

STRESZCZENIE

ABSTRACT

SPIS TREŚCI

Streszczenie	1
Abstract	2
Spis treści	3
Wykaz ważniejszych oznaczeń i skrótów	5
1. Wstęp i cel pracy (Bogna Lew, Zofia Sosińska)	6
2. Przegląd strategii czasu rzeczywistego	7
2.1. System dialogów w grze Mass Effect 3 (Bartosz Strzelecki)	7
2.2. Model sztucznej inteligencji przeciwników w grach RTS (Bartosz Strzelecki)	8
2.3. Mechanizm budowania oraz zarządzanie zasobami w Warhammer 40,000: Dawn of War (Bogna Lew)	9
2.4. Mechanizm walki oraz zarządzania ekipunkiem w Kingdom Come: Deliverance (Bogna Lew)	10
2.5. Pasek najważniejszych informacji w interfejsie użytkownika gry Warcraft3 (Zofia Sosińska)	11
2.6. Sterowanie jednostkami w grze Mount&Blade (Zofia Sosińska)	11
2.7. Kompas w grze Skyrim (Zofia Sosińska)	12
2.8. Przedstawienie dostępnych pułapek do zbudowania w grze Orcs must die! (Zofia Sosińska)	12
2.9. Przekazywanie informacji o świecie w grze Dead by Daylight (Bartosz Strzelecki)	14
2.10. Model celowania w grze Phoenix Point (Bartosz Strzelecki)	14
2.11. System Nemesis w grach Middle-earth: Shadow of War oraz Middle-earth: Shadow of Mordor (Bogna Lew)	15
3. Technologie, algorytmy i narzędzia	16
3.1. Przegląd silników (Bogna Lew)	16
3.2. Narzędzia dostępne dla silnika Unity	17
3.2.1. Terrain Toolbox (Bogna Lew)	17
3.2.2. Navmesh (Bartosz Strzelecki)	17
3.3. Struktury danych	18
3.3.1. ScriptableObject (Bogna Lew)	18
4. Projekt systemu	20
4.1. Organizacja (Bartosz Strzelecki)	20
4.1.1. Główne etapy projektu	20
4.2. Skład zespołu projektowego	20
4.3. Analiza i specyfikacja wymagań (Bogna Lew)	20
4.3.1. Wymagania dla mechanizmu budowania (Bogna Lew)	21
4.4. Opis świata gry (Bogna Lew)	22
4.5. Poruszanie postacią (Bogna Lew)	22
4.6. Interfejs użytkownika (Zofia Sosińska)	22
4.6.1. Interfejs podstawowy	23
4.6.2. Menu stawiania budynków	23
4.6.3. Tryb walki	24

4.7. Nawigacja (Zofia Sosińska).....	24
4.8. Mechanizm budowania (Bogna Lew).....	25
4.9. Sterowanie jednostkami, podążanie za główną postacią (Zofia Sosińska)	25
4.10.System dialogów (Bartosz Strzelecki)	26
4.11.Sztuczna inteligencja (Bartosz Strzelecki)	26
4.12.Widzenie przez ściany (Bartosz Strzelecki)	27
5. Implementacja	28
5.1. Kontroler postaci (Bogna Lew)	28
5.2. Interfejs Użytkownika (Zofia Sosińska).....	29
5.2.1. Interfejs podstawowy	29
5.2.2. Menu stawiania budynków.....	29
5.3. Zasady działania kompasu (Zofia Sosińska)	30
5.4. Mechanizm budowania (Bogna Lew).....	33
5.5. System dialogów (Bartosz Strzelecki)	33
5.6. Sztuczna inteligencja (Bartosz Strzelecki)	34
5.6.1. Mechanika zachowań klas jednostek.....	35
5.6.2. Sztuczna inteligencja przyjaznych jednostek.....	36
5.7. Widzenie przez horyzont (Bartosz Strzelecki).....	36
6. Podsumowanie	38
Wykaz literatury.....	39
Wykaz rysunków.....	41
Wykaz tabel.....	41

WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ I SKRÓTÓW

1. WSTĘP I CEL PRACY (BOGNA LEW, ZOFIA SOSIŃSKA)

Postrzeganie świata przed erą wielkich odkryć geograficznych znacząco różniło się od tego, które dominuje obecnie. Dawniej nie podejmowano decyzji strategicznych na podstawie precyzyjnych map, lecz ludzie zmuszeni byli budować przestrzenny obraz istniejącej sytuacji w toku dyskusji z naocznymi świadkami, takimi jak dowódcy czy podróżnicy.

Współczesne gry komputerowe, których fabuła osadzona jest w tych czasach, stosuje wiele uproszczeń. Ma to na celu poprawienie jakości rozgrywki gracza, jednakże sprawia, że nie oddaje w pełni realiów. Często obraz dzisiejszych możliwości zasłania faktyczne dowodzenie w czasach, w których dzieje się gra. Technologia nieznana starożytnym teraz pozwala oficerom na wydawanie rozkazów na podstawie dokładnych map poprzez radio. Jednak w dawniejszych czasach było to niemożliwe. W większości gier historycznych grywalna postać momentami ma wręcz boskie umiejętności i wiedzę. Zwykły człowiek nie był w stanie w jednej chwili zobaczyć całego grywalnego świata i wydać komendę jednostkom, znajdującym się na drugim jego końcu, o przemieszczeniu się do punktu z dokładnością do jednego metra.

Celem projektu jest zaprojektowanie oraz zaimplementowanie gry strategii czasu rzeczywistego RTS (ang. real-time strategy) osadzonej we wczesnym średniowieczu z trybem rozgrywki dla jednego gracza. Udostępniane przez nią mechaniki mają jak najlepiej oddawać realia tamtych czasów, przy jednoczesnym zachowaniu podstawowych cech tego gatunku. Omówione rozwiązanie powinno zbalansować narzucone ograniczenia tak, aby nie pogarszać jakości rozgrywki.

W rozdziale "Wprowadzenie do dziedziny" zostały przedstawione przykłady podstawowych mechanik w grach strategii czasu rzeczywistego. Kolejny rozdział skupia się na podstawowych narzędziach oraz technologiach wykorzystywanych do wytwarzania gier komputerowych. Dodatkowo preczyje wybrane przez zespół środowiska, które zostaną wykorzystane do implementacji rozwiązań. W kolejnym rozdziale został przedstawiony projekt wytwarzanej gry. Skupia się on na wizji zespołu oraz oczekiwanych efektach. Na koniec, w rozdziale "Implementacja" zaprezentowane zostały osiągnięte rezultaty oraz w jaki sposób je opracowano.

