Basé images-clé (similitude avec l'image d'acquisition)
- 2 Basé reconnaissance d'un marqueur-plan posé sur la scène réelle

1 Amélioration d'un logiciel de Réalité Augmentée : RAI

- Présentation de RAI
- Amélioration du système de relocalisation
- Amélioration du suivi de la pose caméra

2 Evaluation d'une nouvelle technologie pour RAI : Unity3D

3 Conclusion

Les mécanismes de relocalisation existants

Relocalisation basée images-clé

- Opération **simple et rapide** à exécuter
- **Peu pratique** : permet de se relocaliser uniquement dans les zones de la carte où des images-clé sont présentes

Relocalisation basée reconnaissance de marqueurs

- **Très pratique** : la pose caméra n'importe plus, seule la présence du marqueur dans l'environnement est nécessaire.
- Opération très lourde à exécuter, **fluidité vidéo compromise**
- Détection et reconnaissance **peu robuste**

Amélioration souhaitée

Besoin

On cherche à améliorer le système de relocalisation de RAI-Acquisition en ayant à disposition **un mécanisme de relocalisation paliant aux inconvénients des 2 mécanismes existants**. Il devrait être :

- **Pratique** : relocalisation possible à tout endroit, tout moment
- **Simple et rapide** : pas d'impact sur la fluidité vidéo

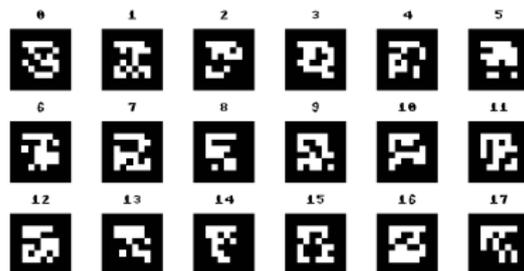
Réponse

On utilisera le **même principe que le mécanisme de reconnaissance de marqueurs**, mais avec des marqueurs spéciaux permettant d'être reconnus via des **calculs rapides et légers**. Ces marqueurs sont appelés **tags**.

L'idée : utiliser la détection de tags

Les tags

Un tag est un type de **marqueur très simple**, que des algorithmes dédiés peuvent détecter **rapidement** dans une image.



Apport des tags pour la relocalisation

L'opération de relocalisation par reconnaissance de tags permettrait de **cumuler les 2 principaux avantages** des 2 autres mécanismes :

- rapidité de calcul
- faibles contraintes quant à l'utilisation

Cela répond exactement au besoin.

Relocalisation par détection de tags

Comportement

Le mécanisme de relocalisation par détection de tags se rapproche beaucoup de son pair qui utilise la reconnaissance de marqueurs (plus générique mais bien plus lourd également).

Opérations préliminaires

Création de la carte → Triangulation du marqueur au sein de la carte

Mécanisme de relocalisation

Détection du marqueur dans la carte → Estimation de la pose caméra par PnP sur la détection

Remarque annexe : la puissance des tags de RA

Les tags font partie des origines de la Réalité Augmentée.

RAI a été développé pour permettre une utilisation sans tag, mais l'expérience a montré qu'il était quand même utile dans certains cas d'usage de disposer de ce mécanisme, en complément de la carte 3D.

Résultats du mécanisme de relocalisation par tags

Résultats

La relocalisation par détection de tags est conforme à nos attentes.

- Efficace : le suivi des points remarquables peut reprendre grâce à elle.
- Rapide : Aucune perte en terme de fluidité vidéo n'est à déplorer.
- Pratique : le suivi peut se faire de n'importe quel point de vue, pourvu que le tag soit détecté.

RAI-Acquisition dispose donc maintenant d'un mécanisme de relocalisation **rapide et pratique**.

Pistes d'amélioration

- Améliorer les **performances de la détection** des tags (en utilisant un système de tags plus récent par exemple)

1 Amélioration d'un logiciel de Réalité Augmentée : RAI

- Présentation de RAI
- Amélioration du système de relocalisation
- Amélioration du suivi de la pose caméra

