

Compte rendu projet Portal 0.0

BIDAULT Matthieu, BADSTÜBER Elia, FOCHEUX Vital

March 3, 2024

Remerciements

Nous tenons à remercier notre enseignant de projet, M. BERNARD qui a su nous guider et nous conseiller tout au long de ce projet.

Table des matières

I	Introduction	3
II	Besoins et objectifs du projet	3
II.i	Contexte	3
II.ii	Motivations.	6
II.iii	Objectif et contraintes	6
III	Gestion du projet	7
III.i	L'équipe	7
III.ii	Planification et outils de gestion.	7
III.iii	Répartition des tâches	7
IV	Développement	7
IV.i	Programmer en C++.	7
IV.ii	Apprendre à utiliser la bibliothèque GF . . .	7
IV.iii	Différentes stratégie.	7
IV.iv	Détails du développement.	8
V	Conclusion technique & personnelle	14
V.i	Bilan du projet	14
V.ii	Perspectives	14
VI	Bibliographie	15

I. Introduction



Figure 1: Knights of the Sky

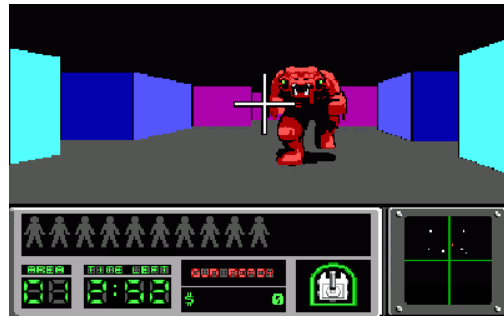


Figure 2: Hovertank 3D

I Introduction

Dans le cadre du projet semestriel de troisième année de licence informatique à l'université de Franche-Comté, nous proposons de coder une version très simplifiée du jeu [Portal](#) qui sera afficher grâce à un moteur de type Raycaster à la façon du jeu [Wolfenstein 3D](#). Il a pour but de nous faire découvrir le monde du développement de jeux vidéo en nous faisant réaliser un jeu vidéo en C++ avec la bibliothèque [Gamedev Framework](#) (GF)¹.

II Besoins et objectifs du projet

II.i Contexte

Les graphismes : Au début des années 90, la société [Id Software](#) a entrepris des recherches pionnières dans le domaine des graphismes 3D, alors principalement réservés aux simulateurs de vols tels que [Wing Commander](#) ou [Knights of the Sky](#) (Knights of the Sky), deux titres parus en 1990. Face aux contraintes de performance des ordinateurs de l'époque, le développement de jeux d'action en 3D rapide représentait un défi de taille. C'est dans ce contexte que [John Carmack](#) a proposé l'utilisation de la technique du [raycasting](#), permettant de calculer uniquement les surfaces visibles par le joueur. En six semaines, Carmack développe un moteur 3D innovant utilisant des sprites 2D

¹Tous au long de ce rapport, nous utiliserons l'abréviation GF. Cela signifie Gamedev Framework.

II. Besoins et objectifs du projet



Figure 3: Ultima Underworld



Figure 4: Wolfenstein 3D



Figure 5: Doom (1993)



Figure 6: Quake (1996)

