# Voorwoord

Na zo’n acht weken geleden in het diepe te worden gegooid met dit project, kunnen we nu toch wel stellen dat het een geslaagd project is.  
Met niet al te veel kennis werd ons opgedragen een 3D spel te maken ter afsluiting van onze minor. Een samenwerkingsverband waarin niemand elkaar kende, en een opdracht die groot zo leek dat beginnen onmogelijk leek. Toch is het gelukt, een geslaagd spel met als titel “Medieval Invasion”. Na een brainstormsessie kwamen we tot de conclusie een origineel thema voor ons spel te willen. Een spel met als thema de middeleeuwen, in combinatie met een alien invasie. Tijdens het proces zijn we veel problemen tegen gekomen, met de hulp van de studentassistenten waren deze problemen echter altijd goed te overkomen. Dank daarvoor aan Julian Faber, Tim Rensen en Bert **ACHTERNAAM**.

Contents

[Voorwoord 1](#_Toc378188117)

[Introductie 4](#_Toc378188118)

[Game Design 5](#_Toc378188119)

[Leveleditor 6](#_Toc378188120)

[Modus 6](#_Toc378188121)

[Wat 6](#_Toc378188122)

[Texture 6](#_Toc378188123)

[Opslaan/laden 6](#_Toc378188124)

[Verdieping 6](#_Toc378188125)

[Navmesh 7](#_Toc378188126)

[GameObject: Enemy 7](#_Toc378188127)

[Hitbox 7](#_Toc378188128)

[Healthbar 7](#_Toc378188129)

[Enemy: PathFinding 8](#_Toc378188130)

[feromonen 8](#_Toc378188131)

[Navigation Mesh 9](#_Toc378188132)

[Begaanbare Gebieden (Clipper) 10](#_Toc378188133)

[Geblokkeerde gebieden (Clipper) 10](#_Toc378188134)

[Genereer Driehoeken (poly2tri) 11](#_Toc378188135)

[Vinden van Buren (poly2Tri) 11](#_Toc378188136)

[Vinden van een Driehoek route met de navmesh 11](#_Toc378188137)

[Vinden van Route met Funnel Algorithm 12](#_Toc378188138)

[GameObject: weapons 13](#_Toc378188139)

[Zwaard 13](#_Toc378188140)

[Vuurwapen 13](#_Toc378188141)

[schild 14](#_Toc378188142)

[GameState 14](#_Toc378188143)

[Use cases 16](#_Toc378188144)

[Conclusie 18](#_Toc378188145)

[Evaluatie Ruben Koeze 19](#_Toc378188146)

[Literatuur 19](#_Toc378188147)

# Introductie

Dit rapport heeft betrekking op het in Java geschreven 3D spel Medieval Invasion. Dit spel is gemaakt ter afronding van de minor Software ontwikkelen en toepassen. De game is gebouwd op de basis van de Java files van “MazeRunner”, verkregen bij het vak Computer Graphics.

Voor het spel werden een aantal eisen gesteld. Zo moest het een 3D Java game betreffen met daarin een aantal aspecten. Hieronder vielen onder andere het programmeren van vijanden met enige intelligentie, het maken van een leveleditor waarin volledige levels gemaakt kunnen worden, een scoresysteem en een loginsysteem. Al deze eisen zijn op eigen wijze geïnterpreteerd en geïmplementeerd in het spel. Door het spel op een incrementele manier te bouwen is het spel gedurende het hele proces een werkend geheel gebleven. Hierdoor konden nieuwe methoden makkelijk geïmplementeerd en gelijk getest worden. Dit kwam de snelheid en overzichtelijkheid van het werk ten goede. Op deze manier werd gelijk duidelijk waar de eventuele ontwerpfouten in het spel zaten. Ook was op deze manier eenvoudig en snel te achterhalen waar eventueel performance-problemen van het spel zich bevonden. Dit in combinatie met GitHub voor het versiebeheer zorgde ervoor dat het ontwikkelen van het project een vloeiend geheel was.

# Game Design

Het originele thema van de game, een alien invasie van een middeleeuws kasteel, is uitgewerkt tot een First-Person actie game. Hierbij draait het voornamelijk om het doden van de aliens doormiddel van een zwaard of pistool. De speler heeft de mogelijkheid om de standaard campaign te spelen of om zelf levels te ontwikkelen en spelen. Bij de campaign is het uiteindelijke goal het vinden van de uitgang van ieder level, waardoor de campaign uitgespeeld kan worden. Bij eigen levels kan in ieder level een uitgang geplaatst worden. Hierbij wordt in de level editor de mogelijkheid geboden om een volgend level te selecteren of het einde van het verhaal aan te geven.

De uitgang van een level moet gevonden worden, maar ondertussen wordt de speler gehinderd door vijandelijke aliens. Hun doel is het elimineren van de speler. Doormiddel van pathfinding en swarm-intilligence zijn deze vijanden slimmer gemaakt. Het verslaan van vijanden levert punten op voor de speler. Upgrades, zoals nieuwe zwaarden en pistolen, kunnen het verslaan van vijanden makkelijker maken.

Score-multipliers verhogen de score bij het verslaan van een enemie. Hierdoor heeft de speler een extra uitdaging, versla voor ieder level de highscore. De highscores worden opgeslagen in de database en kunnen later teruggekeken worden. Levels kunnen sneller uitgespeeld worden door een speed-upgrade te pakken en hierdoor sneller door het level te bewegen. Voor het uitspelen van de levels moeten verschillende deuren geopend worden, Hierdoor zullen delen van levels meerdere malen gepasseerd moeten worden, waardoor het vrijwel onmogelijk wordt om alle vijanden te ontwijken.

Een level kan meerdere verdiepingen bevatten, waardoor het spel de extra dimensie beter benut. Een speler kan zich omhoog en omlaag verplaatsen doormiddel van hellingen in de levels. Tevens is er zwaartekracht toegevoegd, zodat de speler door gaten in het een verdieping naar een onderliggende verdieping kan vallen.

De campaign bestaat uit drie korte levels:

* Het eerste level bevindt de speler zich in de catacombe van het kasteel.
* Vervolgens bereikt de speler het plein van het kasteel waar veel vijanden verslagen moeten worden.
* In het laatste level is de speler opgesloten in een doolhof op de toren van het kasteel en moet de uitgang van dit doolhof gevonden worden.

# Leveleditor

Voor het eenvoudig ontwerpen van levels is een leveleditor gemaakt. Deze leveleditor kan worden gestart vanuit het startmenu. Eenmaal in de editor kan een volledig nieuw level gecreëerd worden of kan een bestaand level aangepast worden. De leveleditor bestaat uit een menu met opties aan de linkerkant, en een bovenaanzicht van het level aan de rechterkant. Door opties aan de linkerkant te selecteren, kunnen de verschillende aspecten van het level aan de rechterkant gemanipuleerd worden. Hieronder zal kort worden besproken wat de verschillende opties in het menu doen.

## Modus

In dit menu kan gekozen worden voor de teken of gum modus. Wanneer de tekenmodus geselecteerd is zal elk punt wat aangeklikt wordt, opgeslagen worden. Hierover zullen vervolgens dingen getekend worden. Wanneer de gum-modus aangevinkt is kunnen aspecten uit het level verwijderd worden. Als deze modus aangevinkt staat zal het gene wat verwijdert wordt wanneer er geklikt wordt groen worden. Dit kan door de muis over het level te bewegen.

## Wat

Hierin kan geselecteerd wat er moet worden getekend of gegumd, afhankelijk van wat de geselecteerde modus is. Muur, plafond en vloer spreken voor zichzelf. Wanneer object geselecteerd is kan uit een lijst onderaan het menu geselecteerd worden wat voor object getekend moet worden. Hier kunnen de verschillende vijanden gekozen worden, maar ook de ramp, deur en levelexit kunnen hiermee getekend worden. Met de levelinfo optie kan de beginpositie van de speler geselecteerd worden. Ten slotte kan met de upgrades knop een scala aan pick-ups getekend worden. Welke getekend wordt is wederom afhankelijk van de optie geselecteerd in het menu onderaan alle opties.

