

Rapport du projet Starlight

Florian Knop (39310) - Gatien Bovyn (39189)

18 avril 2015

Table des matières

Introduction	4
Sections	4
Conventions de nommages utilisées	4
Nommage des fichiers	4
Classes	4
Variables	5
Variables de classe	5
Variables locales	5
Constantes	5
Méthodes	5
Getters	5
Setters	6
Autres méthodes	6
Éléments d'une énumération	6
Présentation générale du projet	7
Le jeu	7
Le fonctionnement du jeu	7
L'interface	8
Editeur de cartes	8
Possibilités de l'éditeur	9
Faiblesses de l'éditeur	9
Présentation des différentes classes	10
Modèle	10
Point	10
Line	10
LineSegment	10
Ellipse	11

Rectangle	11
Element	11
Source	12
Dest	12
Wall	12
Mirror	12
Lens	12
Crystal	12
Nuke	12
Ray	12
Level	12
Vue	12
DestinationView	12
MapView	12
MirrorView	12
NukeView	13
SourceView	13
WallView	13
Conclusion	13
Bibliographie	13
Annexes	13
Démarches mathématiques	13
Trouver l'intersection entre deux droites	13
Trouver l'intersection entre une droite et un segment	14
Trouver le(s) intersections entre une ellipse et une droite	14
Trouver le(s) intersections entre une ellipse et un segment	15

Introduction

Ce document vise à présenter le travail d'analyse et de programmation effectué lors de la réalisation du projet du laboratoire Langage C++ : Starlight.

Ce projet a été réalisé en binôme par Florian Knop, matricule 39310 groupe 2G13, et Gatien Bovyn, matricule 39189 groupe 2G11.

Le programme à concevoir consiste en une implémentation du modèle et d'une interface graphique du jeu baptisé Starlight, puzzle à 2 dimensions basé sur la lumière.

Ce projet a été compilé principalement avec g++ (version 4.8.2 ou supérieure) sous la distribution Linux Ubuntu (ou une de ses dérivée). La version du framework Qt utilisée est la 5.0.2 ou supérieure. Ce projet a été fait sous QtCreator, IDE OpenSource en version 2.8.1 ou supérieure.

Sections

Conventions de nommages utilisées

Dans cette section, nous présenterons les différentes conventions utilisées lors de ce projet. Nous avons décidé de reprendre certaines conventions utilisées par la STL (Librairie Standard) tout en utilisant d'autres conventions.

De manière globale, tous les noms de variables, classes, fichiers, etc. sont en anglais.

Nommage des fichiers

Les noms de fichiers sont entièrement en minuscules et possèdent les extensions .h pour les headers et .cpp pour les fichiers sources.

- `nomfichier.h`
- `nomfichier.cpp`

Classes

Les noms des classes commencent par une majuscule à chaque mot. Cette convention est également valable pour les noms d'énumérations et structures.

- `Classe`
- `NomClasse`
- `NomStruct`
- `NomEnumeration`

Variables

Variables de classe

Les noms des variables de classes sont en minuscules, les mots sont séparés par un underscore et le nom est suffixé par un underscore.

- `variable_`
- `nom_variable_`

Cette convention est également valable pour les variables d'une structure.

Variables locales

Les noms des variables locales respectent les mêmes conventions que les variables de classe, à la seule exception qu'ils ne sont pas suffixés par un underscore.

- `variable`
- `nom_variable`

Constantes

Les noms des constantes sont entièrement en majuscules et les mots sont séparés par des underscores.

- `CONSTANTE`
- `NOM_CONSTANTE`

Méthodes

D'une manière générale, les noms de méthodes sont en minuscules et séparés par des underscores.

Getters

Le nom d'un getter (accesseur en lecture de variable de classe/structure) est égal au nom de la variable de classe sans l'underscore final.

- Variable : `variable_` - Getter : `variable()`
- Variable : `nom_var_` - Getter : `nom_var()`

Setters

Le nom d'un setter (accesseur en écriture de variable de classe/structure) est égal au nom de la variable sans l'underscore final préfixé de **set**.

- Variable : `variable_` - Setter : `set_variable()`
- Variable : `nom_var_` - Setter : `set_nom_var()`

Autres méthodes

Les autres méthodes possèdent les mêmes conventions que celles énoncées ci-dessus.

- `methode()`
- `nom_methode()`

Éléments d'une énumération

Les éléments d'une énumération suivent les mêmes conventions que celles des constantes énoncées ci-dessus.

Présentation générale du projet

Cette section décrit les objectifs principaux et secondaires effectués lors de la réalisation de ce projet. Toutes les classes utilisées sont décrites dans la section suivante.

