

RAPPORT TECHNIQUE DE PROJET DE FIN D'ÉTUDES  
PRÉSENTÉ À L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE  
DANS LE CADRE DU COURS GTI795 PROJET DE FIN D'ÉTUDES EN TI

**DÉTECTION DE MODÈLE HUMAIN  
POUR APPLICATION DE RÉALITÉ AUGMENTÉE**

Vincent BOITEAU-ROBERT  
BOIV14029409  
Marc-Antoine HÉBERT  
HEBM14019401  
Julien LEMONDE  
LEMJ20059208  
Alexandre MALO  
MALA0702940

DÉPARTEMENT DE GÉNIE LOGICIEL ET TI

**Professeur-superviseur  
Carlos Vazquez**

MONTRÉAL, 25 AVRIL 2018  
HIVER 2018  
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC



Résumé

## RÉSUMÉ

### DÉTECTION DE MODÈLE HUMAIN POUR APPLICATION DE RÉALITÉ AUGMENTÉE

Vincent BOITEAU-ROBERT

BOIV14029409

Marc-Antoine HÉBERT

HEBM14019401

Julien LEMONDE

LEMJ20059208

Alexandre MALO

MALA0702940

text résumé ici

# Table des matières

<b>INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>REVUE DE LA DOCUMENTATION</b>	<b>4</b>
Structure Sensor . . . . .	4
<b>MÉTHODOLOGIE DE TRAVAIL</b>	<b>7</b>
Planification . . . . .	7
Jalon . . . . .	8
Clôture . . . . .	9
<b>PROCESSUS DE CONCEPTION</b>	<b>10</b>
<b>DISCUSSION</b>	<b>11</b>
<b>CONCLUSION</b>	<b>12</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>13</b>

## Liste des tableaux

**Table des figures**

1    [Diagramme de classes du Structure Sensor SDK . . . . .](#)    5

## LISTE DES ABBRÉVIATIONS

**ÉTS** - École de Technologie Supérieure

**AR** - Augmented Reality ou en français Réalité Augmentée

**SDK** - Software Development Kit ou en français Trousse de développement logiciel

**API** - Application Programming Interface ou en français Interface de programmation

**AV** - audio-vidéo





# INTRODUCTION

La performance des caméras des appareils mobiles est en constante croissance depuis quelques années. Ce qui permet d'envisager l'usage de ces appareils dans des nouveaux domaines d'activités. Un de ces domaines est la réalité augmentée, où la superposition d'éléments virtuels sur une capture de l'environnement réel en temps réel. Une démocratisation du développement d'application utilisant cette technologie c'est fait au cours de l'année précédente, 2017. En effet, la nouvelle interface de programmation applicative ARKit conçu par Apple offre un environnement de développement simplifié au développement d'applications ([Statt, N., 2017](#)). Toutefois, ces technologies permettent l'interaction avec des modèles générés de façon synthétique. Un défi qui n'a pas encore de solution reconnue est l'usage de modèles provenant de l'environnement de l'utilisateur dans la réalité augmentée. Certaines technologies offrent des pistes de solution, mais leur taux d'adoption et le niveau de compatibilité avec les autres outils de l'environnement de développement Apple sont limités.

Une des technologies les plus intéressantes est le Structure Sensor ([Molitch-Hou, M., 2016](#)). Celle-ci consiste en un périphérique qui doit être attaché à l'appareil. Le périphérique ajoute une caméra et un capteur 3D. Avec l'usage de la caméra de l'appareil, celui de l'appareil peut avoir une meilleure compréhension de l'environnement 3D. L'outil vient avec une trousse de développement logiciel permettant de prendre les coordonnées d'un objet sous quatre dimensions, x, y, z et la couleur. Toutefois cette solution n'est pas très connue et a un nombre de ressources limitées.

Les deux technologies décrites plus haut apportent chacune des possibilités très intéressantes pour le développement d'application de réalité augmentée. L'usage des fonctionnalités d'une dans l'autre serait très intéressant. Toutefois au moment où l'équipe a débuté le projet, il n'y a pas d'interface une telle combinaison. Les deux interfaces utilisent la caméra, par contre chacun utilise un utilitaire différent pour le contrôle de celle-ci. Les deux utilisent des modèles numériques 3D, mais chacun a choisi une norme différente. En effet, le Structure Sensor permet l'extraction en Modèle I/O. Alors que le ARKit utilise les modèles de type scène qui est un format propriétaire à Apple. Le principal défi du projet consistera à la combinaison de plusieurs interfaces de programmation

pour créer un outils fonctionnel.

