

HAI918I  
Projet d'AR

---

# Piano AR

---

Melvin Bardin  
Laurine Jaffret

---

Encadré par Mme. Rodriguez, M. Strauss, Mme. Faraj

---

2021-2022

---

dépot github: <https://github.com/Kyrial/Piano-AR-v2>



UNIVERSITÉ  
DE MONTPELLIER



## Table des matières

<b>1</b>	<b>Contributeurs</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Introduction</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Choix technologiques</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Fonctionnalité</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Fonctionnement</b>	<b>4</b>
5.1	Cible (Target) . . . . .	4
5.2	Boutons virtuels . . . . .	5
5.3	Superposition des modèles avec Vuforia . . . . .	5
<b>6</b>	<b>Amélioration possibles</b>	<b>6</b>
<b>7</b>	<b>Conclusion</b>	<b>6</b>
<b>8</b>	<b>Bibliographie</b>	<b>7</b>

# 1 Contributeurs

Projet réalisé par Melvin Bardin et Laurine Jaffret sous la directive de Olivier Strauss, Noura Faraj et Nancy Rodriguez.

## 2 Introduction

La réalité augmentée est une technologie en pleins essors, qui consiste à la superposition d'éléments numériques à la réalité. Le principe consiste à insérer des images de synthèse sur des image réel filmé par divers appareils (appareils photo, oculus etc..). Notre objectif a donc été d'appliquer cette technologie afin de réaliser un piano en réalité Augmenté.

## 3 Choix technologiques

Pour le choix technologique, nous avons décidé de continuer sur les technologies vus en cours, c'est à dire l'utilisation de Vuforia (*vuforia version 9.8*) avec Unity (*Unity version 2021.2.7f1*). Vuforia permet de pouvoir faire apparaître des modèles 3D sur des images réelles par le biais d'une cible (target). Cette cible est une image qui permet de faire le lien entre le logiciel et les images perçues par la caméra et joue le rôle d'ancre.

Concernant la méthode pour capter la main, nous nous sommes limité à la caméra pour avoir une application utilisable par le plus grand nombre. nous n'avons donc pas utilisé le Leap Motion, un dispositif capable de capter efficacement les mains, les doigts et les mouvements.

## 4 Fonctionnalité

Notre application consiste à faire apparaître un piano sur une cible et de pouvoir jouer au piano. Le principe est simple, placé ses doigts au niveau des notes du piano et celle-ci vont s'enfoncer et émettre une sonorité de la fréquence de la touche. Lorsque la note est relâchée, le son s'arrête. il est évidemment possible d'interagir avec plusieurs touches en même temps afin de réaliser des accords. Ne disposant que de la caméra pour détecter les doigts, nous ne pouvons pas déterminer la hauteur de la main, l'évènement est donc déclenché lorsque les doigts survolent les touches.

## 5 Fonctionnement

### 5.1 Cible (Target)

Comme dit précédemment, la cible est l'ancre permettant de faire le lien entre le monde et le virtuel. Cette cible a un certain nombre de caractéristiques, afin de bien être reconnu par Vuforia, celle-ci doit contenir certaines caractéristiques.

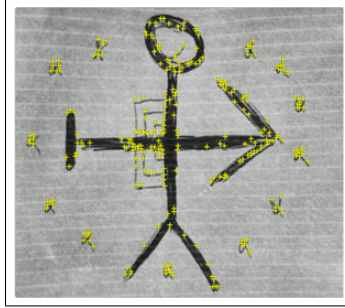


FIGURE 1 – Cible

Nous pouvons observer notre cible utilisée sur la figure 1. La qualité d'une cible est déterminé par le nombre de points remarquables et leurs répartitions dans l'image. ces points remarquables permettent à Vuforia de "reconnaître" la cible lorsque celle-ci apparaît à l'écran.

## 5.2 Boutons virtuels

Le fonctionnement pour capter les doigts à la caméra est simple. des "Virtuals Buttons", ou bouton virtuel en français sont reliés à chaque touche. Un bouton virtuel est une fonctionnalité de Vuforia permettant d'ajouter de l'interaction aux cibles. Le fonctionnement de ses boutons est assez simple des évènements sont reliés à ceux-ci : "OnButtonPressed" et "OnButtonReleased". ses évènements sont déclenchés lorsqu'un bouton est plus ou moins obstrué à la caméra. Pour que le bouton fonctionne bien, sa taille doit être d'au moins 10% de l'image et plus le nombre de point remarquables présents à l'emplacement du bouton est élevé, plus celui-ci sera précis. Dans le cas contraire où la texture sous le bouton est peu texturée, celui-ci aura du mal à fonctionner. Cependant, lorsque la luminosité est faible, les points remarquables sous les boutons deviennent moins discernables par Vuforia. Dans le cas où un certain nombre de ses points ne sont pas identifiés, Vuforia considère que le bouton est "obstrué", considère que le celui-ci est appuyé et déclenche l'évènement. Ce phénomène peut se produire aussi avec l'ombre des mains. Ces artefacts étant gênants pour l'expérience utilisateur, nous conseillons de ne pas avoir la source de lumière à contre-jour afin de minimiser l'impact des ombres des doigts et une luminosité ambiante assez forte afin que tous les points remarquables soient bien distinguables à la caméra.