Le projet fini ouvre sur un menu principal permettant de jouer à Starlight, de voir les règles du jeu, d'accéder à l'éditeur de carte ou de simplement quitter.

Le jeu

Le projet permet de jouer à Starlight en important sa propre carte de jeu au format .lv1 qu'il est possible de créer soi-même grâce à l'éditeur de carte (cf. Editeur de cartes).

Il est nécessaire de préciser que le jeu part du principe que la carte fournie est sans erreurs. Une carte fournie avec erreur produira donc un arrêt immédiat de l'application.

Le fonctionnement du jeu

Le but du jeu est de déplacer un rayon provenant d'une source lumineuse pouvant être allumée ou éteinte vers une destination à l'aide de miroirs plans amovibles réfléchissant la lumière. La lumière possède une longueur d'onde comprise dans le spectre de lumière visible.

En addition avec leur déplacement, les miroirs peuvent tourner autour d'un point de pivot. Ce déplacement et cette rotation se font tout en restant dans certaines limites si celles-ci ont été définies à la création du miroir.

Une gestion des collisions a également été implémentée pour éviter que les miroirs déplacés ne heurtent les autres éléments de la carte. De ce fait, la carte de jeu fournie par Mr. Absil a légèrement été modifiée pour éviter que les miroirs ne se trouvent dans les murs à la création du niveau et qu'il soit donc impossible de les déplacer par la suite.

La carte peut aussi posséder des cristaux qui modifient la longueur d'onde du rayon les traversant, ainsi que des lentilles laissant passer la lumière d'une certaine intervalle de longueur d'onde. La couleur de la lumière est donc modifiée selon la longueur d'onde du rayon lumineux.

Et pour finir, la carte peut être munie de bombes qui terminent instantanément la partie si celles-ci sont touchées.

L'interface

L'interface graphique du jeu Starlight a été réalisée sous Qt (en version 5.0.2 et supérieures). Il s'agit ici d'une interface simple et minimaliste permettant d'effectuer la fonction de base demandée : jouer.

La fenêtre de jeu possède également des menus permettant de :

- Quitter
- Revenir au menu principal
- Charger une carte
- Quitter la carte
- Voir les règles de jeu

Les raccourcis clavier permettant d'accéder aux fonctions citées ci-dessus sont indépendants du système d'exploitation utilisé.

Les miroirs sont sélectionnés en utilisant un double clic gauche. Si un troisième clic suit, les limites de déplacement du pivot s'affichent sous la forme d'un rectangle bleu.

Les miroirs peuvent être déplacés et tournés au clavier en utilisant les touches :

- Z pour déplacer vers le haut
- S pour déplacer vers le bas
- Q pour déplacer vers la gauche
- D pour déplacer vers la droite
- Flèche directionnelle gauche pour tourner dans le sens anti-horloger
- Flèche directionnelle droite pour tourner dans le sens horloger
- SHIFT + une des touches citées ci-dessus pour se déplacer / tourner plus vite

Des sons ont été ajoutés lorsque la source est allumée ou éteinte, lorsqu'une bombe a été touchée et lorsque la destination est atteinte (cf. Faiblesses de l'interface pour plus d'informations).

Faiblesses de l'interface L'interface ne permet pas de déplacer les miroirs à la souris, mais seulement au clavier. Le rectangle bleu affichant les limites du miroir s'affiche après un 3ème clic plutôt que lors de la sélection du miroir.

Les sons ajoutés qui ont été cités ci-dessus ne s'activent toujours. Par exemple lorsque la source est allumée et éteinte très vite, mais il se peut également que la source n'émette simplement pas de son.

Editeur de cartes

L'éditeur de carte a été conçu sur base du modèle et des vues existantes. Il reprend tous les éléments disponibles dans un niveau du jeu Starlight.

Possibilités de l'éditeur

Au lancement de l'éditeur, il est possible de charger un niveau existant ou d'en créer un nouveau en personnalisant sa taille. Celle-ci ne peut être changée par la suite.

Une fois chargé/créé, il est alors possible d'ajouter de nouveaux éléments dans le niveau (mur, miroir, lentille, cristal, bombe). Comme prévu par l'énoncé, une seule source et une seule destination peuvent être incluses. Dès lors, celles-ci sont créées en même temps que le niveau et il n'est pas possible de les supprimer. Il n'est également pas possible de supprimer les murs extérieurs au niveau.

Tous les éléments ont la possibilité d'être modifiés à tous niveaux, les setters appropriés ayant été ajoutés dans les classes du modèle. Il est au minimum possible de déplacer tous les éléments, soit par le panel droit qui offre la possibilité de modifier un objet, soit par l'utilisation du clavier (Z pour le monter, S pour descendre, Q pour le translater sur la gauche et D pour une translation vers la droite).