## Texture

In dit menu zijn alle textures zichtbaar. Deze hebben betrekking op bijna alles wat getekend wordt. Wanneer een muur getekend wordt, zal deze de texture krijgen die in dit menu geselecteerd staat.

## Opslaan/laden

Met deze drie knoppen kan een level worden opgeslagen, geladen of er kan een volledig nieuwe map gecreëerd worden. De standaard directory is de /savefiles/ map. Hierin zullen alle levels opgeslagen staan.

## Verdieping

Door middel van deze knoppen kan een nieuwe verdieping gemaakt worden. Wanneer de knop “Nieuwe verdieping” ingedrukt wordt, zal de gebruiker een aantal keuzes voorgeschoteld krijgen. Zo moet de breedte en hoogte van het level opgegeven worden. Ook de hoogte van het level is relevant. In het dropdown menu kan geselecteerd worden op welke verdieping gewerkt moet worden in de leveleditor.

## Navmesh

Met deze knop kan de “navmesh” gegeneerd worden. Hiermee kan gecontroleerd worden of het level “toegankelijk” is voor de vijanden. Wanneer er groene driehoeken worden gegenereerd is duidelijk waar de vijand kan lopen. Als dit niet het geval is, dan is er een probleem ontstaat bij het opbouwen van het level.

# GameObject: Enemy

In het spel is ervoor gekozen om 3 verschillende vijanden te implementeren. Er is een vliegende vijand, genaamd Bathos, een kleine predator en een iets grotere predator (“grote” predator ziet er hetzelfde uit als de “kleine” predator, maar is iets groter). Er is één enemy klasse die gameobject extends. In de leveleditor beaaplt een speler wat voor soort vijand hij wil en aan de hand van de uitput van de leveleditor wordt in de constructor de juiste vijand geladen met bijbehorende waardes. Verder worden de modellen van alle drie de vijanden vanuit .obj files geïmporteerd. De modellen van zowel bathos als predator zijn gedownload.

Het Bathos model is na het downloaden eerst omgezet naar de goede afmeteingen en vervolgens opgesplits in drie aparte modellen: lichaam en twee vleugels. Dit is zo gedaan zodat het animeren van de vleugels makkelijker verloopt. Het animeren van het gehele model vereist namelijk het inladen van meerdere modellen alleen voor Bathos. Door de vleugels apart in te laden is het mogelijk doormiddel van rotaties en translaties de vleugels te animeren zonder gebruik te maken van meerdere modellen.

De beide predator modellen hebben een soortgelijke behandeling gekregen. Het predator model is opegesplitst in 5 aparte modellen: twee armen, twee benen en een lichaam. Deze opsplitsing heeft dezelfde oorzaak als het Bathos model, namelijk animatie.

Om wat meer uitleg te geven over hoe het animeren verloopt wordt één van de armen van de (kleine) predator als voorbeeld genomen. Bij het inladen van het lichaam en de arm wordt de arm op de goede plek ingeladen, maar het middelpunt van de arm bevindt zich op hetzelfde punt als het middelpunt van het lichaam. Deze middelpunt( van beide) bevindt zich ter hoogte van de vloer direct onder het lichaam. Om de rototatie van de arm goed te laten verlopen wordt de arm eerst omlaag getransleerd vervolgens geroteerd en daarna weer terug getransleerd.

De andere ledematen en de vleugels worden op soort gelijke manier geanimeerd.

## Hitbox

De hitboxes van alle drie de vijanden zijn heel simpel. Het zijn namelijk cilinder vormige hitboxes. In het xz-vlak is het een cirkel en in het y-vlak heeft een een minimum en maximum y-waarde. De straal van de cirkel is voor zowel Bathos als de kleine predator 1,0. Voor Bathos zal een kleinere straal er beter uitzien, maar omdat de snelheid van de kogels waarmee je kan schieten 2,0(dus elke update 2,0 aflegt) is ervoor gekozen om ook Bathos een straal van 1,0 (dus diameter van 2,0) te geven. De grotere predator heeft een iets grotere straal, namelijk 1,2.

De maximum y-waarde komt bij alle drie tot net boven hun hoofd. De minimum y-waarde bij de beide predators is op gelijke hoogte met de vloer. Bij Bathos, een vliegende vijand, komt het tot zijn benen.

## Healthbar

De healthbar van de vijanden bestaat uit twee quads van verschillend kleur, waarbij de ene quad één pixel voor de andere quad staat. De afmetingen van de achterste quad zijn constant, maar de afmetingen van de voorste quad zijn afhankelijk van de health van de vijand. Deze afmeting wordt, aan de hand van een simpel bereking, aangepast naarmate de vijand minder health heeft.

Verder is de healthbar altijd naar de player toe gericht. Doormiddel van de vector die van de vijand naar de player wijst is bepaalt welke hoe de healthbar moet hebben in wereldcoördinaten zodat het altijd naar de player toe is gericht.

# Enemy: PathFinding

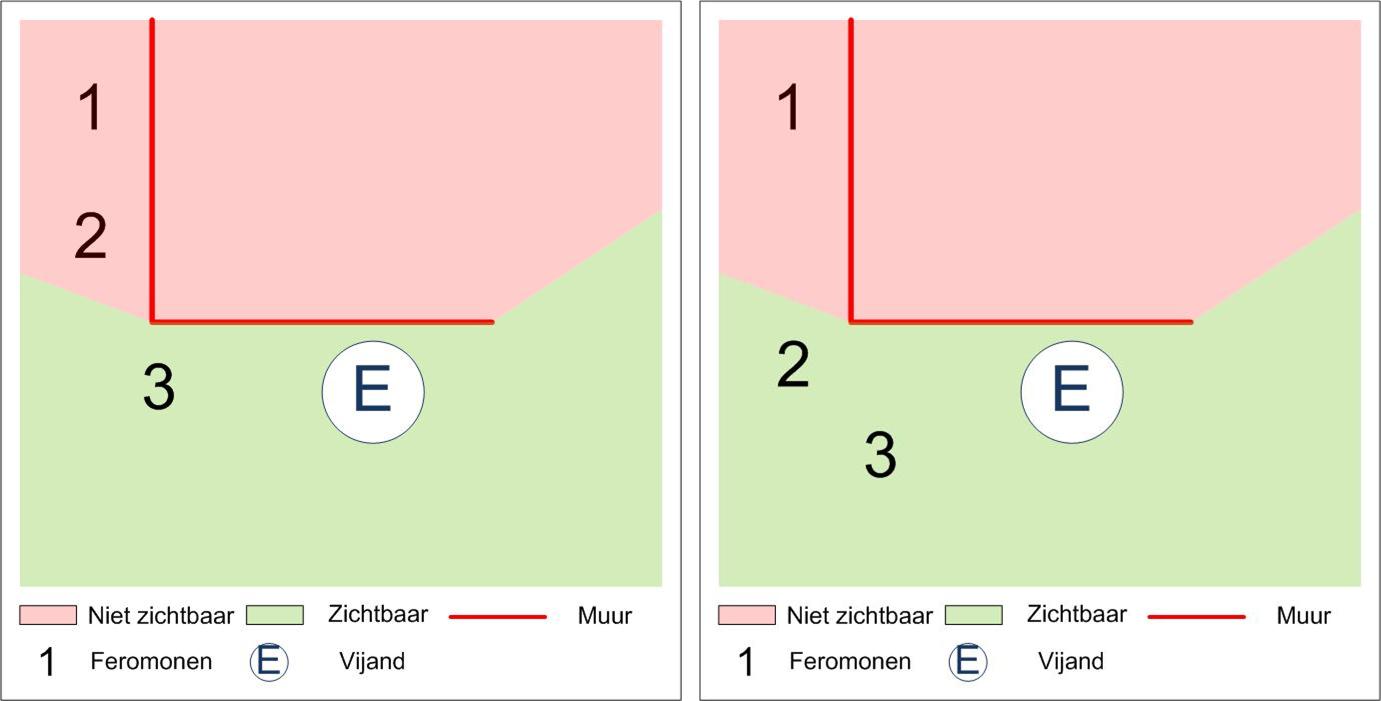
Voor enige intelligentie van de vijanden is het vinden van routes noodzakelijk. Het vinden van routes tussen de speler en een vijand wordt op twee verschillende manieren geregeld. Voor lange afstanden is een navigatie mesh gebruikt, een lijst van driehoeken waarop de vijanden een route kan zoeken. Voor korte afstanden is gebruik gemaakt van feromonen.