Dans certains cas où les conditions décrites ci-dessus ne sont pas optimales, il arrive que la main masque trop la cible et Vuforia n'arrive pas à garder le modèle stable à l'écran. un tremblement du modèle a lieu et dans le pire des cas le modèle disparaît. Nous avons été confronté à ce problème avec une luminosité faible et lorsque environ 40% de la cible est masqué (ce qui correspond à environ 3 doigts ou plus sur les notes).

## 5.3 Superposition des modèles avec Vuforia

Nous avons noté que les modèles apparaissent sur l'image filmée, ce qui pose problème pour l'expérience utilisateur. En effet les doigts apparaissent donc sous le modèle, ce qui en soit ne pose pas problème pour le fonctionnement mais perd en réalisme tout en rendant plus difficile d'observer ou sont les doigts par rapport au touche du piano.

Aucune fonctionnalité de Vuforia permet de mettre le modèle sous les main, mais nous avons vu

qu'il pouvait être possible de pouvoir détourner des éléments de la caméra afin de placer un calque sur ceux-ci et grâce à deux caméra dans Unity de placer les éléments détourné sur le modèle 3D. Cependant Nous n'avons pas réussi à l'implémenter car cette méthode fonctionne surtout avec des formes statiques. Une main étant mobile et pouvant prendre des positions totalement différente le détourage devrait être dynamique en temps réel. Pour réalisé une tel tache nous n'avons pas trouvé de méthode réalisable. Néanmoins il est bon de savoir qu'il est possible de reconnaître les mains grâce au deep Learning avec les RCNN (*Region Based Convolutional Neural Networks*). La bibliographie contient le lien d'un article discutant de cette méthode, une fois la main reconnu avec cette méthode, il devrai être théoriquement possible d'en extraire un calque afin de superposé la main reconnu sur le modèle 3D.

## 6 Amélioration possibles

Notre piano n'est qu'une ébauche qui ne contiens qu'une seule gamme, on pourrait y ajouter les autres gammes et les touches noires, mais cela rendrait le piano trop petit pour qu'il rentre sur une cible, mais agrandir la cible semble être une solution à ce problème. Imaginons une cible de la taille d'un piano, il suffirait d'une caméra placée au-dessus assez haut pour capter la cible entièrement et nous pourrions jouer à l'échelle et de façon plus réaliste.

## 7 Conclusion

Nous Pouvons conclure que Notre projet fonctionne seulement avec des condition lumineuse impeccable, ce qui n'est le plus souvent pas le cas. Cependant nous avons pu découvrir grâce à ce projet les limites de cette technologie émergente.

## 8 Bibliographie

### Références

- [1] *AR virtual Buttons*. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=Ckw4RKKVE3k>.
- [2] *Deep Learning Based Hand Detection*. URL : [https://openaccess.thecvf.com/content\\_ICCV\\_2017\\_workshops/papers/w11/Roy\\_Deep\\_Learning\\_Based\\_ICCV\\_2017\\_paper.pdf](https://openaccess.thecvf.com/content_ICCV_2017_workshops/papers/w11/Roy_Deep_Learning_Based_ICCV_2017_paper.pdf).
- [3] *Forum Unity*. URL : <https://forum.unity.com/>.
- [4] *How to create Virtual buttons with Vuforia AR Unity3D*. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=ElmzIq6stNI>.
- [5] *How To Implement Virtual Buttons*. URL : <https://library.vuforia.com/articles/Solution/How-To-Implement-Virtual-Buttons.html>.
- [6] *Touch screen, clicking objects on screen with Vuforia AR Unity3D (Ray-casting in AR)*. URL : [https://www.youtube.com/watch?v=hi\\_KDpC1nzk](https://www.youtube.com/watch?v=hi_KDpC1nzk).
- [7] *Vuforia*. URL : <https://developer.vuforia.com/>.

### Table des figures

1	Cible . . . . .	5
---	-----------------	---