2. PRZEGŁĄD STRATEGII CZASU RZECZYWISTEGO

"Starożytni świat widzieli inaczej, mniej płasko"[1]. Dobrze obrazującym ówczesne postrzeganie przestrzeni przykładem jest mapa Imperium Rzymskiego, pokazana na 2.1. Czytanie jej dosłownie mija się z celem. Nie są na niej zachowane ani proporcje, ani strony świata. Mimo tego, że basen Morza Śródziemnego został ówcześnie dosyć dokładnie oddany, "nie wydaje się, aby Rzymianom współczesna kartograficzna wierność była potrzebna"[1]. "Dowódcy opierali się na swojej wiedzy, wiedzy wynajętych przewodników oraz informacjach zwiadowców i tubylców"[1].



Rysunek 2.1: Mapa basenu Morza Śródziemnego z czasów Imperium Rzymskiego

Na odbiór gry wpływają zawarte w niej mechaniki. Twórcy bardzo częstosłosują w nich uproszczenia, co ma na celu ułatwienie graczowi wykonywanie zadań. Ma to jednak ogromny wpływ na zachowanie realizmu w grach, zwłaszcza tych opartych na wydarzeniach historycznych oraz prawdziwym świecie.

W niniejszym rozdziale zostały przedstawione wybrane mechaniki wykorzystywane w grach typu RTS. Omówione zostało ich działanie na podstawie przykładów z wybranych gier. Celem tego jest obrazowe zaprezentowanie ich integralności w grach oraz wpływu na rozgrywkę.

2.1. System dialogów w grze Mass Effect 3 (Bartosz Strzelecki)

Systemy dialogów w grach wideo kształtują wciągającą historię, umożliwiając graczom dokonywanie wyborów, które wpływają na relacje między postaciami, zadania i narrację gry. Odkrywają wiedzę, pogłębiają zaangażowanie i oferują dynamiczną rozgrywkę poprzez różnorodne podejmowanie decyzji. W Mass Effect 3 system dialogowy jest integralną częścią rozgrywki, pozwalając graczom na prowadzenie rozmów z różnymi postaciami w trakcie gry. System dialogów w Mass Effect 3 wykorzystuje

interfejs oparty na kole dialogowym^{2.2}. To koło przedstawia graczom wiele opcji odpowiedzi podczas rozmów, zwykle podzielonych na kategorie według ich ogólnego tonu lub intencji. Dostępne opcje często obejmują wybory, dyplomatyczne, agresywne, konfrontacyjne oraz opcje neutralne lub śledcze. Podczas niektórych rozmów lub przerywników filmowych gracze mogą przerwać trwającą rozmowę, szybko wybierając określoną opcję dialogową. Te opcje przerywania pozwalają graczom podjąć natychmiastowe działania lub podjąć decyzje na miejscu, często wpływając na wynik sytuacji lub relacje postaci z innymi. Ogólnie rzecz biorąc, system dialogowy w Mass Effect 3 został zaprojektowany tak, aby zapewnić graczom bogate i wciągające doświadczenie w opowiadaniu historii, pozwalając im kształtować narrację poprzez wybory i interakcje z olbrzymią gamą postaci. System oferuje różnorodne opcje odpowiedzi, dynamiczne rozmowy i konsekwencje, przyczyniając się do fascynującej i rozgałęzionej narracji gry.



Rysunek 2.2: Przykład koła dialogowego w grze Mass Effect

2.2. Model sztucznej inteligencji przeciwników w grach RTS (Bartosz Strzelecki)

W sferze gier RTS sztuczna inteligencja (ang. artificial intelligence, AI) odgrywa kluczową rolę, wspierając doświadczenia z rozgrywki. W tym przypadku termin odnosi się do zbioru algorytmów i systemów zaprojektowanych w celu symulacji zachowań podobnych do tych gracza. Między innymi umiejętność podejmowania decyzji i rozwiązywania problemów.

Sztuczna inteligencja przeciwników w grach takich jak Warcraft III lub StarCraft II, przede wszystkim w trybie kampanii, jest odpowiedzialna za kontrolowanie wrogich jednostek w celu zaoferowania graczowi wyzwania. Głównym zadaniem AI jest zasymulowanie strategicznych decyzji i wydajne zarządzanie zasobami. AI podejmuje decyzję na podstawie predefiniowanych zasad i algorytmów. Analizuje sytuację, w której się znajduje, biorąc pod uwagę siłę swojej własnej armii, siłę armii gracza oraz specjalne zdolności jednostek i środowisko, w którym toczy się gra. Ta analiza pozwala komputerowi na podejmowanie strategicznych decyzji jak na przykład, kiedy atakować, bronić się, eksplorować oraz rozszerzać swoje terytorium. W tych grach sztuczna inteligencja może przybrać jeden z kilku wariantów wynikających z poziomu trudności. Wyższe poziomy dają przeciwnikowi przewagę taką, jak wydajniejsze zbieranie zasobów lub szybsza produkcja jednostek.

W grach strategicznych czasu rzeczywistego w trybie kampanii zachowanie przeciwników jest zaprojektowane z myślą o zanurzeniu gracza w fabularnej opowieści, jednocześnie prezentując wyzwania związane z rozgrywką. Akcje wykonywane przez sztuczną inteligencję są dostosowane do celów danej misji, co pozwala na dopasowanie do obowiązującej narracji. Początkowo przeciwnik konstruuje i rozbudowuje swoją bazę, w celu zgromadzenia odpowiedniej liczby zasobów, szkolenia jednostek i prowadzenia badań. AI strategicznie rozmieszcza budynki i struktury obronne, aby ochronić swoją for-

tecę przed najazdami gracza. Misje kampanii często też zawierają oskryptowane wydarzenia lub walki, które dodają głębi rozgrywce. Podczas tych starć wroga sztuczna inteligencja może zachowywać się w specjalny sposób, kontrolując potężne jednostki, do których gracz normalnie nie ma dostępu lub inicjując działania, które popychają narrację do przodu. Zachowanie wroga w kampanii jest zróżnicowane i obejmuje różnorodne cele misji i scenariusze. Gracze mogą napotkać wrogów, którzy preferują agresywne ataki, inni skupią się na strategiach obronnych lub specjalizują się w taktyce hit and run. Sztuczna inteligencja dostosowuje proces podejmowania decyzji do konkretnych wymagań misji, często wykorzystując uksztaltonanie terenu, synergię jednostek i scenariusze wydarzeń, aby rzucić wyzwanie umiejętnościom gracza. Motywuje to do wykorzystywania myślenia strategicznego, zarządzania zasobami i efektywnego składu jednostek, aby przezwyciężyć różnorodne strategie stosowane przez wrogą sztuczną inteligencję.