## feromonen

Voor het vinden van een route op korte afstanden wordt gebruik gemaakt van feromonen. De speler laat gedurende het gehele spel feromonen achter. Dit zijn geuren die over tijd vervagen en uiteindelijk verdwijnen. De vijanden kunnen deze geuren opvangen en hierdoor achter de speler aanlopen. Op korte afstanden kunnen hiermee vloeiende routes naar de speler gevonden worden. De vijand loopt achter de speler aan en zal zijn route vrijwel kopiëren.

Het kiezen van feromonen wordt op de volgende manier afgehandeld. In het eerste deel van Figuur 1 zijn drie feromonen en een vijand te zien. De feromonen wordt op volgorde afgewerkt, waarbij begonnen wordt met feromonen met de sterkste geur. De lijst wordt dus afgewerkt van meest recent naar minst recent neergelegd. In het voorbeeld wordt feromoon 1 als eerste afgemerkt. Aangezien dit feromoon niet zichtbaar is voor de vijand, een muur blokkeert het zicht, gaat het algoritme verder met feromoon 2. Voor deze feromoon geld het zelfde als voor feromoon 1. Feromoon 3 is het eerste zichtbare feromoon, waarna het algoritme stopt. De vijand beweegt zicht voort naar feromoon 3, waarna het algoritme herhaald wordt.

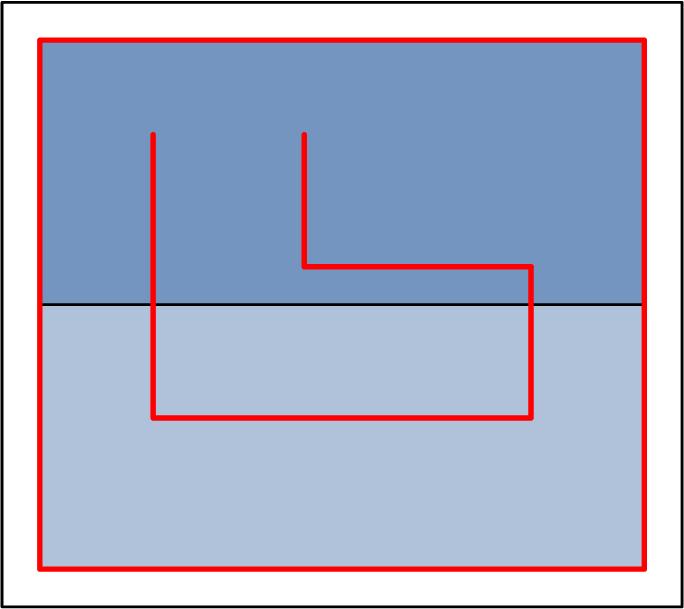
In het tweede deel van Figuur 1 zal de vijand feromoon 2 zijn en het algoritme voortijdig beëindigen. Het zicht van de vijand voor het zien van feromonen is niet oneindig, dus als een feromoon buiten een gedefinieerde afstand ligt wordt het volledig genegeerd.



Figuur 1: Feromonen

## Navigation Mesh

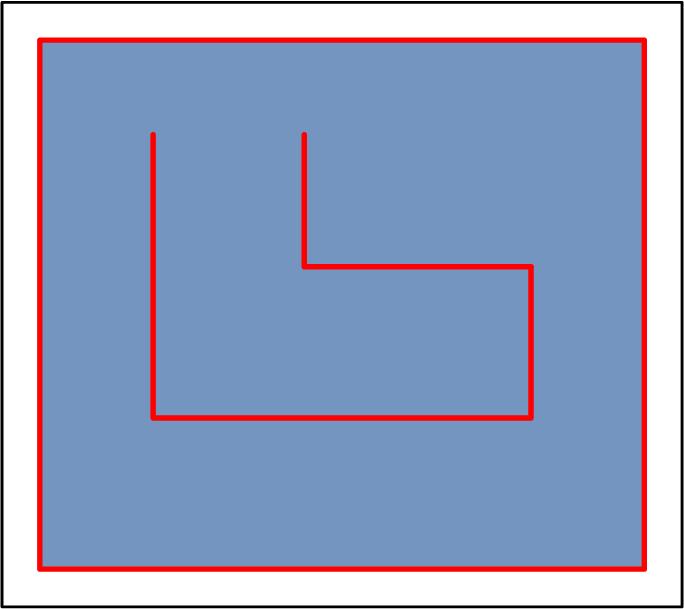
Voor het vinden van routes over langere afstanden wordt gebruikt gemaakt van een navigation mesh (navmesh). Dit is een lijst met driehoeken waarover de vijand kan lopen. De navmesh wordt opgebouwd per verdieping van een level. Voor het opbouwen van de navmesh is de tutorial Christoph Romstöck gebruikt [1]. Hier is aangeraden om zowel clipper [2] als poly2tri [3] te gebruiken. Hieronder volgt een uitleg over het generen van de navmesh en het gebruik van de navmesh. Hierbij wordt een navmesh gegenereerd voor het voorbeeld level in Figuur 2.



Figuur 2: Voorbeeld level Navmesh

### Begaanbare Gebieden (Clipper)

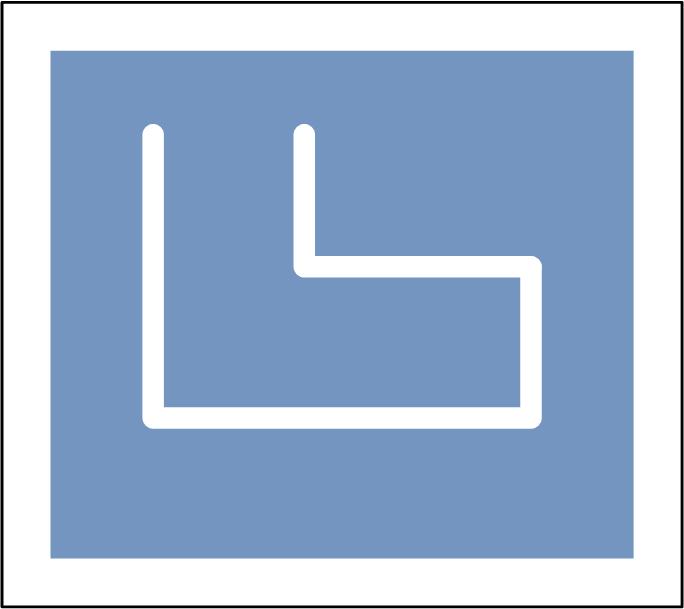
Doormiddel van clipper kunnen er polygons gecreëerd worden waarop een vijand kan bewegen. Hiervoor word de begaanbare gebieden toegevoegd aan clipper. In het voorbeeld zijn dit de blauwe vloeren. Deze vloeren worden vervolgens samengevoegd tot een groot polygon. Op deze wijze kunnen er verschillende textures op de vloer van het level afgebeeld worden (in het voorbeeld blauw en licht blauw), maar heeft de vijand de mogelijkheid om op alle vloeren te lopen. Het resultaat is te zien in Figuur 3.