Une fois le niveau adapté, il est possible de le sauvegarder au format `.lvl`. La classe `MapWriter` a été écrite pour l'occasion, qui permet de sauver dans un fichier un niveau, comme `MapReader` permet de le lire.

Certaines options ont été désactivées dans l'éditeur pour rendre l'édition plus agréable, notamment la gestion des collisions, les bruits et autres événements spéciaux.

Faiblesses de l'éditeur

La gestion des erreurs est totalement absente, ce qui signifie que l'utilisateur est responsable des données qu'il entre. Il est tout à fait possible de créer des éléments dont les caractéristiques ne permettront pas de jouer une partie (une source en dehors des limites par exemple).

La gestion dynamique des déplacements ne se fait que dans un sens, si l'on déplace un objet à l'aide du clavier ses propriétés dans le panel de droite seront automatiquement modifiées. Cependant, il faudra utiliser le bouton « Appliquer » du panel de droite afin que les changements effectués à cet endroit entrent en application.

Présentation des différentes classes

Dans cette section, nous allons décrire les différentes classes composants ce projet. L'implémentation du projet est divisée entre la partie modèle et la partie vue. Elle est également basée sur le design pattern Observateur / Observé comme demandé dans les consignes.

Modèle

Dans cette section, nous allons décrire les différentes classes du modèle (classes métiers). Un squelette de classes a été fourni par Monsieur Absil. Ce squelette contenait les fichiers suivants : 'point.h, source.h, dest.h, nuke.h, wall.h, crystal.h, lens.h, mirror.h, ray.h, level.h'. Nous avons décidé de modifier ce squelette tout en gardant la structure générale.

Point

La classe **Point** représente une position dans un espace à deux dimensions. Elle est munie des coordonnées **x** et **y** qui sont tous deux des nombres réels (**double**).

La classe **Point** fourni par Mr. Absil comprenait des coordonnées entières. Nous avons décidé de passer les coordonnées en nombres réels par soucis de précision.

La classe permet également de calculer la distance entre deux points grâce à la formule :

$$\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

Line

Cette classe représente une droite, elle possède un point et un angle. À l'aide de ces informations, on peut trouver n'importe quel point de la droite en ayant la distance entre le point d'origine et le point d'arrivée.

Dans les méthodes `intersects(...)` de la classe **Line**, un passage par pointeur de pointeur est fait car un pointeur est passé par valeur et lors de l'initialisation il ne pointera donc pas la même adresse mémoire que le pointeur d'origine. Si on passait donc par simple pointeur, notre pointeur copié aurait une bonne zone mémoire mais notre pointeur d'origine resterait à `*nullptr`.

LineSegment

Cette classe représente un segment de droite, elle possède deux points qui représentent les extrémités du segment.

Ellipse

Cette classe représente une conique de forme elliptique. C'est-à-dire une ellipse ou un cercle.

Rectangle

Cette classe représente une forme géométrique rectangulaire. Elle possède un point supérieur gauche ainsi qu'une longueur et hauteur nous permettant de retrouver facilement les autres extrémités de la forme.

Cette classe sert à représenter les objets Source et Destination.

Element

La classe Element est la super-classe de tous les éléments pouvant se trouver sur une carte de jeu. Il s'agit de :

- Source
- Dest
- Wall
- Mirror
- Lens
- Crystal
- Nuke

La classe Ray (cf. Ray) n'est pas un élément, les éléments concernent les objets pouvant interragir avec un rayon. Il s'agit principalement d'une classe **tag** pouvant donner le type de l'élément. Son rôle est de pouvoir retrouver le type d'un objet lors d'une intersection (cf. Level).

Une énumération fortement typée est donc présente. Elle s'appelle **Type** et reprend les noms des éléments cités ci-dessus.

Source

Dest

Wall

Mirror

Lens

Crystal

Nuke

Ray

Level

Cette classe représente la classe principale du jeu, elle gère toute la logique métier du jeu. Elle permet de calculer la trajectoire du rayon lumineux.

Vue

L'interface graphique a été réalisée en 'Qt' à la main.

Les classes composant la partie vue de l'application sont :

DestinationView

Description Classe modélisant la destination à atteindre par le rayon émis depuis la source pour gagner la partie.

MapView

Description Classe représentant le plateau de jeu, où tous les éléments sont disposés et affichés.

MirrorView

Description Classe représentant un miroir sur lequel un rayon peut être réfléchi.

NukeView

Description Classe représentant une bombe, élément explosif du plateau qui fait perdre la partie si touché par un rayon lumineux (RayView).

SourceView

Description Classe représentant une source lumineuse sur le plateau de jeu. Elle dispose de 2 états, allumée ou éteinte. Passer d'un état à l'autre change l'image la représentant et produit un son d'interrupteur.