2.3. Mechanizm budowania oraz zarządzanie zasobami w Warhammer 40,000: Dawn of War (Bogna Lew)

Warhammer 40,000: Dawn of War jest grą typu RTS osadzoną w uniwersum gry bitowej Warhammer 40,000. Udostępnia ona tryb jednoosobowy oraz wieloosobowy dla maksymalnie sześciu graczy. W pierwszym wariantie gracz wciela się w postać dowódcy armii Space Marines z Blood Ravens i ma za zadanie zapobiec inwazji Orków. Gra Warhammer 40,000: Dawn of War bardzo szybko zyskała na popularności i oferowała wszystko, co było potrzebne dla tego gatunku. Z tego powodu warto się jej przyjrzeć, pomimo faktu, że jej realia znaczco odbiegających od tych, w których zostanie osadzona tworzona przez nas gra.

Warhammer 40,000: Dawn of War wyróżnia model pozyskiwania surowców. W grze dostępne są dwa rodzaje: Energia, która jest generowana przez dedykowane do tego budowle oraz Rekwizycja, której szybkość wytwarzania jest uzależniona od kontrolowanych przez gracza punktów strategicznych. Taka mechanika znacznie lepiej wpasowuje się w realia gry oraz wymusza na użytkowniku przyjęcie agresywniejszej strategii.

Dodatkowo Warhammer 40,000: Dawn of War posiada typowy dla gier RTS mechanizm tworzenia budowli. Gracz ma do dyspozycji jednostki, którym może zlecić budowę wybranego przez siebie obiektu po poniesieniu kosztów jego utworzenia. Zanim będzie możliwe rozpoczęcie budowania użytkownik musi wybrać miejsce, w którym budynek powstanie. Robi to, przesuwając jego podgląd po mapie. W tym czasie gra dokonuje walidacji miejsca i informuje gracza czy wybrany obszar jest poprawny, odpowiednio podświetlając widok budynku. Wybudowanie obiektu nie jest natychmiastowe, co sprawia, że gra lepiej oddaje realia, w których jest osadzona.



Rysunek 2.3: Budowanie budynku przez dedykowaną do tego jednostkę

2.4. Mechanizm walki oraz zarządzania ekipunkiem w *Kingdom Come: Deliverance*

(Bogna Lew)

Kingdom Come: Deliverance to gra z gatunku RPG osadzoną w realiach Europy Środkowej na początku XV wieku. Chociaż nie jest to gra czasu rzeczywistego to jest to pozycja warta wymienienia ze względu na dbałość twórców o zachowanie realizmu epoki oraz staranność wykonania mechanizmów walki oraz zarządzania ekipunkiem. Jest ona przeznaczona dla jednego gracza, a całość zaprezentowana jest z perspektywy pierwszoosobowej. W trakcie rozgrywki użytkownik rozwija swoją postać, bierze udział w starciach, prowadzi rozmowy z niezależnymi postaciami i wiele więcej.

Godny uwagi jest mechanizm walki. Twórcy skupili się na jak najdokładniejszym oddaniu średniodwiecznego stylu walki. W tym celu skrupulatnie przestudiowali w jaki sposób władano mieczem w tamtych czasach, a następnie w pełni oddali to w grze. Wykorzystali do tego tysiące animacji oraz starannie oddali fizykę pojedynków. W efekcie powstał realistyczny mechanizm walki, który umożliwia graczowi parowanie, zadawanie ciosów oraz blokowanie.

Kolejnym elementem wartym wymienienia jest rozbudowany system zarządzania ekipunkiem. Przeznaczony do tego panel jest podzielony na dwie sekcje - jedna w której wyświetlona jest lista posiadanych rzeczy oraz druga przeznaczona na postać gracza. Może on dowolnie spersonalizować swoją postać, poprzez możliwość założenia wielu elementów ubioru naraz tworząc warstwy. Dodatkowo, każdy przedmiot posiada swoją wagę, a postać swój maksymalny udźwig. W przypadku przekroczenia limitu gracz zostaje ukarany poprzez spowolnienie ruchów w walce i uniemożliwieniu biegania. Jest to wzorowane na rzeczywistości, dzięki czemu gra jeszcze lepiej oddaje realia epoki.

2.5. Pasek najważniejszych informacji w interfejsie użytkownika gry Warcraft3 (Zofia Sosińska)

Wcześniej wymieniona gra Warcraft III: Reign of Chaos studia Blizzard Entertainment skupia informacje o czasie gry i inwentarzu w cienkim pasku na samej górze ekranu. Skład elementów tej części jest niezmienny: pola otwierające zakładki, pora dnia oraz trzy wskaźniki zasobów. Pasek jest widoczny podczas całej rozgrywki, niezależnie od wykonywanych czynności. W tym statycznie zakotwiczonym na górze ekranu elemencie, dynamicznie zmieniają się jedynie ciągle aktualizowane informacje. Odpowiednio podmieniana jest tekstura pory dnia, zmieniająca się ze Słońca na Księżyc oraz stan zasobów, zależnie od wydania, czy pozyskania.



Rysunek 2.4: Pasek z informacjami w grze Warcraft 3.