Figuur 3: Begaanbare gebieden samengevoegd

### Geblokkeerde gebieden (Clipper)

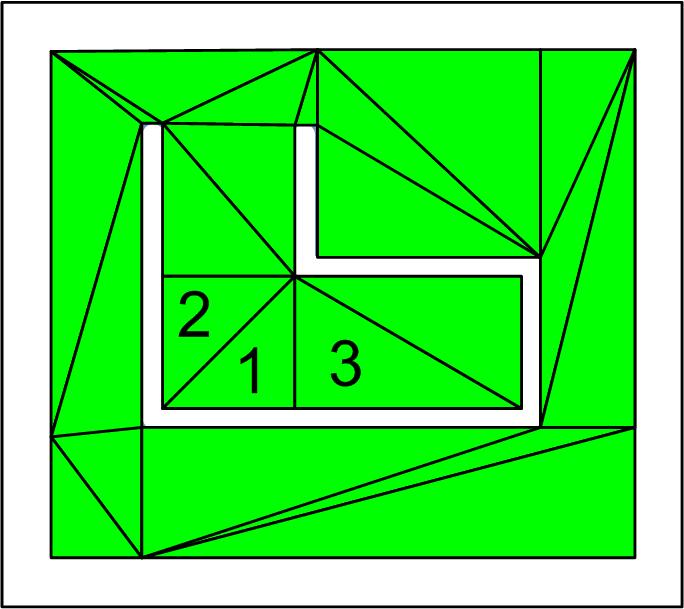
De muren van het level (de rode lijnen in het voorbeeld) moeten verwijdert worden uit de begaanbare gebieden, anders heeft de vijand de mogelijkheid om door muren heen te lopen. Hiervoor worden alle muren toegevoegd aan de geblokkeerde gebieden. Om rekening te houden met de afmetingen van de vijand worden de geblokkeerde gebieden vergroot. Dit kan automatisch gedaan worden met clipper. Vervolgens is het mogelijk om de het verschil tussen de begaanbare en de geblokkeerde gebieden te bepalen met clipper. Hierdoor ontstaat er een polygon met alle locaties waarop de vijand zich kan bevinden. Het resultaat is te zien in Figuur 4.



Figuur 4: Geblokkeerde gebieden verwijdert

### Genereer Driehoeken (poly2tri)

Voor het gebruik in een navmesh moeten alle polygons convex zijn. Dit kan het makkelijkst bereikt worden door alle polygons op te delen in driehoeken. Dit kan gedaan worden met de het programma Poly2Tri. Hiervoor moeten de polygons helaas omgezet worden van clipper polygons naar poly2tri polygons. De polygons kunnen nu met dit programma omgezet worden in driehoeken. Het resultaat is te zien in Figuur 5.



Figuur 5: Driehoeken gegenereerd

### Vinden van Buren (poly2Tri)

De driehoeken van de navmesh moeten gekoppeld worden als buren. Hiervoor worden de aanliggende driehoeken toegevoegd aan de buren van iedere driehoek. Dit kan gedaan worden door alle driehoeken met overeenkomende zijden aan elkaar te koppelen. In het voorbeeld op Figuur 5 moet driehoek 1 gekoppeld worden aan 2 en 3.

De gevonden driehoeken in de klasse navmeshgeneration worden nu door gegeven aan de klasse navmesh. In deze klasse wordt het vinden van routes verzorgt.

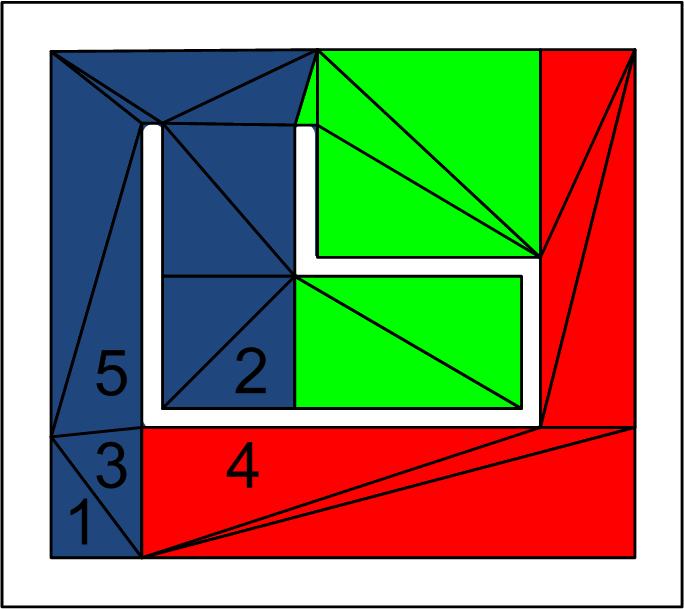
### Vinden van een Driehoek route met de navmesh

Voor het vinden van de route is opgedeeld in twee delen. Eerst wordt er doormiddel van een A\* pathfinding algoritme over de driehoeken een route gezocht. Dit resulteert in een route bestaand uit driehoeken. Ook hier is een simpele tutorial gevolgd [4]. Deze tutorial maakt echter gebruik van vierkant polygons in plaats van driehoeken . De implementatie van het algoritme is hierdoor zelf geschreven aan de hand van de tutorial.

Het A\* pathfinding algoritme gaat alle driehoeken af tot er een route is gevonden. In het voorbeeld op Figuur 6 wordt een route gezocht tussen driehoek 1 en 2 (het begin een eind punt van de route liggen in deze driehoeken). Het zoeken wordt begonnen bij driehoek 1. Aangezien driehoek 3 de enige buurman van driehoek 1 is zal het algoritme meteen verder gaan met driehoek 3. Driehoek 1 wordt als ouder van driehoek 3 opgeslagen.

Bij driehoek 3 moet er echter een keuze gemaakt worden tussen twee driehoeken. Er wordt gekozen voor de driehoek waarbij de te verwachte afstand het kleinst is. De verwachte afstand F is in dit geval gedefinieerd als F = G + H. Hierin is G de afgelegde afstand om de driehoek te bereiken en H de afstand hemelsbreed tussen het midden van de driehoek en het einde van de route. In het voorbeeld is dit waarschijnlijk driehoek 4. Driehoek 3 wordt als ouder van driehoek 4 opgeslagen.

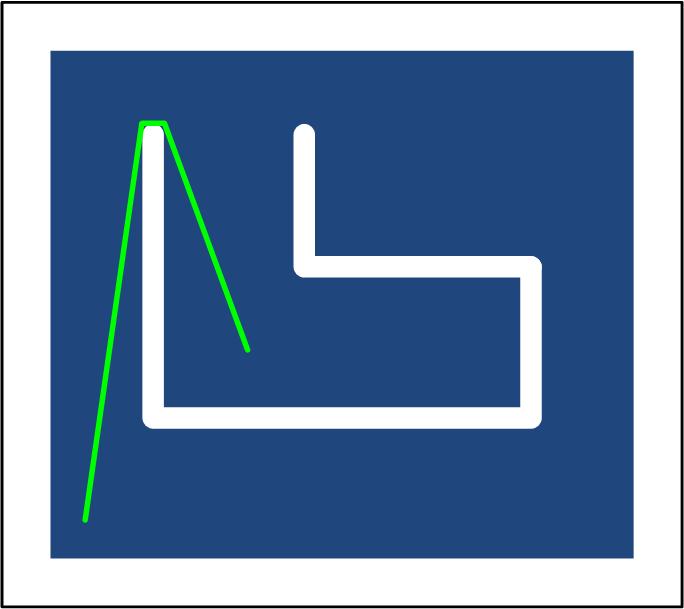
Het zoeken van driehoeken met de beste verwachte afstand wordt nu herhaalt totdat het eindpunt bereikt wordt. Waarschijnlijk wordt bij de volgende iteratie driehoek 5 gevonden (een driehoek op de juist route) en driehoek 3 wordt als ouder van driehoek 5 opgeslagen. Bij het zoeken van driehoek 2 worden waarschijnlijk de rode en blauwe driehoek gebruikt. De blauwe driehoeken zijn uiteindelijk de kortste route. Door vanaf de laatste driehoek (driehoek 2) alle ouders op te zoeken kan de route terug gevonden worden.



Figuur 6: Driehoek Route

### Vinden van Route met Funnel Algorithm

Als laatste stap in het vinden van een route moet de route omgezet worden van een route van driehoeken naar een route van punten. In eerste instantie is dit gedaan door van iedere driehoek het midden te nemen. De vijand loopt hierdoor echter geen mooie route, maar zal veel heen en weer lopen over de driehoeken. Er is daarom gekozen om een Funnel Algorithm toe te passen [5]. Dit algoritme zoekt ieder noodzakelijk hoekpunt van de route. Dit wordt gedaan door te testen of het punt buiten de visie (funnel) van de enemie valt. Hierdoor wordt de uiteindelijke route verkregen, zoals te zien is in Figuur 7.



