

Baccalauréat en informatique

Faculté des sciences

Université de Sherbrooke

Rapport de fin de projet

PROVOST Benjamin - prob2702

LACASSE Étienne - lace3304

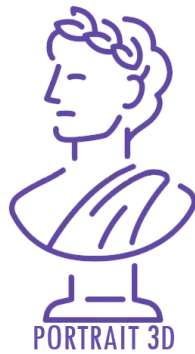
Destiné aux professeurs Djemel Ziou et Vincent Ducharme

Dans le cadre du cours IFT592 : Projet d'informatique I

22 décembre 2021

Table des matières

Abstrait	3
1. Introduction	4
2. Portrait3D	5
Technologies	5
Documentation technique	5
Reconstructor	5
Sensor	6
Exporter	6
HTC VIVE	7
Documentation pour l'utilisation	7
Tests et résultats	7
Cas limites	7
Conclusion	8
Annexes	10
Installation du projet	10
Prérequis	10
Installation	11
Utilisation du programme et fonctionnalités	11
Facteur de précision	12
Démarrage	12
Arrêt	12
Exportation	12
Remise à zéro du modèle	12
HTC VIVE	13
Références	13



Abstrait



Image 1: Kinect pour Xbox 360 de Microsoft [1].

Portrait3D est une application permettant à quiconque de rapidement et facilement créer des portraits en 3 dimensions à l'aide d'une caméra de profondeur à bas prix et de matériel graphique de base. Nous utilisons le flux de données de profondeur envoyé par le capteur infrarouge de la Kinect (Img. 1) pour reconstruire la géométrie en temps réel. Après avoir généré le modèle 3D, il est ensuite possible de l'exporter sous le format OBJ. Ce type de fichier est importable directement dans Blender, Unity et autres applications de ce genre. Rendu à ce point, il y a une panoplie de cas d'utilisation. On peut s'en servir pour faire de l'animation 3D, comme référence, tel quel dans une scène comme accessoires, l'imprimer en 3D comme pion ou pour remplacer des portraits classiques, etc.

1. Introduction



Image 2: Photo d'un buste et le modèle 3D reconstruit en temps réel.

Pour plusieurs applications, un bon modèle 3D du buste d'une personne est nécessaire. En effet, le buste est la partie la plus importante pour reconnaître une personne et inférer son état d'âme, ce n'est pas pour rien que c'est ce qui apparaît dans les emojis. Bien qu'il existe une panoplie de scanneurs 3D sur le marché, la Kinect reste la solution la plus abordable. La qualité du capteur de profondeur est exceptionnelle pour les 30 dollars demandés sur eBay. Notre solution permet à quiconque possédant un ordinateur Windows avec une carte graphique d'entrée de gamme de connecter une Kinect et de créer des portraits 3D dans un espace de 4m² (Img. 2).

Ce projet est intéressant dans le cadre de notre formation, car il demande de bonnes connaissances en programmation et en imagerie pour déterrer et utiliser cette technologie. En effet, la version pour Xbox 360 de la Kinect est sortie en 2010, a été discontinuée en 2015 et toute la documentation la concernant a été supprimée du site internet de Microsoft.

Plusieurs solutions utilisant la Kinect comme capteur existent, telles que Skanect, ReconstructMe et Shapify. Malheureusement, aucun n'est à code source ouvert, gratuit d'exploitation et certains requièrent l'envoi des données à un serveur externe.

Le but de notre projet est: 1) Générer un buste en 3D d'une personne à l'aide d'une Kinect pour Xbox 360; 2) Améliorer la qualité du modèle; 3) Trouver les cas limites; 4) Afficher un buste dans la voûte immersive 3D de la Faculté des Sciences de l'Université de Sherbrooke.

Nous avons été en mesure de répondre à nos objectifs. Bien évidemment, nous n'avons pas testé tous les cas limites imaginables, mais ceux les plus courants. Finalement, nous sommes arrivés à temps pour nos livrables.

2. Portrait3D

Technologies

Les technologies que nous avons utilisées lors de la réalisation de notre projet sont le langage de programmation C#, ainsi que la librairie de reconstruction pour la Kinect KinectFusion. Nous avons dû implémenter notre programme en C#, car les options à source ouverte, afin de produire une solution dans un autre langage, dataient d'il y a plus de 5 ans et n'étaient pas compilables sur Windows. Il faut savoir que la Kinect reste un produit de 2010 et que l'intérêt pour cette technologie a chuté rapidement depuis. Ainsi, puisque nous savions que nous allions programmer en C#, nous avons trouvé la librairie de reconstruction KinectFusion, offerte par Microsoft. Celle-ci nous permettait de générer une reconstruction 3D à partir du flux de données de profondeur provenant de la Kinect. Nous avons dû utiliser KinectFusion, car nous n'avons pas été en mesure d'installer des pilotes à source ouverte qui nous auraient permis de traiter directement le flux de données fourni par la Kinect. Ainsi, nous n'avons pas pu utiliser OpenCV afin d'avoir plus de contrôle sur le résultat produit, ce qui aurait été préférable.

