

Affichage d'une image numérique sur une géométrie physique

Rapport technique

soutenu le 20 février 2014

par

Alexis Linke, Jonathan Mathieu et Bruno Ordozgoiti

Encadrants : Laurent Grisoni
François Cabestaing

Table des matières

Introduction	1
Calibration	2
User Tracking	4
Correction des distorsions	6
Résultats	7
Conclusion	8
Bibliographie	9

Introduction

Calibration

Calibration inter-caméra

Plusieurs aspects envisagés en préambule du projet ont mis en évidence la nécessité d'une calibration inter-caméras (RGB et infrarouge) du capteur de mouvement ASUS Xtion PRO LIVE (cf. Fig.1) utilisé. Plusieurs méthodes ont été étudiées comme la calibration forte, la calibration faible et la calibration jointe [1]. Les outils proposés par OpenNI [2] ont cependant permis de répondre à cet impératif plus rapidement. Connaissant les caractéristiques des caméras, les méthodes telles que *GetAlternativeViewPointCap* et *SetViewPoint* à disposition permettent de changer le point de vue à partir duquel la scène doit être capturée. De cette manière, donner à la caméra infrarouge le point de vue de la caméra RGB (ou inversement) connu compense les décalages constatés lors des premières manipulations. Les soucis liés à la précision des relevés effectués par les caméras sont alors moindres et tolérables dans le cadre des nos expérimentations. Néanmoins, les méthodes que nous avons étudiées restent fiable pour une système de caméras stéréoscopique indépendantes.



FIGURE 1 – ASUS Xtion PRO LIVE.

Calibration relative à la surface de projection

L'ASUS Xtion PRO LIVE a été placé dans la scène de manière à visualiser entièrement le support de projection mais également à pouvoir suivre les déplacements de l'utilisateur, soit en face de la surface d'affichage et une distance permettant à l'utilisateur d'évoluer dans la scène sans quitter le champ de vision de la caméra. Cette distance a été déterminée manuellement en

évaluant la distance à partir de laquelle l'utilisateur est trop loin pour être suivi correctement. Nous avons alors cherché à calibrer la caméra dans la scène dans le but de déterminer sa position relative au support de projection pour notamment évaluer précisément la position de l'utilisateur. Pour cela nous nous sommes servi d'une mire (cf. Fig.2) que nous avons plaqué sur chacun des plans de notre support dans le but, dans un premier temps, de déterminer les paramètres intrinsèques et extrinsèques de la caméra RGB à l'aide des fonctions de la librairie OpenCV [3]. Les méthodes *findChessboardCorners* (permettant de trouver la mire dans une photo prise par la caméra, et plus particulièrement les coins de celle-ci) et *calibrateCamera* (déduisant les paramètres de la caméra à partir de plusieurs images de mire sous différents angles et position) nous ont permis de trouver ces paramètres. Cependant ces résultats se sont avérés incorrects du fait que les mires figurants sur le plan parallèle au sol n'étaient pas détectées et donc pas prises en compte lors de la calibration. Nous avons donc préféré la méthode manuelle consistant à prendre les mesures nécessaires afin de bien déterminer la position de la caméra, c'est-à-dire sa distance en profondeur (z) par rapport à l'origine (le coin) du support de projection et sa hauteur (y) par rapport au sol. La troisième coordonnées (x), perpendiculaire à la profondeur, s'obtient fidèlement en plaçant le capteur exactement en face du support. Cette solution a été préférée de manière à s'assurer de la crédibilité des données transmise à la caméra, mais dépend essentiellement de la disposition de la scène.

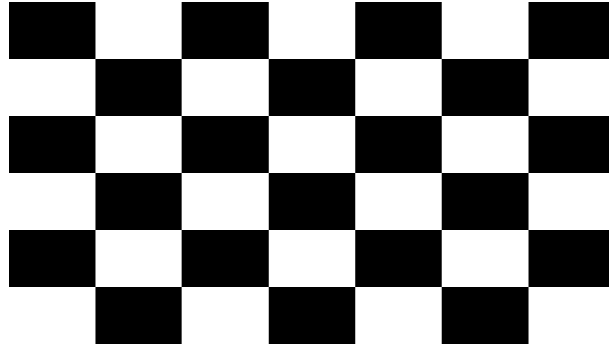


FIGURE 2 – Mire de calibration.