Figuur 7: Uiteindelijke route

# Enemy: intelligence

Voor de vijanden van dit spel is een kleine hoeveelheid intelligentie toegevoegd. Het doel van de vijand is het doden van de speler. Hiervoor heeft de vijand de mogelijkheid om naar de speler toe te lopen. De vijand loopt op de speler af doormiddel van de feromonen als de speler eenmaal in de visie van de vijand is geweest. De visie is een maximale afstand van de vijand waarbinnen hij de speler of andere vijanden waarneemt. De vijand zal de speler nu blijven volgen, totdat de vijand sterft.

De vijand heeft tevens de mogelijkheid om te communiceren met andere vijanden (swarm intilligence). Als de speler in de visie komt van de vijand, roept deze naar omliggende vijanden. Er kan alleen gecommuniceerd worden met vijanden binnen zijn visie. De vijand geeft de locatie van de speler door aan de andere vijanden en zij zullen via de navmesh een route zoeken naar de speler. Een vijand heeft de mogelijkheid om met andere vijanden te communiceren door een muur, zolang het maar in zijn visie blijft.

Een vijand, die de locatie van de speler heeft verkregen van een andere vijand, zal via de navmesh zoeken naar de speler. Als de speler binnen de visie van de vijand komt zal de vijand overschakelen op bewegen via feromonen en eventueel andere vijanden informeren.

# GameObject: weapons

De player heeft, over het hele spel, beschikking tot twee typen wapens: een zwaard of een vuurwapen. (Aan het begin heeft hij alleen beschikking tot een zwaard, maar doormiddel van pickups kan hij beter zwaarden en een vuurwapen krijgen). Elke type wapen heeft een eigen klasse die GameObject extend (Sword.java en RangedWeapon.java). Wanneer de player een zwaard kiest heeft hij ook een schild vast. Deze extend ook GameObject een heeft ook een eigen klasse(shield.java).

## Zwaard

Het zwaard wordt op hetzelfde punt geladen als de positie van de player. Verder wordt zijn positie en manier van display ten opzichte van de camera berekend door middel van bolcoördinaten met de player als middelpunt.

Het zwaard model(ook geladen vanuit een .obj file) bestaat uit een arm en een zwaard die vast wordt gehouden door de arm. Het zwaard model en arm model zijn beide gedownload en later in het programma Blender samengevoegd tot één model.

Om met het zwaard te slaan moet de speler op rechtermuisknop klikken. Wanneer dat is gedaan vindt er een slaan animatie plaats. Dit is een simpel combinatie van tranlaties en rotaties per frame. Wanneer het zwaard de laaste frame van de slaan animatie bereikt wordt gechecked of er een vijand is geraakt.

Het checken of een vijand geraakt wordt, wordt gedaan door de methode damage, die in Enemy.java zit, aan te roepen. Deze methode wordt voor elke vijand aangeroepen. Bij de aanroep worden de hipoint en de damage van het zwaard als argument meegegeven. Per vijand bekijkt de methode dan of de hitpoint overeen komt met de hitbox van de desbetreffende vijand. Als dat zo is wordt voor die vijand de health vermindert. Verder geeft de methode damage ook een boolean terug, maar deze heeft alleen functionaliteit voor vuurwapens.

Zoals hierboven vermeld kan de speler, doormiddel van pickups, een beter zwaard krijgen. Wanneer dat gebeurt wordt het model vervangen door een nieuw model. (Deze nieuwe model is opdezelfde manier gemaakt als het eerste zwaard). Verder wordt de damage van het zwaard verhoogd. Al het andere blijft opdezelfde manier werken.

## Vuurwapen

Na het oppakken van een bepaald soort pickup krijgt de speler ook de beschikking tot een vuurwapen. De positie en display wordt zoals het zwaard gedaan aan de hand van bolcoördinaten met de player als middelpunt.

Het model bestaat uit een futuristisch raygun. Bij de raygun is er geen arm toegevoegd omdat de handgreep buiten beeld valt.

Om te schieten moet de speler rechtermuisknop klikken. Op dat moment wordt er een bullet object aangemaakt (bullet.java extend GameObject). Deze bullet wordt dan toegevoegd aan de arraylist van bullets gemaakt in MainClass.java. In de buller klasse wordt dan per kogel de positie en display bijgehouden. Verder wordt er per update gechecked of de bullet collision heeft met een vijand of een muur. Het checken van collision met vijand wordt gedaan doormiddel van de hierboven besproken damage methode: per update wordt de damage methode aangeroepen met als argumenten de positie van de kogel. Als deze methode schade toe brengt aan de vijand en dus ‘true’ teruggeeft, wordt de kogel uit de arraylist verwijdert. Collision met muur gaat op soortgelijke manier.

## schild

Wanneer de player een zwaard heeft, heeft hij ook beschikking tot een schild. De positie en display hiervan wordt hetzelfde afgehandelt als zwaard en vuurwapen. Het model hiervan bestaat uit een arm die een schild vasthoudt. (de schild en arm waren eerst aparte modellen, maar zijn samengevoegd met behulp van Blender). Om de schild te gebruiken dient de speler zijn rechtermuisknop te klikken/vasthouden. Op dat moment wordt de schild wat directer voor de speler. Animatie hiervan is ook gedaan door translaties en rotaties.

Wanneer de schild wordt gebruikt, kan er geen schade aan de player worden toegebracht, maar de speler kan, zolang hij rechtermuisknop inhoudt, niet slaan met zijn zwaard.

# GameState

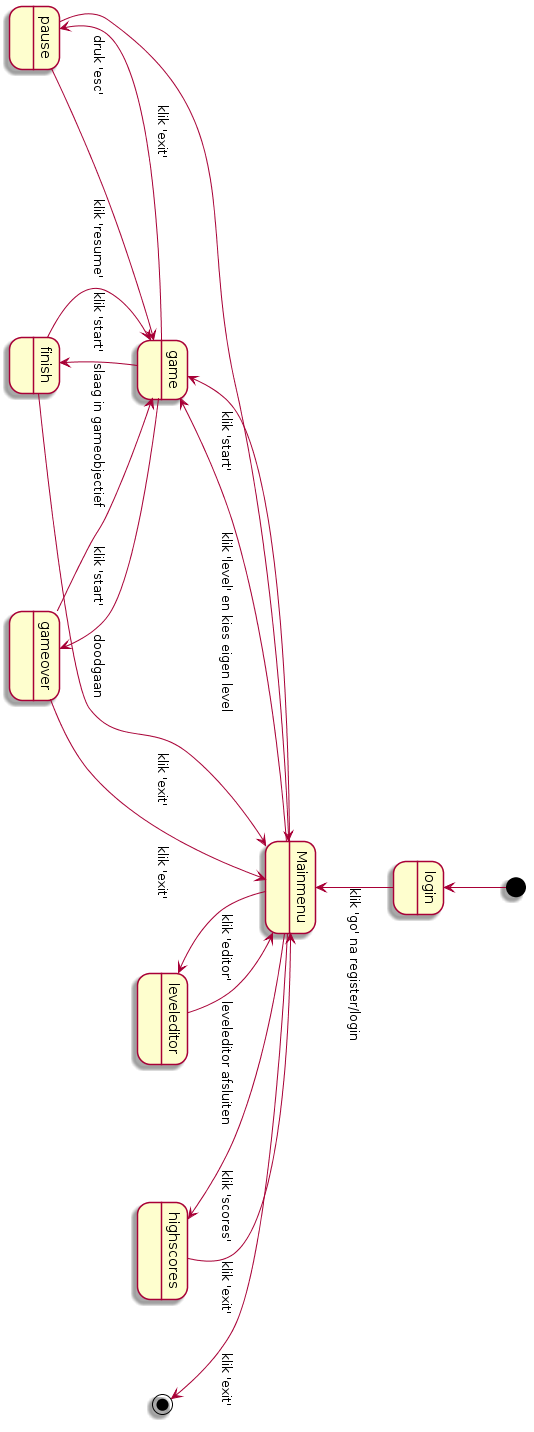
In het spel zitten acht verschillende gamestates.(Negen, als de STOP\_STATE wordt meegeteld. Maar het enige wat deze doet is een system.exit() gebruiken). De verschillende states zijn in een enumerated gezet. De GameStateManager houdt bij in welke state het spel zit. Doormiddel van de methode GameStateUpdate wordt van gamestate gewisseld en door gebruik te maken van een getState() kan de huidige state worden gevraagd.