2.6. Sterowanie jednostkami w grze Mount&Blade (Zofia Sosińska)

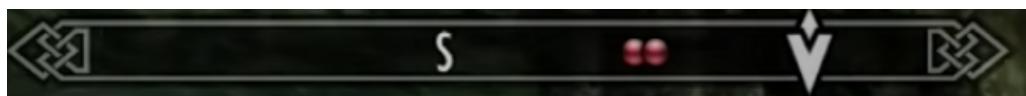
Mount&Blade jest to gra komputerowa z gatunku cRPG (komputerowa gra fabularna, ang. computer role-playing game) z elementami strategicznymi, stworzona przez turecką firmę TaleWorlds Entertainment i wydana przez Paradox Interactive. W otwartym świecie fikcyjnej krainy Calradia, stylizowanej na czasy średniowieczne, gracz ma pełną dowolność stylu rozgrywki. W jego mocy jest zarówno zbieranie armii i dążenie do zostania królem, jak i zostanie wasalem jednego z władców. Za pomocą dialogów i walk z postaciami gracz buduje unikatową historię. Jedną z wartych uwagi mechanik, zaimplementowaną w grze Mount&Blade, jest sterowanie jednostkami służącymi granemu charakterowi. Gracz bezpośrednio kieruje jedynie główną postacią. Podczas walki reszcie może wydawać rozkazy. Poprzez cyfry 0-4 wybiera grupę, do której się odnosi np. łuczników. Następnie przez klawisze F1-F11 wydaje konkretny rozkaz np. odwrót. Sztuczna inteligencja postaci zajmuje się już samym wykonaniem czynności. Gracz nie martwi się, czy jednostki znajdą optymalną drogę, będącą celować w przeciwników, czy z nimi walczyć.



Rysunek 2.5: Wykaz dostępnych rozkazów z gry Mount&Blade.

2.7. Kompas w grze *Skyrim* (Zofia Sosińska)

The Elder Scrolls V: Skyrim (skrótnie Skyrim) jest to fabularna gra akcji o otwartym świecie, wyprodukowana przez Bethesda Game Studios i wydana przez Bethesda Softworks. Skyrim jest piątym tytułem z serii The Elder Scrolls oraz kontynuacją gry The Elder Scrolls IV: Oblivion. Jest to jednak nowa historia osadzona w uniwersum The Elder Scrolls, a nie kontynuacja poprzednika. Fabuła opiera się na powrocie smoków do krainy Tamriel. Bohater okazuje się posiadać moc Głosu, dzięki czemu jest w stanie posługiwać się zaklęciami tych starożytnych stworzeń. Z punktu tworzonej przez nas gry, szczególnie interesujące jest bardzo proste i sprytne rozwiązanie, jakim jest pasek przedstawiający pole widzenia gracza. Służy on między innymi jako kompas, ponieważ jedną z jego mechanik jest pokazanie użytkownikowi stron świata, znajdujących się w kierunku, w którym on patrzy. Pasek ułatwia także poruszanie się po świecie, sygnalizując położenie wrogów, kompanów i ważnych dla rozgrywki lokalizacji.



Rysunek 2.6: Kompas z gry *Skyrim*

2.8. Przedstawienie dostępnych pułapek do zbudowania w grze *Orcs must die!* (Zofia Sosińska)

Orcs must die! to strategiczna gra akcji stworzona i wydana przez studio Robot Entertainment. Akcja toczy się w krainie fantasy, w której największym zagrożeniem dla ludzkości są orkowie. W obronie świata przed tymi stworzeniami staje Zakon dowodzony przez Wojennych Magów. Wznieśli oni system fortec odgradzających ojczynę orków od pozostałych ziem. Zadaniem gracza jest wcielenie się w jednego z Wojennych Magów i mordowanie nadciągających grup orków za pomocą różnorodnych broni i mechanizmów, które może postawić. W przejrzysty sposób zostało rozwiązane samo wyświetlenie dostępnych do zbudowania pułapek. Graczowi pokazują się wizerunki mechanizmów, które może postawić. Naciskając odpowiedni numer na klawiaturze, gracz wybiera, co chce zbudować. Po zatwierdzeniu lewym przyciskiem myszki, budynek pojawia się w zaznaczonym miejscu.



Rysunek 2.7: Wyświetlenie dostępnych pułapek w Orcs must die!

2.9. Przekazywanie informacji o świecie w grze Dead by Daylight (Bartosz Strzelecki)

W grze Dead by Daylight ta mechanika widzenia przez przeszkody jest istotnym elementem rozgrywki, który zapewnia dodatkową warstwę strategii. Polega na wyświetlaniu reprezentacji odległych celów, przedmiotów i przeciwników zakrytych przez przeszkody. Ta zdolność odgrywa kluczową rolę dla obu stron konfliktu.

W przypadku ocalałych ta mechanika jest dostępna dzięki atutom i przedmiotom. Mechanika ujawnia lokalizację celów oraz innych ocalałych pozwalając na koordynację i opracowanie strategii wspólnych działań.

I odwrotnie, zdolność zabójcy do widzenia aury jest kluczowa dla jego mechaniki rozgrywki. Aury umożliwiają im śledzenie ocalałych, zwłaszcza gdy korzystają z ich unikalnych mocy lub specyficznych atutów. Mechanika ta zwiększa napięcie, ponieważ ocalali muszą zachować czujność i strategiczne podejście, aby uniknąć pola widzenia zabójcy lub zakłócić ich zdolność czytania aury, aby uciec i osiągnąć cele.



Rysunek 2.8: Przykładowe elementy widzenia przez horyzont w grze Dead by Daylight

Ogólnie rzecz biorąc, mechanika aury w Dead by Daylight służy jako podstawowy element rozgrywki, który równoważy wymianę informacji między ocalałymi a zabójcami, znaczco przyczyniając się do atmosfery napięcia i strategii w grze.

2.10. Model celowania w grze Phoenix Point (Bartosz Strzelecki)

W Phoenix Point modelowanie dokładności to wieloaspektowy system, który w zawiły sposób definiuje wynik interakcji bojowych. Gra wykorzystuje dynamiczny system celowania, który uwzględnia różne elementy, takie jak postawa żołnierza, biegłość w posługiwaniu się bronią, zasięg, osłona i warunki środowiskowe, aby określić celność strzału. Każdy z tych elementów odgrywa znaczącą rolę w ogólnym obliczeniu trafienia w cel.

W przeciwieństwie do podobnej gry XCOM, gdzie celność jest zamodelowana za pomocą prostej szansy na trafienie, w grze Phoenix Point trajektoria każdego pocisku obliczana jest osobno. Podczas celowania widoczne są dwa okręgi: wewnętrzny, który reprezentuje miejsce, w którym znajdzie się 50% pocisków oraz zewnętrzny, który reprezentuje maksymalny rozrzut broni. W tym przypadku im celniejsza broń, tym okręgi będą mniejsze.