Documentation technique

Reconstructor

Il contient le volume reconstruit par KinectFusion ainsi que l'image la plus récente du modèle selon la dernière vue de la Kinect. C'est cette image qui est affichée à l'écran. C'est ici que l'on règle les paramètres utilisés par KinectFusion. On lui indique de prendre ce qui se trouve dans une région de 1m de profondeur par 1m de largeur par 0.5m de hauteur. Aussi, on lui donne la précision du modèle à reconstruire. On propose 3 niveaux, le premier donne des voxels de 3.9mm, le deuxième 2mm et le troisième

1.3mm. 1.3mm est la précision maximale de Kinect, c'est pourquoi c'est le dernier niveau et 3.9mm donne un assez bon modèle tout en étant très rapide à calculer.

Il s'occupe également de recevoir le flux d'images de profondeur de la Kinect. Pour chaque image, on demande à KinectFusion de calculer la position de la caméra dans l'espace, suivi du nuage de point du modèle, puis obtient l'image du nouveau modèle selon la position de la caméra. Finalement, il envoie un événement disant que l'image a été traitée ou une erreur s'il y a lieu.

Étant la classe qui contient la reconstruction, elle contient la méthode pour remettre à zéro le modèle.

Sensor

Classe qui se connecte sur la Kinect et configure la taille d'image qu'elle retourne. Nous prenons la plus haute résolution disponible (640 x 480 pixels à 30 images par seconde), car les résolutions inférieures ne permettent pas de produire un modèle de qualité et cela n'affecte pas significativement les performances.

Exporter

Cette classe gère tout ce qui a trait à la gestion de l'exportation du modèle 3D et à l'emplacement où les fichiers OBJ sont stockés. Elle expose deux méthodes: une pour générer un fichier OBJ à partir d'un modèle et une pour ouvrir un explorateur de fichiers directement sur l'endroit où les fichiers sont exportés. La méthode de génération du fichier OBJ fait une première passe à travers les sommets du modèle afin de calculer les valeurs de centre pour chacun des axes afin que l'on puisse centrer le modèle lors de l'exportation. Par la suite, il écrit les sommets décalés selon les centres, les normales ainsi que les index. Un avantage d'exporter en OBJ est que la logique d'écriture du fichier est claire. Le nom donné au fichier OBJ provient d'un fichier texte caché. Il ne contient seulement qu'un entier positif qui est incrémenté à chaque nouvelle exportation. Si ce fichier n'existe pas, il est généré avec une valeur de 0.

HTC VIVE

Nous avons choisi d'utiliser Unity pour faire notre application de réalité virtuelle. Par défaut, Unity ne supporte pas le HTC VIVE, donc nous avons installé «Steam VR Plugin» depuis l'«Asset Store» de Unity. Puis nous avons simplement utilisé une scène fournie par «Steam VR Plugin».

Documentation pour l'utilisation

Voir Annexe [1].

Tests et résultats

Cas limites

Après expérimentation, nous avons déterminé que la Kinect a des difficultés avec les cheveux, les lunettes et les matériaux réfléchissants. La Kinect ne retourne que la forme générale des cheveux, car elle manque de précision. C'est un peu le même principe avec les lunettes, l'objet est trop petit pour être correctement détecté et affecte parfois la reconstruction, résultant en difformités sur le modèle. De plus, nous avons testé notre projet avec des personnes de différentes ethnicités. Les résultats étaient semblables à ce qui était attendu. Il n'y avait donc pas de différence dans la détection basée sur la couleur de peau ou les traits faciaux. Les textures de cheveux ne faisaient pas vraiment de différence non plus dans ce cas, car la Kinect détectait encore les cheveux comme une masse.



Image 3: Modèle affiché par Blender d'un scan de personne asiatique à précision 1

Finalement, les matériaux réfléchissants sont connus pour donner des résultats aberrants avec les infrarouges et la Kinect ne fait pas exception. La Kinect ne sait pas comment gérer la profondeur de la surface réfléchissante. Par contre, lorsque celle-ci, disons un écran de cellulaire, commence à tourner et que la Kinect détecte d'autres parties mates de l'objet, elle peut inférer la position de cette surface.