Een probleem dat aan het begin plaats vond was dat bij het switchen tussen gamestates de init(GLAutoDrawable arg0)-methode van de nieuwe state niet werd aangeroepen. Dit is verholpen door handmatig de init-methode aan te roepen. Omdat deze methode een GLAutoDrawable nodig had, moest het aanroepen in de display/render-methode worden gedaan. Om ervoor te zorgen dat de init-methode maar één keer werd aangeroepen als je de state net binnen gaat is er in de GameStateManager, per state, een boolean toegevoegd. Voor elke zo een boolean is er ook een get- en set-methode toegevoegd. Aan de hand van de PAUSE\_STATE en MAINGAME\_STATE zal er uitgelegd worden wat er precies wordt gedaan.

Stel de speler zit in het pauze menu. Dan is de huidige state dePAUSE\_STATE. Verder staat de hierboven genoemde boolean van de PAUSE\_STATE (genaamd sPause) op ‘true’, aangezien de init van het pauze menu al is aangeroepen. (De boolean van MAINGAME\_STATE, sMainGame, staat nu op false wat de init-methode van maingame is niet uitgevoerd). Wanneer de speler nu op ‘resume’klikt, gaat hij naar de MAINGAME\_STATE. Op het moment van klikken wordt ten eerste aan de GameStateMANAGER doorgegeven dat de huidige state de MAINGAME\_STATE is. Verder wordt sPause op ‘false’ gezet (zodat als de speler weer naar het pauze menu gaat de init wel kan worden uitgevoerd). Omdat sMainGame op ‘false’staat wordt de init-methode van maingame uitgevoerd. Aan het eind van init wordt sMainGame op ‘true’gezet zodat het niet weer wordt uitgevoerd.

Een ander probleem dat plaats vond heeft te maken met in wat voor omgeving elke state zat(2D of 3D). Van alle verschillende states is de MAINGAME\_STATE de enige state in een 3D omgeving. Het spel begint in een 2D omgeving, namelijk de LOGIN\_STATE. Het switchen tussen 2D omgevingen of switchen van een 2D omgeving naar 3D omgeving ging altijd goed. Maar in eerste instantie gaf het switchen van een 3D omgeving naar een 2D omgeving wat problemen. Dat is later verholpen door aan het eind van de init-methode van elke 2D state gl.glDisable(GL.*GL\_DEPTH\_TEST*) en gl.glDisable(GL.*GL\_LIGHTING*) toe te voegen.

Een overzicht van alle states en hoe de speler tussen elke state kunt u vinden op het op gamestate diagram op de volgende pagina.



# Use cases

|  |  |
| --- | --- |
| Use case | Het spel starten |
| Beschrijving | Het spel spelen vanaf het opstarten |
| Actoren | Speler (primair) |
| Aannames |  |
| Stappen | 1. Resolutie selecteren  #2. Inloggen **of** registreren  3. if (ander level gewenst) THEN  3.1 Level selecteren  4. Spel starten |

|  |  |
| --- | --- |
| Use case | Het spel uitspelen |
| Beschrijving | Het spel uitspelen vanaf begin level |
| Actoren | Speler (primair) |
| Aannames |  |
| Stappen | 1. REPEAT  1.1 Vind levelexit  1.2 Druk op enter  UNTIL geen vervolglevel |

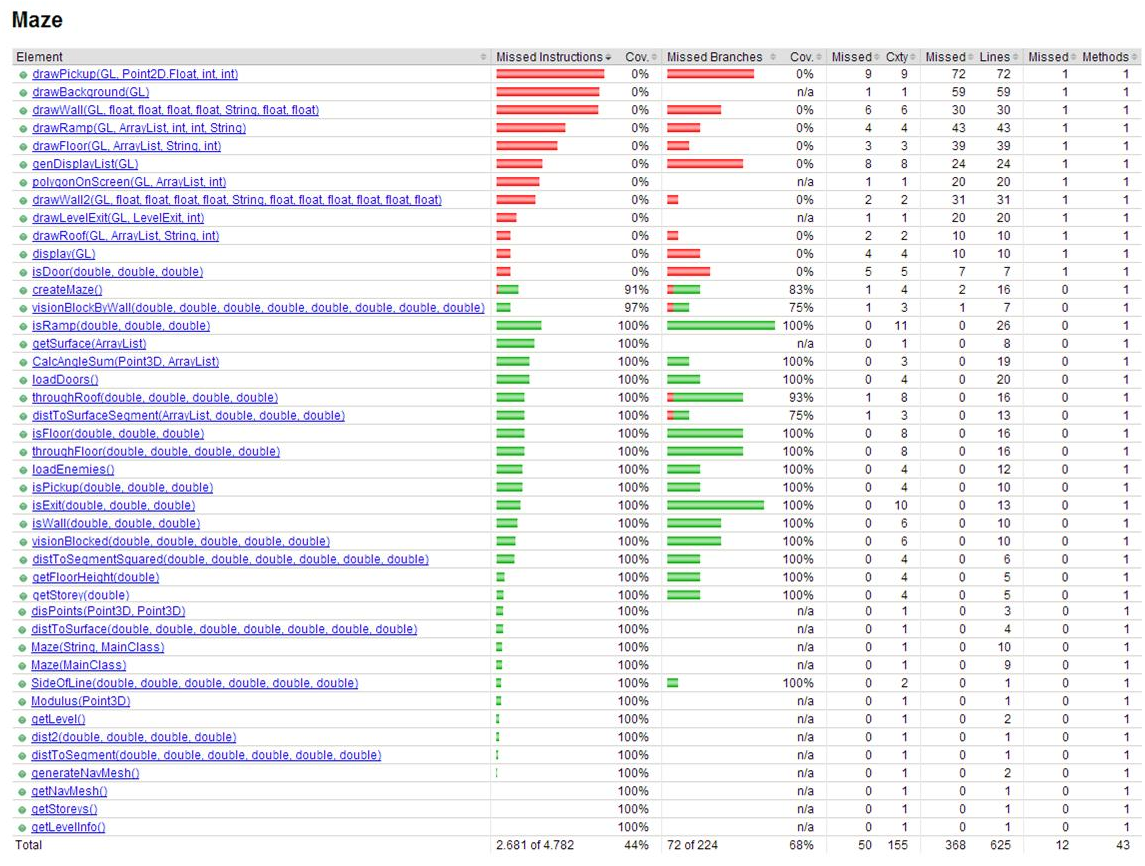
|  |  |
| --- | --- |
| Use case | Een deur openen |
| Beschrijving | Het openen van een deur in het spel |
| Actoren | Speler (primair) |
| Aannames |  |
| Stappen | 1. Knop voor deur vinden  2. Over knop heen lopen  3. Voor deur gaan staan |

|  |  |
| --- | --- |
| Use case | Vijand vermoorden |
| Beschrijving | Het vermoorden van een vijand in het spel |
| Actoren | Speler (primair) Vijand |
| Aannames |  |
| Stappen | 1. IF zwaard THEN  1.1 Vijand benaderen  REPEAT  1.1.1 Vijand slaan  UNTIL vijand dood  ELSE  REPEAT  1.2 Op vijand schieten  UNTIL vijand dood |