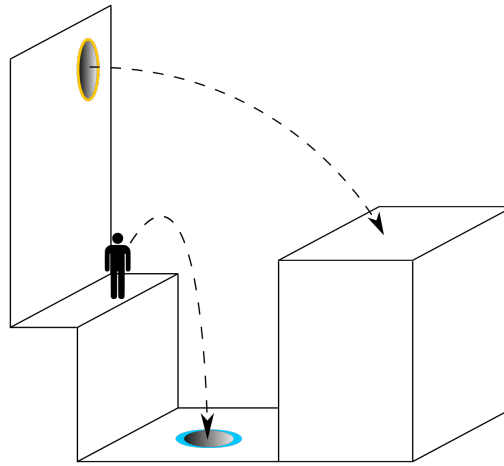


Figure 7: Schéma de fonctionnement du système de portail

pour représenter les entités du jeu. Ce moteur a été utilisé dans le jeu [Hover-tank 3D](#) (Hovertank 3D), publié en avril 1991. À l'automne 1991, alors que [John Carmack](#) et [John Romero](#) finalisaient le moteur de [Commander Keen in Goodbye, Galaxy](#), Carmack découvre [Ultima Underworld](#) (Ultima Underworld), un jeu développé par [Blue Sky Productions](#) (qui deviendra plus tard Looking Glass Studios), doté d'un moteur capable de rendre des graphismes 3D texturés sans subir les limitations de Hovertank 3D. Inspiré, Carmack décide d'améliorer son propre moteur pour intégrer le mapping de textures tout en conservant de hautes performances. Après un intense travail de six semaines, le nouveau moteur 3D est achevé et utilisé pour le jeu [Catacomb 3D](#), publié en novembre 1991. La révélation de Catacomb 3D a poussé [Scott Miller](#) d'Apogee à convaincre l'équipe de développer un jeu d'action en 3D sous forme de shareware. Cela a conduit au lancement du projet [Wolfenstein 3D](#) (Wolfenstein 3D), un remake en 3D de [Castle Wolfenstein](#). Sorti le 5 mai 1992 sur PC, ce jeu a non seulement été un succès commercial mais a également posé les bases du genre du jeu de tir à la première personne, préfigurant ainsi des titres légendaires tels que [Doom](#) (Doom (1993)) et [Quake](#) (Quake (1996)).

Le système de jeu : En 2007, [Valve Corporation](#) a révolutionné le genre des jeux de réflexion à la première personne avec la sortie de [Portal](#). Ce jeu introduit un mécanisme unique permettant au joueur de générer deux

II. Besoins et objectifs du projet

portails, l'un orange et l'autre bleu, sur des surfaces planes et interconnectées. Ces portails offrent la possibilité de traverser instantanément l'espace d'un point à un autre, tout en conservant l'inertie. L'objectif est de résoudre divers puzzles en se servant de cette capacité à manipuler l'espace pour atteindre la sortie des différents niveaux proposés.

II.ii Motivations

L'une des motivations principales de ce projet est de réaliser un jeu vidéo avec graphique comme à l'époque de [Wolfenstein 3D](#) mais avec des concepts de jeux plus récentes et qui plus est pourrai être un préquel de [Portal](#).

II.iii Objectif et contraintes

Les principaux objectifs de ce projet sont :

- Réaliser un jeu vidéo en C++ avec la bibliothèque GF
- Implémenter un moteur de type Raycaster
- Implémenter un système de portail
- Implémenter un système de collision
- Offrir une expérience de jeu simple et agréable à jouer.

Mais avec des contraintes :

- L'apprentissage d'un langage de programmation nouveau pour nous
- L'apprentissage d'une bibliothèque de programmation nouvelle pour nous
- L'apprentissage de la programmation d'un moteur de type Raycaster
- L'apprentissage de la programmation d'un système de portail
- L'apprentissage de la programmation d'un système de collision
- L'apprentissage de la programmation d'un système de jeu

III Gestion du projet

III.i L'équipe

III.ii Planification et outils de gestion

Pour la gestion du projet nous avons utilisé le site [github](#) qui est un outil de gestion de projet en ligne.

III.iii Répartition des tâches

IV Développement

IV.i Programmer en C++

Programmer en C++ a pu s'avérer assez techniques car cela était un tout nouveau langage de programmation à apprendre pour nous car il n'avait jamais été abordé auparavant lors de notre parcours universitaire.

IV.ii Apprendre à utiliser la bibliothèque GF

Une des plus grandes difficultés de ce projet était de développer avec la bibliothèque GF. En effet, quand bien même c'est une bibliothèque possédant un bon nombre de fonctions pouvant permettre le développement graphique 2D. Elle reste néanmoins parfois limitée pour les besoins techniques du projet, mais grâce à cela, cela permet de donner des idées de méthodes à rajouter dans GF voire dans GF2.²

IV.iii Différentes stratégies

Première approche - RayCasting

Une première approche pour l'affichage des murs était d'utiliser la technique de RayCasting historique. C'est à dire que pour chaque colonne de pixel de la fenêtre d'affichage, on lance un rayon depuis la position du joueur dans la

²GF2 est un projet qui est la suite de GF en C++ ainsi qu'en python3.