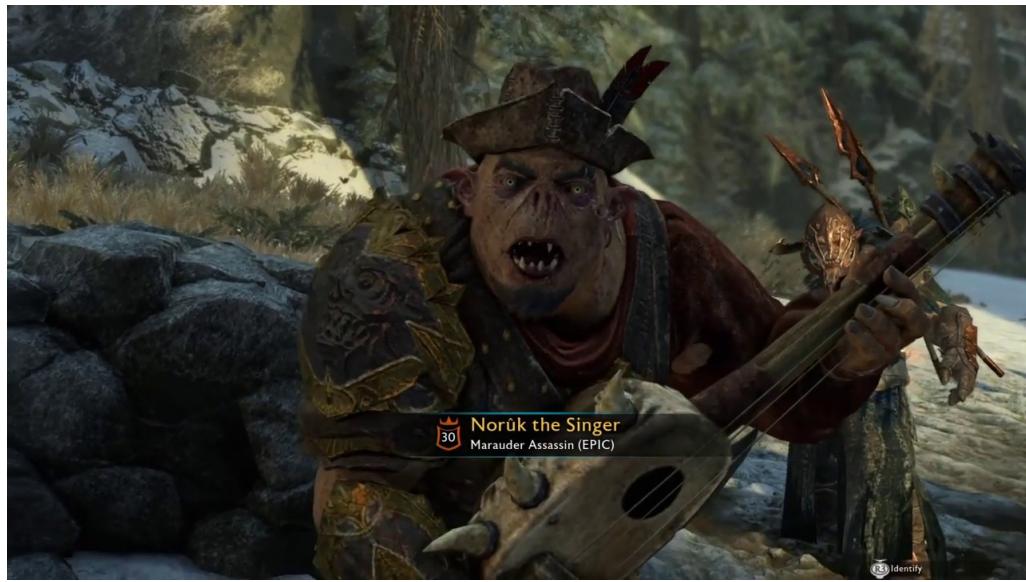


Rysunek 2.9: System celowania występujący w grze Phoenix Point.

2.11. System Nemesis w grach Middle-earth: Shadow of War oraz Middle-earth: Shadow of Mordor (Bogna Lew)

System Nemesis jest mechaniką generowania przeciwników zaimplementowaną w grze Middle-earth: Shadow of Mordor i rozwiniętą w Middle-earth: Shadow of War. Jest to mechanizm, który nadaje przeciwnikom ich unikalny charakter oraz wygląd. W ciągu gry system Nemesis dynamicznie wpływa na postacie, rozwijając je i odpowiednio zmieniając ich wygląd. Efektem tego jest płynnie zmieniająca się fabuła, która dla każdego gracza będzie inna.

Do podstawowych elementów tej mechaniki należy rozbudowany system relacji pomiędzy postaciami w grze, w tym postacią gracza. Dodatkowo buduje hierarchię wśród Orków, dynamicznie ją aktualizując w trakcie gry w zależności od śmierci poszczególnych bohaterów oraz gracza.



Rysunek 2.10: Przykładowa postać przeciwnika utworzona przez system Nemesis.

System Nemesis jest interesującą mechaniką budującą fabułę w grze. Pozwala na zbudowanie unikatowych przeciwników, którzy mają bezpośredni wpływ na rozgrywkę i kształtowanie jej przebiegu.

3. TECHNOLOGIE, ALGORYTMY I NARZĘDZIA

W niniejszym rozdziale zostały omówione wykorzystywane w trakcie pracy narzędzia wraz z przeglądem wybranych silników gier komputerowych. Dodatkowo przedstawiono wykorzystane w projekcie struktury danych .

3.1. Przegląd silników (*Bogna Lew*)

Podstawą tworzenia gier jest silnik graficzny. Stanowi serce kodu, odpowiadając za interakcję poszczególnych elementów. Dostarcza podstawowe narzędzia dzięki którym łatwiej można dokonywać zmian w grze. Wybranie odpowiedniego silnika przed rozpoczęciem pracy ma kluczowy wpływ na proces twórczy i efekt końcowy.

Obecnie dostępnych jest wiele silników, a każdy z nich posiada różne możliwości. W celu uproszczenia wyboru zdecydowaliśmy się zawęzić listę do trzech pozycji. Są to Godot, Unity oraz Unreal Engine.

Pierwszy z nich jest w pełni darmowym silnikiem open source. Posiada prosty i intuicyjny interfejs, a w internecie tworzonych jest przez społeczność wiele samouczków. Nie posiada on jednak oficjalnej dokumentacji oraz jest zdecydowanie mniej popularny od pozostałych dwóch.

Kolejny silnik, Unity jest określany jako przyjazny dla początkujących. Posiada bogatą dokumentację oraz jest dostępnych dużo samouczków stworzonych przez jego społeczność. Unity świetnie się nadaje do tworzenia gier 3D. Silnik ten jest dostępny w wersji bezpłatnej oraz oferującej więcej możliwości wersji płatnej. Co więcej, posiada możliwość rozszerzenia o dodatkowe narzędzia dostępne w Assets Store.

Ostatni z silników jest najbardziej kojarzony z grami AAA. Cechuje go zaawansowana grafika, która umożliwia wytwarzanie fotorealistycznych gier. Korzystanie z niego jest darmowe, a opłata w wysokości 5% jest naliczana jedynie gdy gra zarobi ponad milion USD.

Tabela 3.1 przedstawia porównanie wymienionych silników w istotnych, z punktu widzenia projektu, aspektach.

Tabela 3.1: Porównanie silników.

Silnik	Unity	Unreal Engine	Godot
Popularność	duża	duża	mała
Elastyczność	duża	duża	duża
Obsługa	dobra	dobra	dobra
Język	C#	C++	C#, C++, GDScript
Baza wiedzy	dokumentacja, samouczki	dokumentacja, samouczki	samouczki, fora

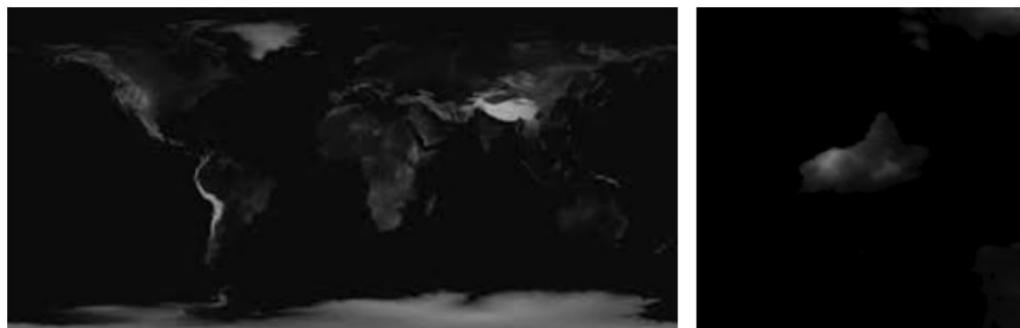
Finalnie zdecydowaliśmy się na implementację gry w Unity, ponieważ jest to silnik, który najlepiej odpowiada wymaganiom projektu.