# Testing

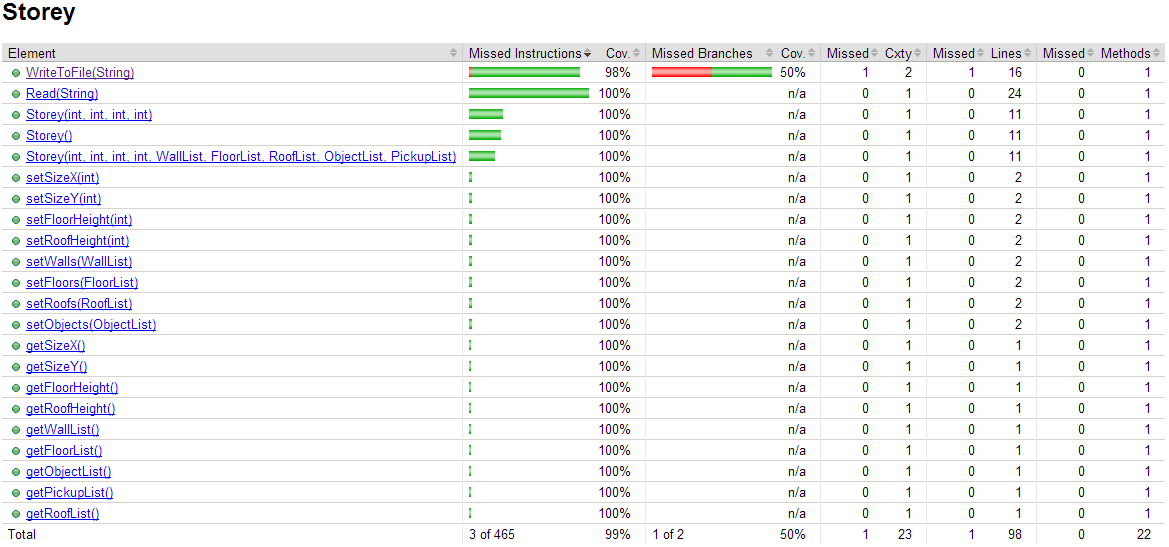
Er zijn twee unit test geschreven voor dit project. De testen zijn uitgevoerd op Maze en Storey, de twee klassen die samen een level opbouwen. Het testen van deze klasses is gebeurt aan de hand van een testlevel: JUnitTestLevel. Het is voor het testen noodzakelijk om over dit level te beschikken. Het coverage report van deze klasse is te zien in Figuur 8.

De eerste unit test is geschreven voor de klasse Maze. Aan de hand van het coverage report zijn vrijwel alle branches getest. De methodes waarin de maze drawing gebeurt zijn niet getest. Hierdoor is de coverage maar 44%. Als de drawing methodes niet meegeteld worden resulteert dit in een coverage van 85,6%. Door coördinaten in het spel op te zoeken zijn zoveel mogelijk verschillende testen uitgevoerd op bijvoorbeeld de collision.

****

Figuur 8: Maze Coverage Report

De klasse Storey is voornamelijk belangrijk voor het inlezen en wegschrijven van Levels. Eerst wordt hier getest of de Read functie op de juiste manier werkt. Hiervoor wordt het JUnitTestLevel in geladen. Alle get en set methodes zijn hierna getest aan het ingeladen level. Bij de WriteToFile wordt getest door dit level naar een file weg te schrijven. Er wordt hier één branche gemist op het moment dat de test voor een tweede maal gedraaid wordt. De savefile is dan al aangemaakt waardoor de test de branche “MisssingFile” mist. Hierdoor is er maar een branche coverage van 50% in Figuur 9. Als de test echter voor het eerst uitgevoerd wordt of de map Floor 1 uit JUnitTestLevel2 leeggemaakt wordt deze branche wel getest.



Figuur : Storey Coverage Report

D

# Conclusie

Medieval Invasion is een in acht weken gecreëerd 3D game in Java. Het spel werkt zoals het hoort. Toch zijn bugs niet onoverkomelijk. In het spel en de leveleditor, wanneer het intensief gebruikt wordt, zitten toch nog aardig wat fouten. Dit heeft te maken met de doelen die gesteld zijn aan het begin van het project. Sommige waren wellicht wat te ambitieus. Dit zorgt voor een enorme tijdsdruk wanneer het project zijn einde nadert. Toch kan gesteld worden dat de game een succes is. Ook al is acht weken kort, er kan toch met trots naar de game gekeken worden. De game verhoudt zich niet met de spellen van nu, maar kan toch plezierig zijn om een keer te spelen.

# Evaluatie Ruben Koeze

In eerste instantie was mijn taak om met Guido samen de leveleditor te maken. Dit ging vrij voorspoedig, en al snel, toen de basis van de leveleditor stond ben ik overgegaan naar het opbouwen van de maze. Hierna zijn alle taken door elkaar heen gaan lopen. Aspecten van de game die gedaan moesten worden werden gemaakt door degene die klaar was met hetgene waar hij daarvoor mee bezig was. Zo heb ik bijgedragen aan de leveleditor, het opbouwen van het level, het visuele ontwerp van de menu’s, het visuele ontwerp van de hulpmiddelen in de game, de kern van het spel en het loginsysteem.

In het begin leek de opdracht onmogelijk, ik had geen idee waar ik moest beginnen. Toen we eenmaal op gang kwamen viel het uiteindelijk wel mee. Over sommige aspecten van de game moest goed worden nagedacht, en hebben we dan ook brainstormsessies gehad. Zo was de vraag hoe we de muren zouden opbouwen, hoe vijanden zouden reageren, wat de manier van aanvallen zouden zijn en ga zo maar door. Toch zijn we overal goed uitgekomen, vooral door goed met elkaar te overleggen en gezamenlijk een oplossing te kiezen.

Al met al denk ik dat ik veel heb opgestoken van dit project. Mijn Java programmeerkunsten zijn in ieder geval een stuk beter geworden. Ook het werken in een groep is voor mij nog nooit zo intensief geweest als hiervoor. Toch ben ik niet helemaal te spreken over hoe het project in elkaar zit. Je wordt toch wel erg in het diepe gegooid wanneer het project start. Ook ben je volledig afhankelijk van de studentassistenten, die hun best doen, maar zeker niet alles weten. Ook viel het me op dat ik de docent maar twee keer in de volle acht weken op toch 16 uur werkgroep heb gezien.

# Evaluatie HassaN al Mahmoedi

Mijn eerste taak tijdens het project was om samen met Johnny Wang een gamestate manager te maken. Omdat we allemaal weinig programmeer ervaring hadden verliep dat in eerste instantie heel stroef. Door veel google werk, wat hulp van de assisteneten en wat trial en error was het uiteindelijk toch gelukt. Daarna bespraken we gaande weg steeds af wie wat moest doen. Hierdoor kwam het erop neer dat ik me, in het vervolg, vooral bezig heb gehouden met de verschillende gameobjecten zoals enemy, player,doorr en de verschillende wapens en animaties ervan. Voor de animaties van de wapens en vijanden heb ik ook wat werk moeten doen in het rpogramma Blender.

Tijdens het project zijn we verschillende problemen tegengekomen. Hetgene waar ik het langst vast zat, was, zoals hierboven vermeld, het maken van de gamestate manager.

Eend ander probleem dat we tegenkwamen was het inladen van 3D modellen. Na veel werk van Guido Remmerswaal was het uiteindelijk gelukt om .obj files in te laden. Toen ik daarna de vijanden wilde animeren kwam we er achter dat .obj modellen niet te animeren zijn. Omdat het te veel tijd zou kosten om een andere object loader te maken hebben we daar uiteindelijk omheen gwerkt.

Verder ben ik weing problemen tegengekomen. Natuurlijk lukte alles niet in één keer, maar dat had meer met het feit te maken dat we weinig programmeer ervaring hadden.

Hetgeen waar ik me helaas aan heb gestoord is dat er voor dit project bij de vakbeschrijving alleen OOP programmeren als voorkennis stond terwijl als eis voor het project gesteld werd dat je misntens één element uit elk ander minorvak moest implementeren. Aangezien ik een vrije minor volg en alleen OOP programmeren van de overige minor vakken heb gedaan vond ik het wel raar.