2 Evaluation d'une nouvelle technologie pour RAI : Unity3D

3 Conclusion

Participation des tags au calcul de pose caméra

Calcul de pose

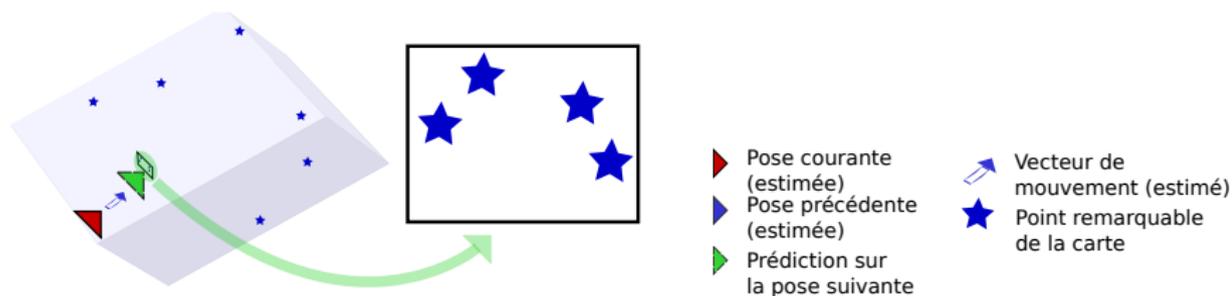
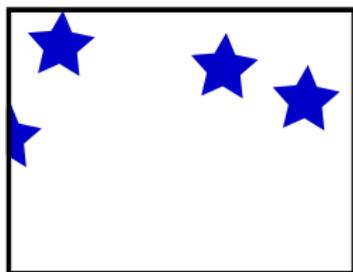


FIGURE : Prédiction de la pose suivante en utilisant le **vecteur de mouvement** estimé

Tags et calcul de pose

Participation des tags au calcul de pose caméra

Calcul de pose



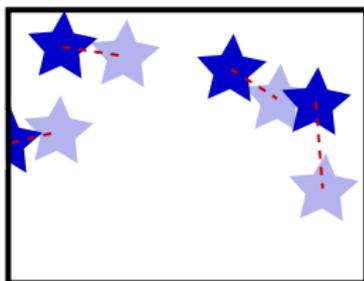
- ▶ Pose courante (estimée)
- ▶ Pose précédente (estimée)
- ▶ Prédiction sur la pose suivante
- ➡ Vecteur de mouvement (estimé)
- ★ Point remarquable de la carte

FIGURE : On peut alors prévoir la **prochaine image** du flux vidéo

Tags et calcul de pose

Participation des tags au calcul de pose caméra

Calcul de pose



- ▶ Pose courante (estimée)
- ▶ Pose précédente (estimée)
- ▶ Prédiction sur la pose suivante
- Vecteur de mouvement (estimé)
- ★ Point remarquable de la carte

FIGURE : Observation de la différence Prévission - Acquisition. → **contrainte à minimiser**

Tags et calcul de pose

Participation des tags au calcul de pose caméra

Calcul de pose

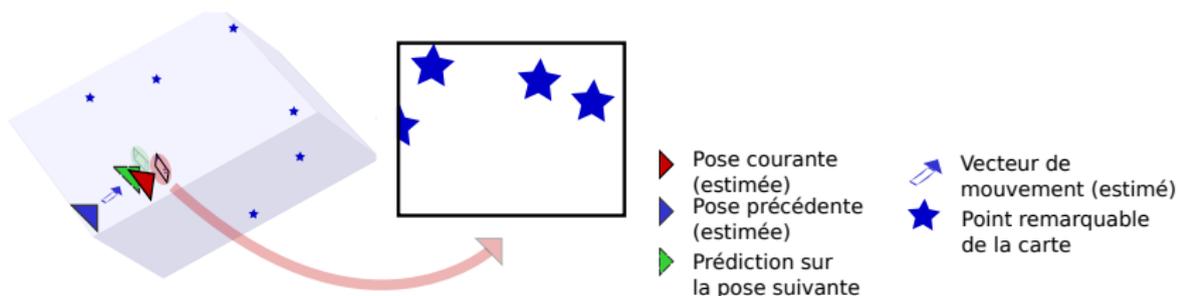
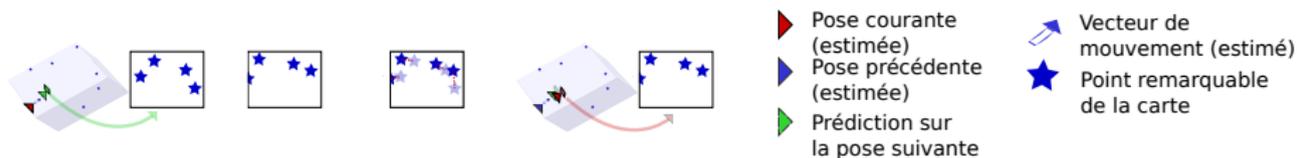