IV. Développement

direction de la colonne de pixel. On va ensuite regarder si ce rayon touche un mur ou non. Si il touche un mur alors on va calculer la distance entre le joueur et le mur touché. Ensuite on va calculer la hauteur du mur à afficher en fonction de la distance entre le joueur et le mur touché. Enfin on va afficher le mur en fonction de la hauteur calculée. Pour cela on utilisait l'algorithme DDA (Digital Differential Analyzer) pour le rendu des murs.

DDA est un algorithme de tracé de ligne qui permet de ne regarder la collision du rayon avec les murs que sur les abscisses ou (au sens logique) les ordonnées entières. Cela permet de faire très peu de calculs avant de trouver une collision avec un mur.

Cette première approche était très simple à implémenter et ce fut probablement son plus grand défaut. En effet, il fallait que ce projet soit enrichissant pour des étudiant de L3. C'est pourquoi une nouvelle approche, proposée par notre enseignant, *M. Bernard*, a été adoptée.

Seconde approche plus technique - Line Of Sight

Cette seconde approche s'approche des algorithme *Line Of Sight* et consiste à calculer la distance entre le joueur et chaque sommet de chaque mur. Pour ce faire on à pu récupérer l'algorithme DDA précédemment utilisé pour le rendu des murs mais cette fois-ci en visant chaque sommets au lieu de viser chaque colonne de pixel.

IV.iv Détails du développement

Dans cette partie nous allons détailler les différentes étapes de développement de notre projet avec la seconde approche. En commençant par la partie la moins technique pour finir par la partie la plus technique. Il faut noter que détails du développement dans les parties qui vont suivre sont pour un rendu 3D, mais tout au long de ce projet les différentes étapes ont été testées sur un rendu 2D pour faciliter le développement.

Les maps:

Afin de pouvoir afficher des maps³, nous avons dû créer un fichier PNG⁴ où nous dessinons les murs ainsi que la case de départ et d'arrivée (PNG

³En français les cartes

⁴Portable Network Graphics

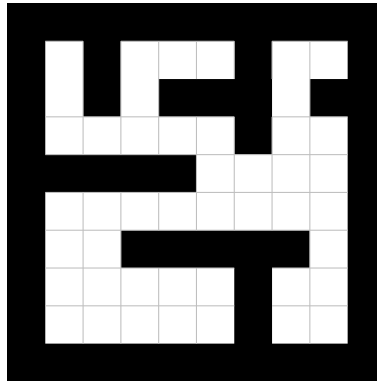


Figure 8: PNG d'une map

d'une map). Lors du lancement du jeu, le programme lit le fichier PNG et enregistre les différentes cases dans un tableau à deux dimensions. En même temps, le programme va regarder si les coordonnées correspondent à une cellule de mur, la case de départ, la case d'arrivée ou aucune des deux. Si c'est une cellule de mur, alors on va effectuer un parcours en profondeur des coordonnées adjacentes pour savoir si ceux sont des cellules de murs ou non. Grâce à cela nous pouvons récupérer toutes les cellules d'un mur directement et ainsi compter le nombre de mur assez facilement.

Les murs:

Dans cette partie nous allons détailler les différentes étapes pour la création des murs.

Récupération des sommets utiles: Pour la création des murs, on effectue un boucle sur la liste de coordonnées des cellules occupées pour un mur précédemment récupérée. Sur chacune des coordonnées, on va regarder quatre de ses coordonnées adjacentes qui sont celles en haut, en bas, à gauche et à droite. Si l'une d'entre elles fait partie de la liste des coordonnées des cellules alors on va incrémenter un compteur. Si ce compteur est égal à 1 ou 3 alors on va l'ajouter dans une liste de coordonnées dites utiles, c'est-à-dire que ceux sont les coordonnées des sommets des murs.