Over het algemeen denk ik dat het project best goed is verlopen. Ik vond dat ik in een goed groep zat waarin iedereen zijn taken goed en op tijd heeft gedaan. Ook Ik heb veel programmeer ervaring opgedaan.

# Evaluatie Guido Remmerswaal

Over de gehele game ben ik samen met Ruben verantwoordelijk geweest voor de LevelEditor. Aan het begin van het project hebben we de basis van de LevelEditor opgebouwd en gedurende het project hebben we dit up-to-date gehouden. Na de basis van de LevelEditor heb ik mij voornamelijk bezig gehouden met het inladen van 3D modellen. Hiervoor heb ik een tutorial gevolgd en dit hierna zelf uitgebreid.

Aan het einde van het project heb ik mij gericht op het uitbreiden van het pathfinding algoritme. Johnny had een feromonen algoritme geïmplementeerd, maar met dit algoritme was het niet mogelijk om swarm-intilligence toe te voegen. Voor de pathfinding heb ik een NavigationMesh gebruikt. Na het schrijven van een A\* pathfinding algoritme heb ik als laatste nog een kleine hoeveelheid swarm-intelligence toegevoegd.

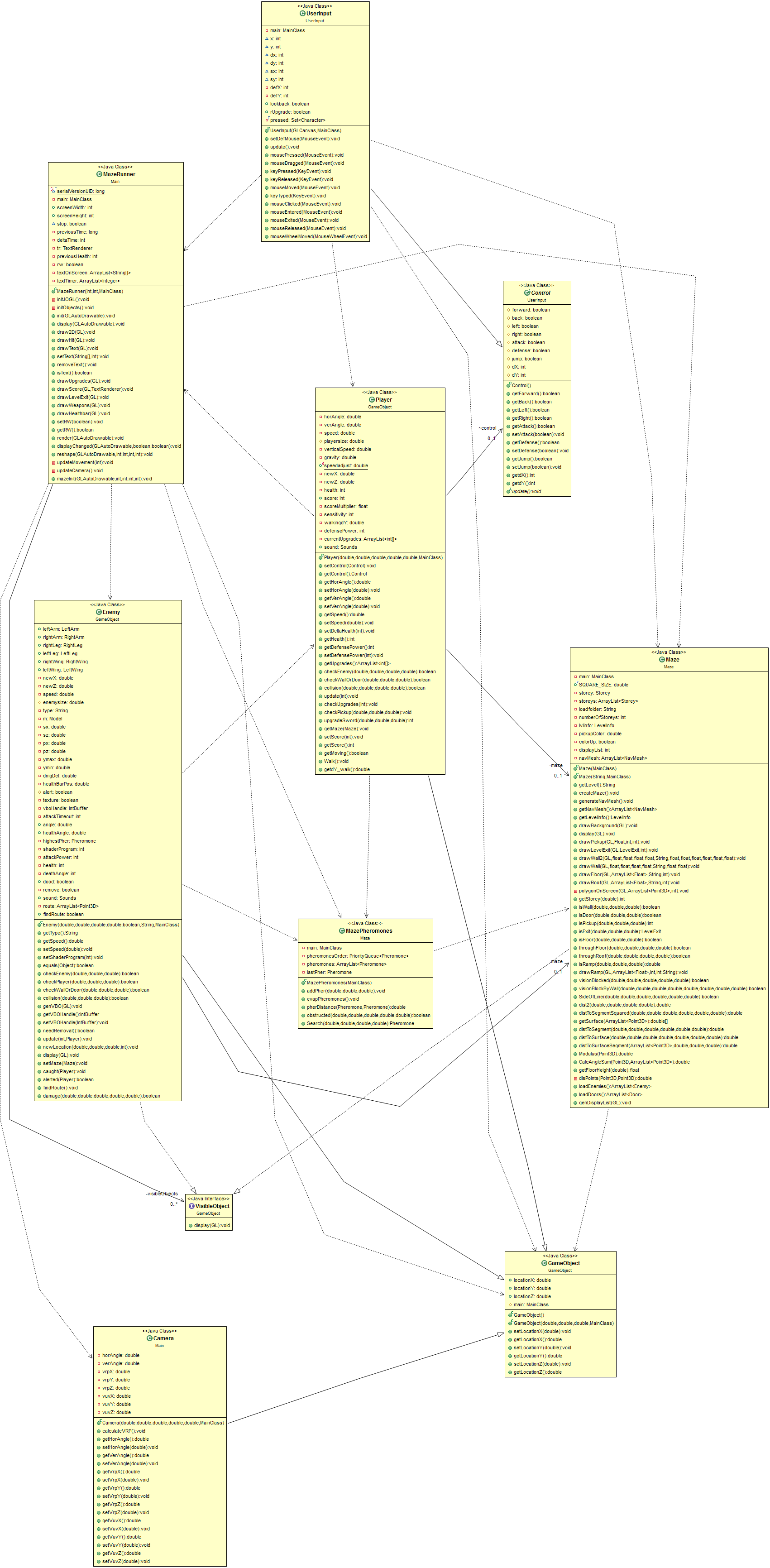
In VWO 6 heb ik een 3D game in elkaar gezet met een game-engine. Hierdoor had ik enig idee wat onze mogelijkheden voor deze game waren. Het moeilijke aan dit project was het ontwikkelen van een eigen game-engine. Bij inladen van 3D modelen, wat in een game-engine automatisch gaat, heb ik de meeste problemen gevonden. Na de tutorial te hebben omgezet van LWJGL (een game-engine voor JOGL) naar JOGL, bleek de manier van inladen geen textures te gebruiken. Hiervoor moest ik de VertexBufferObject methode uitbreiden, waardoor ik het inladen van modellen opnieuw kon schrijven. Ook het genereren van de NavigationMesh heeft veel problemen opgeleverd. Voordat Clipper en Poly2Tri gebruikte kan worden moeten er nog een aantal testen uitgevoerd worden. Het schrijven van een methode om te bepalen of een polygon in een ander polygon ligt heeft hierbij de grootste problemen gegeven.

Het ontwikkelen van een eigen game-engine heeft mij veel geleerd en meer waardering gegeven voor de games van dit moment. Het nadeel van dit project is dat er nog twee vakken gevolgd moeten worden tijdens de periode, maar dit moet ook direct in het de game geïmplementeerd worden. De opdracht is daarna niet volledig duidelijk over de eisen van de game en ook de studentassistenten weten niet precies wat noodzakelijk is. Hierdoor wordt het project een minder overzichtelijk.

# Literatuur

[1] Christoph Romstöck, *Generating 2D Navmeshes*, Bezocht op 8-1-2014, URL: <http://www.gamedev.net/page/resources/_/technical/artificial-intelligence/generating-2d-navmeshes-r3393>  
[2] Angus Johnson, *Clipper*, Bezocht op 8-1-2014, URL: <http://www.angusj.com/delphi/clipper.php>  
[3] *Poly2Tri,* Bezocht op 8-1-2014, URL: <https://code.google.com/p/poly2tri/>   
[4] Patrick Lester, A\* *Pathfinding for Beginners* , Bezocht op 9-1-2014, URL: <http://www.policyalmanac.org/games/aStarTutorial.htm>  
[5] Ash Hamnett, *Funnel Algorithm,* Bezocht op 10-1-2014, URL: <http://ahamnett.blogspot.nl/2012/10/funnel-algorithm.html>

# gameClass diagram



*Extra uitleg*

Er zijn nog meer classes die in de gameplay gebruikt worden, maar die hierboven niet zijn bijgevoegd. Het betreft klasses zoals leftArm.java, leftWing.java (deze zijn onderdelen van enemy), walls.java, door.java (deze zijn onderdelen van maze). Alle niet bijgevoegde klasses die wel onder gameplay vallen zijn onderdeel ofwel van enemy of van maze. Maar omdat het om een heleboel (relatief simpele) klasses gaat is ervoor gekozen om ze niet in het diagram te zetten zodat er wat overzicht is.

# Applicatie Architectuur diagram