User Tracking

Afin d'approximer de façon efficace le point de vue de l'utilisateur à tout instant, la solution retenue et mise en place lors de l'élaboration de ce projet est de suivre la position de sa tête dans le scène par rapport à l'origine de la scène. Les méthodes implémentés par OpenNI [2], nécessitant une position de calibration (*cf.* Fig.3) , permettent de déterminer puis de suivre le squelette d'un utilisateur. Il est alors possible, en se servant des constantes prédéfinies (*SKEL_HEAD*), de déduire la position de la tête. Les coordonnées nous sont données dans le repère local de la caméra (*cf.* Fig.4). A l'aide de la calibration on détermine alors la position de la tête de l'utilisateur cette fois par rapport à l'origine de la scène. Il faut donc inverser la coordonnée en x et augmenter la coordonnée en y en fonction de la position en hauteur du capteur. Pour la coordonnée de profondeur z, on sert de la position du support de projection selon cet axe pour en déduire la position de l'utilisateur. De cette manière, on obtient une estimation fidèle du point de vue de l'utilisateur dans le repère sur support.



FIGURE 3 – Pose de calibration pour le tracking de l'utilisateur.

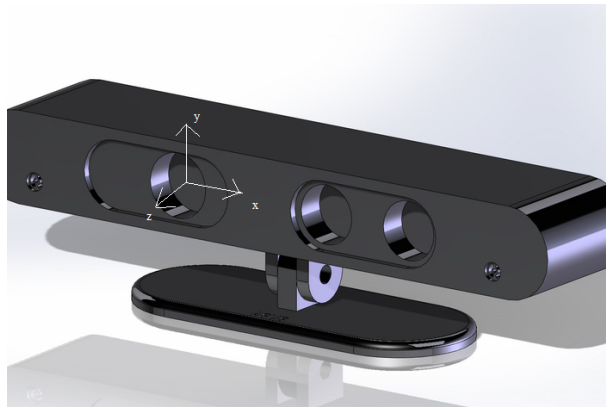


FIGURE 4 – Repère de la caméra infrarouge.

Correction des distorsions

Résultats

L'efficacité de notre méthode de correction des distorsions est globalement satisfaisante et confirme la viabilité des démarches scientifiques que nous avons développé. Les meilleurs résultats interviennent pour des utilisateurs positionnés raisonnablement dans la scène, ni trop près, ni trop excentré par rapport à la surface d'affichage (cf des images (a) (b)). Certaines pertes sont constatées lorsque ce n'est pas le cas (cf) et que le point de vue est trop rapproché en profondeur de l'origine de la scène avec un angle trop important entre l'axe optique et la normale du support de projection. Les transformations très importantes subissent pas l'image dans cette situation explique ces pertes, les pixels débordants des parties de l'image étant hommis lors de la superposition. L'ajout du canal alpha doit pouvoir compenser ces pertes mais n'a pas été ici implémenter car il coutait trop de temps de calcul et était pas cousequent un obstacle au suivi en temps réel de l'utilisateur. Par ailleurs, le degré d'imprécision finalement plus élevé que prévu des données transmise par le capteur n'a pas entravé la qualité des correction appliquées à l'image. En effet, la calibration manuelle agissant sur le suivi de l'utilisateur s'est avéré très limité, la position en hauteur du centre de gravité de la tête variant considérablement en fonction de sa profondeur dans la scène lorsqu'il ne varie pas ou très peu dans le monde réel. Néanmoins, dans le cadre de nos experimentations, ces aléas n'ont pas influencés nos résultats et doivent être prise en compte dans l'optique d'une exploitation à plus grande échelle.

Travaux futurs

Conclusion

Bibliographie

- [1] Daniel Herrera C., Juho Kannala, and Janne Heikkila. Joint depth and color camera calibration with distortion correction. *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, 34(10) :2058–2064, 2012.
- [2] OpenNI organization. *OpenNI User Guide*, November 2010. Last viewed 19-01-2011 11 :32.
- [3] G. Bratski. *Dr. Dobb's Journal of Software Tools*.