Comme décrit dans la section précédente, le principal objectif du projet est la création d'une interface entre deux technologies mobiles, soit un périphérique d'acquisition de modèle 3D, le Structure Sensor et la trousse de développement de réalité augmentée d'Apple. Autrement dit, l'équipe s'attend en fin de session d'avoir produit une application mobile permettant la prise de modèle à l'aide du senseur. L'application permettra d'ajouter un modèle extrait sur une surface plane. L'application permet cette chaîne d'action avec une expérience utilisateur agréable et naturelle à l'utilisateur.

L'application décrite ci-haut représente les attentes pessimistes par rapport aux résultats finaux. Toutefois, une telle application apporte un éventail de possibilités sur la manipulation de l'environnement augmentée. Par exemple, une des retombées envisageables et commercialisable est la numérisation de catalogue de magasin comme Ikea. L'utilisateur peut donc ajouter un item dans une pièce de sa maison. Si plusieurs couleurs sont disponibles pour un modèle, chacune des variantes seront disponibles à la modélisation.

Une autre ouverture technologique, qu'une telle application apporterait, est dans un contexte d'animation 3D. En effet, la création d'un modèle permettrait l'ajout d'un squelette dans celui-ci. Une fois le squelette créé l'animation du modèle pourrait être fait. Cette possibilité est particulièrement intéressante pour l'équipe en charge du projet. Dans l'éventualité où la vision de base du projet sera complétée avant la fin de la session d'Hiver 2018, l'équipe compte se concentrer sur la création de ce squelette et possiblement la manipulation de celui-ci. La création de positionnement clé des noueds du squelette pourra être enregistrer afin de permettre l'animation. L'animation libre est un trop grand défi étant donné les contraintes de temps.

L'objectif principal semble réaliste pour l'équipe de développement étant donné les interfaces déjà présente pour chacune des technologies. Toutefois, le défi reste important étant donné le manque de cohérence entre les différentes technologies. Le manque de documentation et de support pour le Structure Sensor risque d'amener un ensemble de défi supplémentaire.

Par contre, l'équipe de développement considère le temps disponible à la résolution d'un tel enjeu adéquat. L'expérience en recherche d'information et apprentissage autonome acquis au cours des formations et stages des membres de l'équipe laisse envisager un succès

Pour ce qui est en la complétion des objectifs accessoire, les limitations de temps rendent l'estimation de succès plus difficile. Par contre, il est clair que la réalisation de ceux est apporterait un plus considérable à l'expérience de chacun des membres. La motivation de l'équipe face à l'enjeu améliore les propabilité de terminer ces objectifs.

Ce rapport consite donc en un suivi des étapes qui permettront de valider ou invalider les hypothèses décrite si haut. Afin de résoudre un tel défi, l'équipe a du se fier sur les documentations disponibles en lien avec les technologies ciblés. Un résumé de celles qui ont été utiles à la résolution du problème sera présenté.

Par la suite, une présentation de la méthodologie utilisée par l'équipe sera décrite. Les étapes ayant permis la conception de la solution seront par la suite présentées. Une analyse sur le produit obtenue sera explorer. Afin de clore le projet, les possibilité que la solution apporte à un groupe voulant poursuivre ou implémenter un projet semblables seront expliquées. L'équipe fera s'est recommandation en fonction de l'expérience acquise lors du développement.

## REVUE DE LA DOCUMENTATION

Afin de réaliser le projet, l'équipe de développement a dû faire des recherches préliminaires. Les technologies utilisées n'étaient pas maîtrisées par l'équipe au démarrage du projet. Donc, les recueils de documentation et les projets exemples présents sur internet ont été une bonne source d'information.

Cette section présentera donc ces ressources pour les grandes parties du projet, soit le périphérique Structure Sensor, la trousse de développement logiciel de réalité augmentée de Apple et la gestion de projet.

### Structure Sensor

Occipital, la compagnie propriétaire du périphérique, publie régulièrement une version de leur trousse de développement logiciel exposant des interfaces de programmation. La dernière version publiée par la compagnie est la version 0.7.1 en février 2018. ([Occipital, 2018](#)) La version du SDK étant inférieure à 1.0.0, on comprend que la première version complète est encore en développement.

Dans l'état actuel, le SDK fournit quand même une liste d'interface disponible dans deux fichiers, Structure et StructureSLAM. Le premier est composé des différentes interfaces de contrôle du périphérique. Alors que le deuxième est un regroupement des classes permettant le contrôle des mailles en position tridimensionnelles et les textures de ceux-ci.

Ces interfaces seront la base de la conception du module de prise de modèle grâce au périphérique. Les tâches de chacune des interfaces ont été identifiées lors de la lecture du code des entêtes des interfaces en Objective-C. L'équipe a produit un diagramme de classe afin d'améliorer la compréhension des responsabilités de chacune des interfaces et les relations entre celles-ci. Celui-ci est présenté à la page suivante.