3.2. Narzędzia dostępne dla silnika Unity

3.2.1. Terrain Toolbox (Bogna Lew)

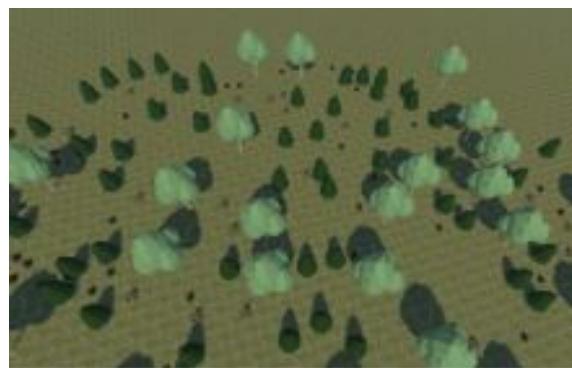
Terrain Toolbox jest narzędziem udostępnianym dla silnika Unity. Jest to zasób dostępny w paczce Terrain Tools, który upraszcza pracę nad modelowaniem terenu do gry.

Do podstawowych funkcjonalności udostępnianych przez Terrain Toolbox należy generowanie terenu na podstawie map wysokościowych (ang. heightmap) oraz podstawowych parametrów takich jak długość, szerokość i wysokość terenu. Pozwala to na szybkie utworzenie grywalnej mapy. Ponadto Terrain Toolbox umożliwia wygładzenie, dodatkowe wymodelowanie oraz nałożenie tekstuur na tak utworzony teren za pomocą udostępnionych przez nie narzędzi.



Rysunek 3.1: Przykładowe mapy wysokościowe

Kolejną istotną funkcjonalnością jest malowanie terenu drzewami. Umożliwia ona automatyczne umiejscowienie obiektów na mapie w losowy sposób. Pozwala to szybko utworzyć realistyczne skupiska obiektów, takich jak las. Poniżej został przedstawiony przykładowy rezultat. Wykorzystano do tego paczkę LowPoly Trees and Rocks dostępną w Unity Assets Store.



Rysunek 3.2: Widok na teren z drzewami.

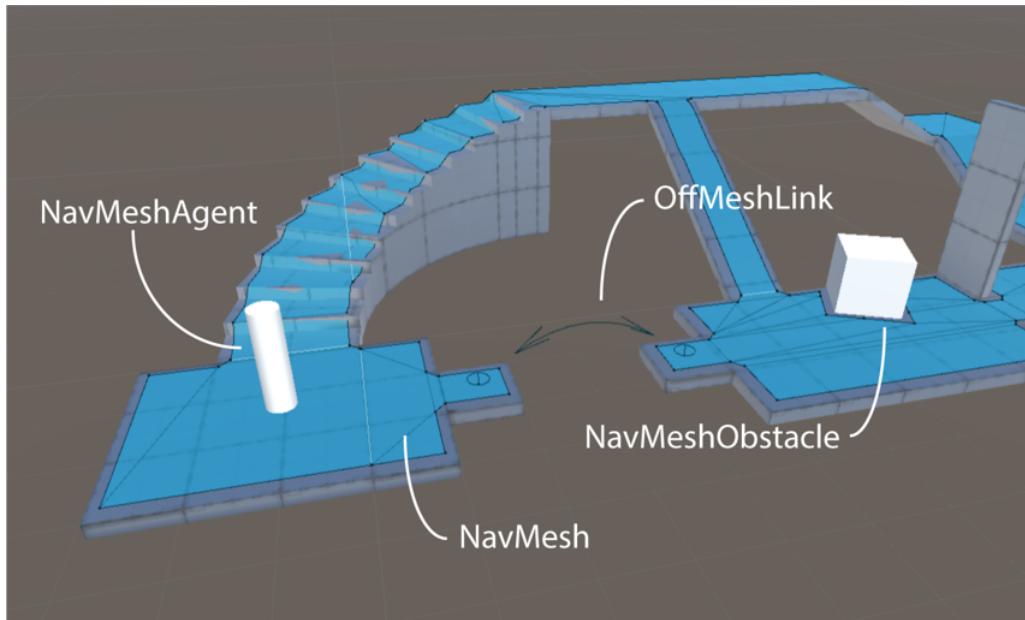
3.2.2. Navmesh (Bartosz Strzelecki)

Komponent Unity Navmesh jest podstawowym elementem wykorzystywanym w przypadku znajdywania ścieżek. Jest to mechanizm pozwalający na przechowywanie wyspecjalizowanych danych, które reprezentują powierzchnie, po których mogą poruszać się agenci sztucznej inteligencji.

Aby zacząć korzystać z komponentu należy wygenerować mapę w edytorze Unity. W ramach tego procesu wykonywane są obliczenia mające na celu wykrycie powierzchni, po której może poruszać się

dany agent. Ten system bierze pod uwagę kąt nachylenia powierzchni, szerokość przejścia, jak i wysokość stropu.

W trakcie rozgrywki komponent NavMesh Agent wykorzystuje wcześniej wygenerowane dane do wyznaczenia najlepszej ścieżki do celu. Z poziomu skryptów można dynamicznie modyfikować powierzchnię nawigacyjną, umożliwiając w ten sposób uzyskanie poruszających się przeszkód i dynamicznie powstających budynków.