Triage des sommets: Afin de faciliter le rendu des murs, nous avons besoin de trier les sommets. Pour cela, nous effectuons un boucle tant que

IV. Développement

la taille de la liste des sommets utiles est supérieur à la taille de la liste des sommets triés. Dans cette boucle, nous allons effectuer une boucle sur la liste des sommets utiles si le sommet est dans la liste des sommets triés ou non. Si il ne l'est pas alors on va récupérer les coordonnées de ce sommet et faire appel à une fonction pour trier à partir de ce sommet, la liste des sommets utiles et la liste des sommets triés. Dans cette fonction, on va effectuer une boucle sur la liste des sommets utiles à partir du sommet donné en paramètre. On va regarder pour chaque sommet si il existe un sommet dans la direction choisie ainsi que dans sa direction opposée. (Explication de la fonction `fctCanGo?`)

- Si il existe un sommet dans la direction choisie et aucun sommet dans la direction opposée alors on va ajouter ce sommet dans la liste des sommets triés.
- Sinon si il existe un sommet dans la direction opposée et aucun sommet dans la direction choisie alors on va ajouter le sommet de la direction opposée dans la liste des sommets triés et changer la direction courante par la direction opposée.
- Sinon
 - Si il existe un sommet dans la direction choisie et un sommet dans la direction opposée alors on regarder si le sommet de la direction opposée n'est pas dans la liste des sommets triés et qu'un changement de direction doit être effectué ou bien que le sommet de la direction choisie est dans la liste des sommets triés et qu'un changement de direction ne doit pas être effectué alors on va ajouter le sommet de la direction opposée dans la liste des sommets triés et changer la direction courante par la direction opposée.
 - Sinon on va ajouter le sommet de la direction choisie dans la liste des sommets triés.

On va changer de direction en fonction de la direction courante, si le changement de direction reste le même que l'ancien alors on va changer de direction. Si n'existe aucune sommet dans les directions choisies et opposées alors on va incrémenter un compteur. Si ce compteur est supérieur ou égal à 4 alors on arrête la fonction de triage.

Contruction des murs: Une fois les sommets utiles triés nous allons pouvoir construire les murs et les ajouter dans une liste de murs. Chaque murs de cette liste a pour attributs les coordonnées de ses sommets triés, les coordonnées de ses cellules occupées et la taille de son périmètre.

La boucle de jeu:

Dans cette partie nous allons détailler les différentes étapes de la boucle de jeu.

Events: Nous allons tous d'abord gérer la gestion des évènements. Pour cela nous allons effectuer une boucle sur les évènements et pour chaque bouton sur lesquels nous avons ajouté une action, nous allons effectuer cette action. Nous allons aussi gérer les fonctions de déplacement de la vision grâce à la souris avec la position relative de la souris. Ensuite, nous allons gérer la fonction d'envoi des portails en fonction du clic de la souris effectuer.

Update: Nous allons effectuer une update du jeu par rapport au temps écoulé depuis le dernier update. Cette update va permettre de mettre à jour (les attributs du joueur). De calculer la nouvelle position du joueur si il est en colision avec un mur. Et enfin calculer les nouveaux attributs du joueur si il est proche d'un portail lorsque les deux portails sont activés.

Render: Avant de faire le nouveau rendu des entités, nous allons d'abord effacer tous les rendus précédents. Enuiste nous allons effectuer le rendu de toutes les entités que nous allons détaillés dans la parties suivante.

Les renders:

Ici explication de chaque rendu des différentes entités

Le rendu des murs: Pour le rendu des murs, nous allons effectuer une boucle sur la liste des sommets triés. Pour chaque sommet, nous allons dessiner une ligne blanche entre le sommet suivant dans la liste des sommets triés et le sommet courant. Si nous sommes à la fin de la liste des sommets triés alors nous allons dessiner une ligne blanche entre le sommet courant et le premier sommet de la liste des sommets triés.

Les collisions:

Dans ce point nous allons traiter des collisions. Notre objectif est d'empêcher que notre personnage puisse passer ainsi qu'à travers les murs.

Aspect conceptuel: Nous commençons avec l'aspect conceptuel. Le personnage est représenté par un point auquel nous accordons une largeur et donc un cercle centré autour de lui. Chaque mur est composé de blocs carrés unitaires. Ainsi, nous employons un système de collisions entre un cercle et un rectangle (fig.1). Ce système s'appuie sur une méthode dite du "clamping", qui permet de connaître le point du mur le plus proche et ainsi de savoir si notre cercle est en collision avec notre rectangle. Alors deux cas s'ouvrent à nous.

Premier cas: Dans ce cas là, le cercle n'est pas en collision avec le rectangle, alors tout va bien et aucun traitement spécifique n'est à prévoir (fig.2).