Conclusion

En conclusion, nous avons développé une application fonctionnant sous Windows permettant de rapidement et facilement créer des portraits en 3 dimensions. Notre application requiert une Kinect pour Xbox 360 et une carte graphique modeste. Nous nous distinguons de la compétition, par le très bas prix de notre capteur, environ 30 dollars, ainsi que l'ouverture et la gratuité complète de notre solution. Évidemment, nous avons rencontré quelques problèmes en cours de développement. Le premier étant que la Kinect date de 2010. Ce qui a fait en sorte que la documentation officielle sur le site de Microsoft n'est plus. Donc nous avons été obligés d'apprendre l'utilisation de la Kinect en étudiant les échantillons de code fournis avec le «Kinect for Windows Developer Toolkit v1.8». Tant qu'à être sur le sujet de version, il existe deux versions du pilote pour la Kinect, la 1.8 et la 2. Seule la version 1.8 est compatible avec la Kinect

pour Xbox 360. Nous avons également essayé d'utiliser des pilotes à source ouverts afin de pouvoir être libres de choisir le système d'exploitation ainsi que les technologies à utiliser, malheureusement ce n'était pas fonctionnel sur Windows, donc nous sommes restés avec les pilotes de Microsoft. Pour terminer, afin de continuer d'améliorer notre application, il serait intéressant de pouvoir utiliser plusieurs capteurs de profondeur pour générer un modèle sans avoir besoin de tourner sur soi-même. Ceci réduirait les sources d'erreurs de reconstruction. De plus, implémenter une version à source ouverte de la librairie KinectFusion donnerait beaucoup plus de flexibilité. Par contre, ce serait une tâche colossale et la Kinect étant discontinuée, ses perspectives futures sont quasi-inexistantes. Ceci diminue grandement la valeur d'un tel travail. Étant en 2021, on ne peut ignorer les IA. Ajouter une IA au projet permettrait d'augmenter artificiellement la qualité des bustes produits, mais demanderait une énorme quantité de bons modèles pour l'entraînement. Aussi, l'application jette des images lorsqu'elle est en cours d'intégration d'une autre image de profondeur. Par conséquent, il serait possible de tamponner les données reçues et de faire une reconstruction avec toutes les données lors de l'exportation. Ce qui donnerait un meilleur modèle sans perte d'information. En définitive, bien que nous ayons produit une application fonctionnelle, il reste beaucoup de possibilités d'améliorations et plusieurs avenues d'applications réelles basées sur notre implémentation sont encore à explorer.

Annexes

[1] Manuel d'utilisation pour le projet Portrait3D

Installation du projet

Prérequis

Veuillez vous assurer d'avoir téléchargé et installé les pilotes et les logiciels suivants afin de pouvoir utiliser toutes les fonctionnalités de la Kinect v1.

Kinect for Windows Runtime v1.8:

<https://www.microsoft.com/en-ca/download/details.aspx?id=40277>

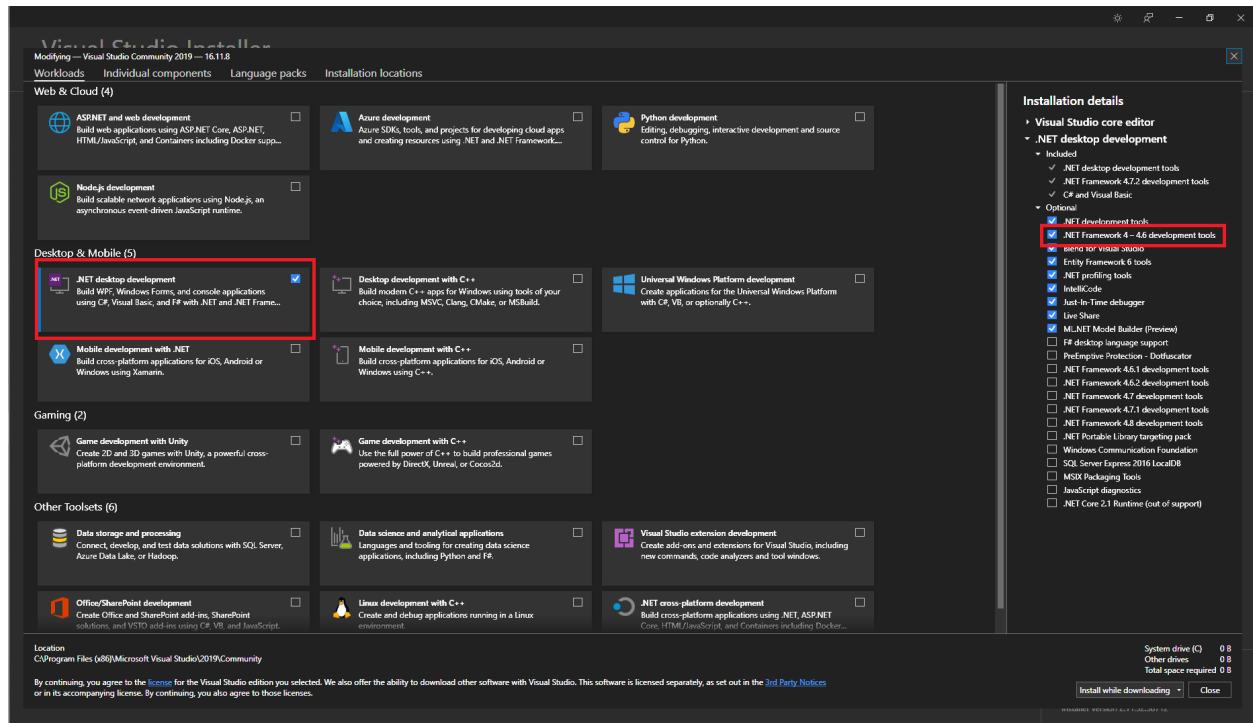
Kinect for Windows SDK 1.8 :