Rysunek 3.3: System nawigacji w Unity

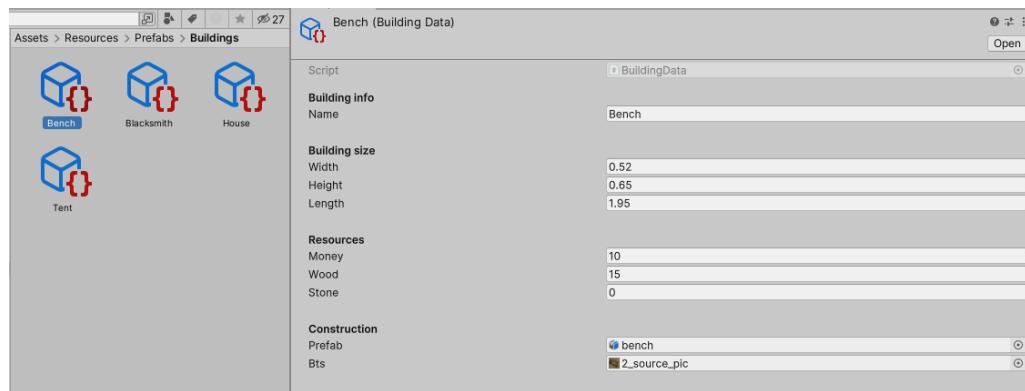
Podsumowując system NavMesh istotnie upraszcza zadanie odnajdywania ścieżki, co pozwala na łatwe zaimplementowanie realistycznych zachowań agentów sztucznej inteligencji. Znacznie ułatwia też zadanie tworzenia świata gry ze względu na automatyczny sposób generowania danych nawigacyjnych.

3.3. Struktury danych

3.3.1. ScriptableObject (Bogna Lew)

Silnik Unity umożliwia użytkownikom tworzenie klas typu `ScriptableObject`. Jest to struktura danych, która pozwala na tworzenie wielu instancji klasy bez konieczności kopiowania danych. Poszczególne instancje współdzielą informacje, dzięki czemu możliwe jest znaczące zoptymalizowanie użycia pamięci.

Do podstawowych zalet `ScriptableObject` należy możliwość wykorzystania go do tworzenia zasobów, które można by wykorzystać w trakcie gry. Dzięki temu w prosty sposób można utworzyć szablony dla obiektów takich jak budowle, bronie i inne przedmioty, które następnie można użyć do utworzenia jego instancji podczas rozgrywki.



Rysunek 3.4: Przykład zasobów typu ScriptableObject.

4. PROJEKT SYSTEMU

W tym rozdziale został przedstawiony zamysł członków zespołu na opracowywaną grę. Stanowi on opis pożądanych rezultatów, do których zespół będzie dążyć w trakcie implementacji. Kolejno zostały opisane oczekiwane działanie poszczególnych mechanik, z których będzie się składał ostateczny produkt.

4.1. Organizacja (*Bartosz Strzelecki*)

4.1.1. Główne etapy projektu

1. Wybór i analiza konkretnego kontekstu historycznego.
2. Syntetyczny opis modelu postrzegania przestrzeni na podstawie dzieł pisanych, architektury i sztuki.
3. Przegląd rozwiązań stosowanych w grach strategicznych z wybranego okresu oraz dodatkowo mechanizmów z innych gier, które mogłyby być zaadoptowane na potrzeby projektu.
4. Opracowanie fabuły, selekcja postaci i wydarzeń, a także określenie zakresu autonomii świata gry oraz możliwości modyfikowania go przez gracza.
5. Opracowanie szczegółowej koncepcji i projektu gry, w tym projekt mechanizmów zarówno tych pozwalających graczowi pozyskiwać informacje o świecie gry i zdarzeniach w nim zachodzących, jak również tych poprzez które gracz będzie wywierał wpływ.
6. Implementacja poszczególnych funkcjonalności gry.
7. Testowanie, weryfikacja założeń i walidacja.
8. Stworzenie dokumentacji przeprowadzonych prac.

Przewidywany termin zakończenia prac nad projektem to grudzień 2023 roku.

4.2. Skład zespołu projektowego

Bogna Lew	184757
Zofia Sosińska	184896
Bartosz Strzelecki	184529

4.3. Analiza i specyfikacja wymagań (*Bogna Lew*)

Z punktu widzenia projektu kluczowe jest jak najdokładniejsze oddanie realiów przy jednoczesnym uwzględnieniu jakości rozgrywki gracza oraz cech charakterystycznych dla gier typu RTS. Co więcej, użytkownik będzie sterował wybraną przez siebie postacią, wydając polecenia zaprzyjaźnionym jednostkom oraz stawiając czoła swoim przeciwnikom. Z tego powodu kluczowe jest dobranie odpowiednich mechanik, które umożliwią osiągnięcie wymienionych założeń.

Podstawową funkcjonalnością, jaką gra musi oferować, jest sterowanie jednostkami. Gracz musi być w stanie poruszać się wybraną przez siebie postacią oraz dowodzić swoją drużyną przy zachowa-

niu realiów średniowiecznej komunikacji. Dlatego gra powinna udostępnić mechanizm przekazywania informacji zarówno pomiędzy jednostkami znajdującymi się obok siebie, jak i znacząco od siebie oddalonymi. Konieczne będzie wprowadzenie systemu dialogów, dzięki któremu gracz będzie mógł wchodzić w interakcję z innymi postaciami, pozyskiwać informację oraz wpływać na dynamikę świata.

Mechaniką, która ma najistotniejszy wpływ na postrzeganie świata w grze, jest sposób nawigacji. Musi ona jednocześnie umożliwiać graczy bez problemu zorientować się w terenie oraz nie odbiegać przy tym od realiów tamtych czasów. Z tego powodu, niemożliwe jest wykorzystanie najpopularniejszego rozwiązania stosowanego w większości gier, jakim jest minimapa.

Kolejną mechaniką typową dla gier RTS, którą gra powinna posiadać, jest budowanie budynków. Jest to charakterystyczna funkcjonalność, która dodatkowo urozmaica rozgrywkę. Istotną kwestią jest, aby obiekty były tworzone poprawnie oraz oddawały realia wybranej epoki. Dzięki tej mechanice gracz będzie w stanie tworzyć bazy o znaczeniu strategicznym, które dodatkowo pomogą mu we wzmacnianiu swoich postaci.