Dans le diagramme, on constate que plusieurs patrons de conception ont été utilisé et exposé dans l'interface. La classe `STSensorControllerDelegate` servira de point d'ancrage entre notre applications et le Structure Sensor. Cette interface permet donc de réduire les communication ou les recherches d'informations dans la logique d'affaire. La plus part de l'usage du SDK dans l'application devra être fait par cette classe. ([Best-Practice-Software-Engineering, 2013](#))

Le Structure Sensor utilise les DepthFrame et ColorFrame pour comprendre l'environnement dans lequel il est utilisé. Ces concepts ont été introduits par Kinect un des premiers Senseurs 3D ayant connu un succès commercial étant donné son intégration dans l'environnement Xbox 360 de Microsoft. (Microsoft, 2014)

Le Structure SDK contient aussi plusieurs exemples d'application afin de guider les développeurs dans le développement de leurs applications. Le plus intéressant pour l'objectif du projet est le Scanneur. Celui-ci permet de convertir un objet dans l'espace de test en un modèle 3D et l'envoyer par courriel. D'autre fonction inclus dans cet exemple sont la colorisation du modèle et les diffé-

rentes options de capture. L'espace de capture est aussi indiqué par un cube et un plan utilisant les couleurs pour indiquer les objets qui peuvent être capturés.

Les principales sections du SDK utilisé dans cet exemple sont le STStructure-SensorDelegate pour le contrôle du périphérique. Les STDepthFrames et les STColorFrames ou en français les grilles de profondeurs et les grilles de couleurs permettant de créer le modèle STMesh. Une fois le modèle scanner en maille celui-ci est présenté dans le MeshViewController grâce au rendu de maille, STMeshRenderer. Le langage de programmation utilisé dans la globalité du SDK est le Objective-C.

Dans le but d'utiliser des technologies qui sont à jour avec les pratiques de l'industrie, l'équipe de développement souhaite utiliser le nouveau langage de programmation Swift. Celui-ci est le nouveau langage proposé par Apple pour le développement mobile. Le langage est déjà à sa quatrième version majeure et a pour but de simplifier la syntaxe qui était au par avant utilisé soit le Objective-C. ([Kremenek, T., 2017](#)) Un membre de la communauté de développeur Structure a produit un port de l'exemple de Scanneur en Swift 2. L'équipe devra donc faire les changements nécessaires à cette version pour la compiler avec la version 4. ([Worley, C., 2016](#))

L'exemple de scanneur qui sera utilisé comme base du module de scan utilise plusieurs autres APIs par Apple. Ces APIs sont documentées sur le site de Apple dans la section pour développeurs. ([Apple, 2018](#)) L'équipe utilisera donc cette ressource en ligne pour compléter la tâche.

# MÉTHODOLOGIE DE TRAVAIL

La démarche entreprise par l'équipe de développement pour compléter le projet a été basée la combinaison des acquis obtenus dans les projets résolus en stage et au cours du processus universitaire. Toutefois la nature du projet de fin d'étude comprends des contraintes et conditions qui ont du être pris en compte.

## Planification

Tout d'abord, aucun des membres de l'équipe avait des connaissances dans les technologies qui devaient être traitées dans les projets. Il a donc été nécessaire de faire une recherche préliminaire afin de gagner une compréhension nécessaire à la planification du projet. La recherche a permis de répondre à des enjeux sur qu'elles étaient les principales parties du projet? Quelle technologies étaient inclus implicitement au ARKit et Structure Sensor? Quel environnement de développement devait être utilisé? Est-ce que les objectifs étaient réalisés dans les contraintes de temps et de ressources?

Suite à cette recherche, le projet ayant été jugé comme réalisable a été séparé en plusieurs modules. C'est à dire des parties du projets qui peuvent être développer indépendamment et être assigner à différents étudiants. Ayant conscience de la possibilité de bloquants au cours du développement cette technique permet de ne pas limiter l'avancement du projet complet, dès qu'il y a un problème. Les différents modules identifiés sont : le développement du scanner avec le Structure Sensor, le développement de l'environnement AR et le développement du squelette dans le modèle humain. Le dernier module a été identifié comme accessoire étant donné l'importance de l'enjeu. De plus, le développement des deux premiers modules et leur combinaison est déjà important en taille et complexité.

Une fois les deux modules principaux identifiés une séparation de l'équipe de développement a été fait. La séparation visait à permettre à chacun de se concentrer sur un type d'enjeu et de diminuer la grosseur des défis. De plus, cette méthode a permis de répondre à des contraintes qui entourait le projet

et les technologies disponibles. En effet, un seul périphérique Structure Sensor était disponible. De plus, trois développeurs sur quatre avaient accès à un appareil Apple mobile.

Une fois les sous-équipes identifiées celles-ci ont du séparer lister les tâches à accomplir, les ressources documentaires disponibles au tour de leur technologie et lister les risques que leurs technologies impliquaient. Ces informations ont été ajouté au plan de projet avec la description du projet et la mise en situation. Les tâches ont été par la suite séparés en trois jalons de développement.