<https://www.microsoft.com/en-ca/download/details.aspx?id=40278>

Kinect for Windows Developer Toolkit 1.8 :

<https://www.microsoft.com/en-ca/download/details.aspx?id=40276>

De plus, veuillez vous assurer d'avoir une installation de Visual Studio qui prend en charge le développement d'applications de bureau .NET (.NET desktop development) tel qu'affiché dans l'image ci-dessous. Le programme est pour le moment exécutable qu'avec le framework .NET 4 Client Profile et cela est donc nécessaire au bon fonctionnement du programme.



Installation

L'exécution du projet n'est pas dépendante de son emplacement, le projet peut donc être déposé et exécuté n'importe où sur votre ordinateur.

Le projet devrait fonctionner immédiatement en l'ouvrant avec Visual Studio. Il suffit de connecter une Kinect v1 à votre ordinateur, puis de démarrer le projet en mode Debug.

Utilisation du programme et fonctionnalités

Le programme permet de produire un modèle 3D d'une personne, en faisant tourner cette personne devant une Kinect v1. La personne à scanner devrait être assise à environ 0.7 mètre de distance de la Kinect, et ses yeux devraient être au même niveau que la Kinect.

Facteur de précision

Le facteur de précision est une valeur qui est soit 1, 2 ou 3 équivalents au niveau de détails obtenus pour la reconstruction du modèle. Ces valeurs représentent une précision d'environ 3.9mm, 2.6mm et 1.3mm respectivement. Veuillez noter qu'une précision plus grande demande une charge de travail plus grande de la part de votre carte graphique.

Démarrage

Sélectionnez le niveau de précision que vous désirez et appuyez sur le bouton «Démarrer» afin de démarrer le scan.

Arrêt

Une fois le scan démarré, le bouton «Démarrer» devient le bouton «Arrêter». Afin d'arrêter le scan, appuyez sur le bouton «Arrêter». Cela arrête la reconstruction, mais conserve tout de même le modèle. Il est possible de poursuivre un scan suite à un arrêt.

Exportation

Appuyez sur le bouton «Exportation du modèle» une fois le scan terminé si vous désirez utiliser le scan dans une autre application. Ceci produit un fichier OBJ nommé *.obj, où * est un nombre s'incrémentant à chaque utilisation.

Pour accéder au dossier contenant tous les modèles exportés, appuyez sur le bouton «Ouvrir le dossier...» pour ouvrir une fenêtre d'explorateur Windows du dossier contenant tous les exports. Vous pouvez aussi accéder aux modèles à partir du dossier du projet. Ceux-ci se trouvent dans le dossier «Portraits».

Remise à zéro du modèle

Appuyez sur le bouton «Réinitialisation du modèle» afin de remettre le modèle à zéro. Ceci est utile si une erreur survient durant la reconstruction, ou si vous désirez scanner plusieurs personnes l'une après l'autre.

HTC VIVE

L'application permettant de visualiser les modèles 3D avec un HTC VIVE a été créée avec Unity version 2021.2.4f1 et se trouve dans le dossier «unity». Pour lancer le projet, il suffit d'ouvrir le dossier dans Unity, puis d'ouvrir la scène «htc_vive» se trouvant dans le dossier «Scene». Pour importer un modèle, il suffit de glisser le fichier OBJ dans les «Assets» du projet, puis de le glisser dans la scène. L'application va automatiquement trouver le casque de VR et démarrer dessus.

Références

[1] Kinect - Wikipédia. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Kinect>.