FIGURE : Déduction de la nouvelle pose courante par minimisation des contraintes

Tags et calcul de pose

Participation des tags au calcul de pose caméra

Calcul de pose



Tags et calcul de pose

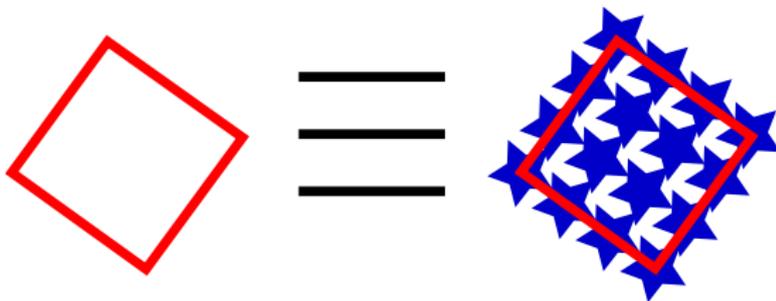
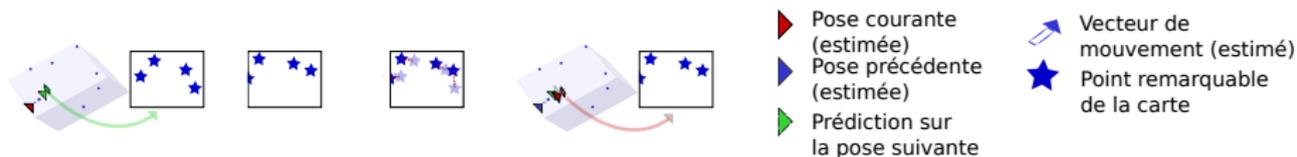


FIGURE : Assimilation d'un tag à une grille de points

Participation des tags au calcul de pose caméra

Calcul de pose



Tags et calcul de pose

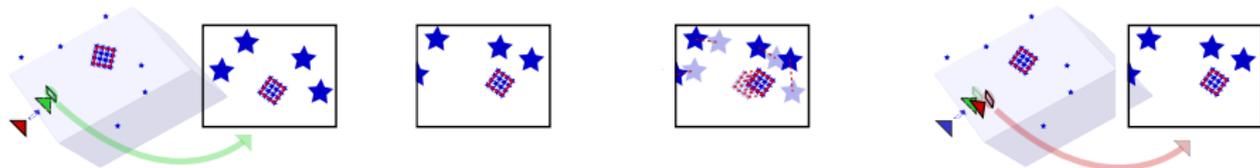


FIGURE : Utilisation de la grille de points comme ensemble de points remarquables

Application : le problème de la zone à vide

Quelle utilité ?

Pourquoi donner un rôle aux **tags** dans le calcul de pose standard ?

Schématisation du problème



***Solution apportée
au problème de
la zone à vide***

1 Amélioration d'un logiciel de Réalité Augmentée : RAI

- Présentation de RAI
- Amélioration du système de relocalisation
- Amélioration du suivi de la pose caméra

2 Evaluation d'une nouvelle technologie pour RAI : Unity3D

3 Conclusion

Augmentations visuelles par Unity3D

Unity3D

- **moteur de jeu 3D/2D**
- complet et intuitif
- s'impose comme un **standard**
- **license gratuite**



L'animation augmentée par Unity.

Conclusion

Unity est un outil particulièrement puissant et intuitif. Il est notamment **apte à gérer des opérations d'édérations souhaitables et actuellement indisponibles dans RAI.**

Son intégration dans RAI serait donc un atout.

- 1 Amélioration d'un logiciel de Réalité Augmentée : RAI
 - Présentation de RAI
 - Amélioration du système de relocalisation
 - Amélioration du suivi de la pose caméra
- 2 Evaluation d'une nouvelle technologie pour RAI : Unity3D
- 3 Conclusion

Conclusion

Amélioration effective de RAI

- Ajout d'un **nouveau système de relocalisation** très pratique
- Amélioration de la **robustesse** de RAI-Acquisition

Pistes de futures améliorations

- Utiliser un système de tags plus récent pour une **meilleure détection des tags**
- Utiliser **Unity 3D** pour l'édition 3D

Fin de la présentation

Merci pour votre attention.