Second cas: Dans ce cas ci, le cercle est en collision avec le rectangle (fig.3) et nous devons alors procéder à un repositionnement du personnage de manière à ce qu'il ne soit plus imbriqué avec le rectangle. Ce qui donne un effet visuel de glissement contre le rectangle.

Aspect technique: Maintenant, parlons de l'aspect technique. Nous définissons notre personnage, noté P, par des coordonnées représentant sa position ainsi qu'un nombre représentant sa largeur, noté L. Ainsi :

$$P = ((x; y); l), x, y, l \in \mathbb{R}$$

$$L = 0, 1^5$$

La méthode de "clamping" consiste à prendre la valeur la plus proche d'une valeur donnée dans un intervalle donné. Ce qui nous donne l'application suivante :

⁵Nous avons choisi cette valeur de manière empirique suite à une salve d'essais et de réflexions.

IV. Développement

```
float clamp(float min, float max, float value)
{
    if (value < min)
        return min;
    if (value > max)
        return max;
    return value;
}
```

A partir de cette application, nous pouvons trouver le point le plus proche d'un mur. Nos murs sont composés de blocs unitaires, c'est-à-dire que ce sont des carrés de longueur de côté 1. Pour expliquer le procédé, nous prenons un de ces blocs, que l'on notera B, et qui est représenté par l'ensemble des coordonnées des ses sommets. Pour se repérer dans l'espace, il suffit d'une coordonnée pour avoir toutes les autres. Nous choisissons arbitrairement de prendre la coordonnée à la plus basse abscisse et plus basse ordonnée du bloc que nous noterons (a ; b). Nous avons alors :

$$B = \{(a; b); (a + 1; b); (a; b + 1); (a + 1; b + 1)\}$$

Que l'on simplifiera donc par

$$B = (a; b)$$

Pour avoir le point le plus proche de B, noté C, nous devons alors "clamer" l'abscisse, resp. l'ordonnée, du personnage sur l'intervalle d'abscisse, resp. d'ordonnée, de B (fig.4). Alors :

$$C = (clamp(P.x, B.a, B.a + 1); clamp(P.y, B.b, B.b + 1))$$

Grâce à C, nous pouvons maintenant vérifier si P est à moins de 0,1 de B, et donc en collision. Pour cela, calculons la distance entre P et C :

$$dist = \sqrt{((P.x - C.x)^2 + (P.y - C.y)^2)}$$

Maintenant, nous pouvons généraliser notre réflexion à un mur pour nous offrir une légère optimisation. Nos murs sont composés de plusieurs blocs. En appliquant le traitement précédent à chaque bloc et en gardant la distance minimale, nous pouvons déterminer le point le plus proche de chaque mur cette fois ci. Ceci nous évite des comparaisons inutile par la suite. On peut alors définir DistMur :

V. Conclusion technique & personnelle

$$DistMur = \min(dist)$$

Ensuite, si $distMur > P.l$, c'est-à-dire si $dist > 0,1$, alors P n'entre pas en collision avec B (fig.2). Sinon, nous devons replacer P.

Dans ce second cas, nous devons connaître la nouvelle position de P. Il suffit alors d'ajouter la différence entre les coordonnées de P et de C :

$$P = (P.x + (P.x - C.x); P.y + (P.y - C.y))$$

Nous avons donc efficacement mis en place un système de gestion de collisions entre un cercle et un rectangle.

V Conclusion technique & personnelle

V.i Bilan du projet

Résultats obtenus

Apports technique

Apports personnels

V.ii Perspectives

Améliorations possibles

La plus grande amélioration possible serait de pouvoir voir à travers les portails lorsque les deux sont activés. (Bref explication de comment cela sera possible)

Nouvelles fonctionnalités

Parmi de nouvelles fonctionnalités, que nous pourrions rajouter en voici quelques unes:

- Permettre à l'utilisateur de créer ses propres maps
- Avoir des murs où il est impossible de tirer un portail
- Avoir des endroits au sol que lorsqu'on marche dessus, on est téléporter à la case départ

VI. Bibliographie

- Pouvoir mettre plusieurs textures différentes sur les murs
- Avoir des murs qui possèdent des trous permettant de voir ainsi que tirer des portails à travers

Un plus dans nos CV

VI Bibliographie

Gamedev Framework (GF): <https://gamedevframework.github.io/>