WallView

Description Classe représentant un mur, élément visuel sur lequel le rayon est stoppé.

Conclusion

Bibliographie

Annexes

Démarches mathématiques

Trouver l'intersection entre deux droites

$$D \equiv y = ax + b \tag{1}$$

$$D \equiv x = k \tag{2}$$

(1) représente une droite non verticale. (2) représente une droite verticale où k est une valeur quelconque sur l'axe des x .

Dans un premier temps, il faut tester que la pente a est différente. Si cette dernière est égale, il n'y a pas d'intersections. En effet, si les pentes sont les mêmes, cela signifie que les droites sont soit parallèles soit égales. Dans le cas de droites égales, on considère qu'il n'y a pas d'intersections, bien qu'en réalité il y en a une infinité.

Si la pente est différente, l'intersection entre deux droites est assez simple, il suffit d'injecter une variable d'une des deux équations dans l'autre. Dans le cadre du projet, il faut évidemment faire attention aux droites verticales.

Le cas d'une droite verticale :

On injecte (2) dans (1).

$$D \equiv y = ak + b \quad (3)$$

Avec (3) on obtient y du point dont le $x = k$ pour une droite verticale (2).

Pour deux droites non verticales on injecte le y d'une équation de type (1) dans le y d'une autre équation de typ (1).

$$aremplir \quad (4)$$

$x = \frac{(y-b)}{a}$ pour une droite non verticale dont le y est celui obtenu plus tôt (1).

Trouver l'intersection entre une droite et un segment

Trouver le(s) intersections entre une ellipse et une droite

La formule d'une ellipse est :

$$E \equiv \frac{(x - x1)^2}{a^2} + \frac{(y - y1)^2}{b^2} = 1$$

où $x1$ et $y1$ sont respectivement les coordonnées x et y du centre de l'ellipse.

où a et b sont respectement les rayons de l'axe x et y .

Pour trouver une intersection entre une ellipse et une droite, il faut éгалer deux variables identiques :

On doit donc remplacer la variable x ou y de la droite dans l'équation de l'ellipse.

Le cas de la droite verticale :

Dans ce cas la, il n'y a pas de choix, il faut remplacer x dans l'équation de l'ellipse. Nous avons également décidé de refactoriser l'équation en prenant le PPCM (Plus petit commun multiple) de $a^2 * b^2$ que nous apellerons ici lcm pour Least Commun Multiple. Ce choix a été fait pour éviter les overflows lorsque de nombres trop grands sont mis au carré et multipliés. Bien que dans notre cas, on nous avons rarement des nombre pouvant obtenir un tel résultat.

$$E \equiv (lcm y \cdot (k - x1)^2) + ((y - y1)^2 \cdot lcm x) = lcm$$

où $lcm y$ est le facteur par lequel il faut multiplier b^2 (rayon y au carré) pour obtenir lcm ,

où $lcmx$ est le facteur par lequel il faut multiplier a^2 (rayon x au carré) pour obtenir lcm .

$$E \equiv lcmy \cdot (k - x1)^2 + (y^2 + y1^2 - 2 \cdot y1 \cdot y) \cdot lcmx = lcm$$

$$E \equiv lcmy \cdot (k - x1)^2 + lcmx \cdot y^2 + lcmx \cdot y1^2 - 2 \cdot lcmx \cdot y1 \cdot y - lcm = 0$$

Avec ceci, il reste plus qu'à résoudre l'équation du second degré avec

$$\rho = b^2 - 4ac$$

où

$$a = lcmx$$

$$b = 2 \cdot lcmx \cdot y1 \cdot y$$

$$c = (lcmy \cdot (k - x1)^2) + (lcmx \cdot y1^2) - lcm$$

Le nombre d'intersections est différent selon la valeur de ρ .

$$n = \begin{cases} 0 & \text{si } \rho < 0 \\ 1 & \text{si } \rho = 0 \\ 2 & \text{si } \rho > 0 \end{cases}$$

$$y = \frac{-b}{2a}$$

$$y1 = \frac{(-b + \sqrt{\rho})}{2a}$$

$$y2 = \frac{(-b - \sqrt{\rho})}{2a}$$

On a donc le(s) y du/des points d'intersections, et le x vaut k (de l'équation de départ).

Le cas de la droite non verticale :

C'est le même principe que le cas de la droite verticale sauf que pour trouver la deuxième variable finale il faudra remplacer la variable trouvée dans l'équation de la droite.

Trouver le(s) intersections entre une ellipse et un segment

Il s'agit du même principe que les intersections droite/segment. Il faut vérifier les intersections entre les ellipses et un segment transformé en droite et ensuite vérifier si les points d'intersections se trouvent sur le segment.