Pour le module de Structure Sensor, les trois jalons consiste en le transfert du projet Scanneur en swift 2 en swift 4 pour le premier. Pour le second, la cible était l'intégration dans la structure de l'application AR et le transfert du modèle dans l'application. Le troisième consistait en la conception d'une interface visuelle adéquate et une possibilité de faire un début de squelette sur le modèle humain.

Pour le module de réalité augmentée, les trois jalons sont la sélection d'un modèle dans une liste, l'ajout dans la scène et la suppression de celui-ci pour le premier. Pour le second, la modification à l'aide des gestes classique d'éditations d'objets sur un appareil mobiles. Pour le troisième, la conception de l'interface visuelles et une possibilité de contrôle des poses du squelettes humains.

## **Jalon**

Chaque jalon représentant une partie du travail à faire contiendra toujours un certains nombres commun de regroupement de tâche. Pour commencer avant d'entreprendre toute forme de travail des recherches doivent être fait. Les éléments concernant les différentes méthodes de réalisation d'une tâches et les avantages et désavantages de chacun de celles-ci doivent être identifiées.

Par la suite, suite une solution doit être sélectionner en comparant les avantages et désavantages. Le contexte de développement de l'application doit être aussi pris en cause. Une fois la solution choisie, l'adaptation de la conception de la solution doit être fait pour le cadre du projet. Si la solution s'intègre au sein d'une autre solution, les documents de conceptions de la solution parentes sont adaptées. La conception est donc souvent itératives à travers les jalons et les tâches.

Par la suite, la solution est intégrées dans l'application à l'aide de l'editeur spécialisé XCode. La compilation et la mise en marche est testé sur un appareil mobile Apple au fur à mesure du développement afin d'éviter les mauvaise surprise en fin de jalon. Une fois, une tâche terminé le cas d'utilisations principal de l'application est testé pour s'assurer qu'aucune autre fonctionnalités à



été brisées.

Le jalon est par la suite terminé avec une revue du travail fait avec une présentation préparé par l'équipe pour le superviseur du projet. Dans ces revues on discute du travail fait, des bloquants et du travail à faire. Les artefacts de conception et documents de projets doivent aussi être mis à jour.

## **Clôture**

Le développement applicatif terminé, certaines tâches doivent être faites afin de clore le projet. Parmi celles-ci est la revue des résultats obtenus par l'équipe de développement. Cette tâche a pour but d'évaluer l'état de l'application par rapport au résultat qui était attendu en début de projet. Dans le cas de différences entre les attentes et le produit final, un bilan de justification doit être tenu.

Par la suite, l'équipe devra lister ces recommandations qui pourraient servir à une autre équipe voulant poursuivre le projet. Le contexte de projet de fin d'études permet en effet la poursuite d'un tel projet. Alors un transfert de connaissance doit être préparé afin de limiter les frictions des futures parties prenantes au projet. Les deux dernières tâches permettront la préparation de la présentation qui sera faite en fin de projet devant d'autres étudiants finissants.

## **PROCESSUS DE CONCEPTION**

processus text

## **DISCUSSION**

discussion text

## **CONCLUSION**

conclusion text

# Bibliographie

Apple. (2018). Apple Developer Documentation. <https://developer.apple.com/documentation>.

Best-Practice-Software-Engineering. (2013, Octobre, 04). Delegation Pattern [University of San Francisco, Lecture slides]. <http://best-practice-software-engineering.ifs.tuwien.ac.at/patterns/delegation.html>.

Kremenek, T. (2017, septembre, 19). Swift 4.0 Released! <https://swift.org/blog/swift-4-0-released/>.

Microsoft. (2014, Octobre, 21). WindowsPreview.Kinect Namespace [Documentation]. [https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/windows/kinect/dn758774\(v%3dieb.10\)](https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/windows/kinect/dn758774(v%3dieb.10)).

Molitch-Hou, M. (2016, Janvier, 06). Occipital Unveils New 3d Sensor & Mixed Reality Engine at CES [3D Printing Industry, Article]. <https://3dprintingindustry.com/news/64337-64337/>.

Occipital. (2018, Février, 05). Structure SDK version 0.7.1 [SDK Download Link]. <https://developer.structure.io/sdk>.

Statt, N. (2017, Septembre, 12). Apple shows off breathtaking new augmented reality demos on iPhone 8 [The Verge, Article]. <https://www.theverge.com/2017/9/12/16272904/apple-arkit-demo-iphone-augmented-reality-iphone-8>.

Worley, C. [n6xej]. (2016, septembre, 29). StructureScannerSwift. <https://github.com/n6xej/StructureScannerSwift>.