Dodatkowo gra musi udostępniać podstawową funkcjonalność swojego gatunku, czyli sterowanych przez sztuczną inteligencję przeciwników. Powinni oni wykonywać ataki typowe dla realiów epoki oraz potrafić poprawnie określić swój cel. Co więcej, powinni oni inicjować walkę z graczem, gdy go napotkają. Z tego powodu konieczne będzie utworzenie mechanizmu walki, który obsłuży zachowanie postaci biorących udział w starciu, jego przebieg oraz umożliwi użytkownikowi wykonywanie akcji swoją postacią.

Konieczne będzie utworzenie interfejsu graficznego, który w czytelny sposób wyświetli graczy aktualny stan gry, pomoże mu w nawigacji i poznawaniu świata oraz przedstawi możliwe do podjęcia akcje. Najważniejszymi jego cechami będą prostota i intuicyjność, aby nie przytłoczyć użytkownika ogromem i skomplikowaniem informacji. Jego celem ma być pogłębienie immersji i przedstawienie świata z punktu widzenia granej postaci. Niezbędne będą informacje o posiadanych surowcach, czasie oraz położeniu. Interfejs użytkownika musi też jednak dostosowywać się do sytuacji i zmieniać się tak, aby gracz miał przedstawione możliwe opcje podczas dowodzenia walką, budowania budynków oraz prowadzenia dialogów. Kluczowe w przedstawieniu informacji będzie stylistyczne wpasowanie się w realia gry, aby umożliwić graczy wczucie się w epokę, w której jest osadzona fabuła.

4.3.1. Wymagania dla mechanizmu budowania (Bogna Lew)

Jednym z istotnych elementów w grach real-time strategy jest tworzenie baz i budowanie fortyfikacji. Mechanizm ten stanowi urozmaicenie rozgrywki i wprowadza dodatkowe aspekty możliwe do uwzględnienia w planowaniu strategii. Dla wielu gier RTS jest wręcz nieodłącznym elementem, który umożliwia graczy tworzenie i rozwój nowych jednostek, produkcję zasobów, umacnianie swojej pozycji oraz zwiększanie swojej potęgi.

Rozpatrując ten mechanizm konieczne jest uwzględnienie podstawowych ograniczeń związanych z ukształtowaniem terenu oraz rozmieszczeniem już istniejących obiektów i elementów scenerii. Czynniki te mają ogromne znaczenie, gdyż zignorowanie ich może doprowadzić do błędów oraz niepożądanych efektów i w rezultacie do obniżenia jakości rozgrywki. Dodatkowo kluczową kwestią są zasoby wymagane do wybudowania danego obiektu. Ich istnienie powoduje, że gracz jest w pewien sposób ograniczony i nie może tworzyć budowli w dowolnej ilości.

Jednym z błędów, którym należy przeciwdziałać jest nakładanie się na siebie obiektów. Taka sytuacja może powstać w wyniku braku rozpatrywania przez grę położenia elementów terenu i istniejących budowli w trakcie umieszczania na mapie nowych budynków przez gracza. W efekcie może dojść do sytuacji, że obiekt zostanie wybudowany w miejscu zajmowanym przez inną część scenerii. Gra powinna

przeciwdziałać temu zjawisku, uniemożliwiając graczowi tworzenie nowych budynków w miejscu, które w nawet najmniejszym stopniu narusza obszar zajęty przez już istniejący element.

Inną sytuacją, której należy unikać jest umożliwienie graczowi wybudowanie budynku w sposób fizycznie niemożliwy. Przykładem może być ulokowanie obiektu na zbyt stromym zboczu albo na nieodpowiednim gruncie, co w rzeczywistym świecie byłoby niedopuszczalne. Również w tym przypadku gra nie powinna umożliwić graczowi wykonanie takiej akcji. W przeciwnym razie obiekt mógłby zostać umieszczony w miejscu do którego postać gracza nie będzie mieć dostępu i nie będzie mógł z niego korzystać. W efekcie zużyje on bezsensownie swoje zasoby tracąc je bezpowrotnie, co może negatywnie wpłynąć na jego opinię o grze.

4.4. Opis świata gry (Bogna Lew)

Fabuła wytwarzanej gry ma zostać osadzona w realiach wczesnośredniowiecznych. Została ona za-inspirowana Celtami, których w tym okresie można było spotkać głównie w Irlandii. Z tego powodu mapa świata gry będzie prezentować górzystą wyspę, na której gracz będzie mógł znaleźć niewielką wioskę oraz obozowiska.

Graczowi udostępniona zostanie jego własna postać do bezpośredniego sterowania. W trakcie gry użytkownik będzie mógł spotkać postaci niezależne, z którymi możliwe będzie wejście w interakcje, kończące się np. zleceniem wykonania zadania. W ich realizacji będą mu pomagać jednostki, z którymi się zaprzyjaźnią w trakcie rozgrywki i którym będzie mógł wydawać komendy zgodnie z ich typem. Dodatkowo w trakcie eksploracji świata natrafi na nieprzyjazne postacie, z którymi będzie toczyć walki. Grę urozmaicą postaci zwierząt, które mogą być neutralne, bądź agresywne wobec gracza.

Gra będzie udostępniać trzy podstawowe surowce, za które gracz będzie mógł budować budynki. Przewidywane są dwa sposoby ich pozyskiwania. Pierwszym z nich jest wykonywanie zadań, za które może uzyskać nagrody w postaci pewnej ilości surowców. Kolejnym sposobem jest budowanie obiektów, które zajmują się produkcją zasobów, przynosząc graczowi stały dochód.

4.5. Poruszanie postacią (Bogna Lew)

Podstawową mechaniką, którą będzie oferować implementowana gra, jest sterowanie postacią przez gracza. Użytkownik będzie mieć do dyspozycji jedną postać, którą będzie bezpośrednio zarządzać. Umożliwi mu ona przede wszystkim eksplorację świata oraz walkę z przeciwnikami.

Poruszanie postacią będzie analogiczne jak w grze The Elder Scrolls V: Skyrim. Gracz będzie mógł przemieszczać się do przodu, do tyłu, na boki oraz na ukos. Sterowanie będzie możliwe za pomocą klawiszy "w", "a", "s" oraz "d". Dodatkowo użytkownik będzie mieć możliwość obracania postaci, a tym samym zmiany kierunku, w który jest zwrócona poprzez przemieszczanie myszy. Ponadto, gra udostępnii możliwość przesunięcia kamery po łuku do góry bądź do dołu.

Kolejnym aspektem jest walka. Użytkownik będzie mógł wykonać atak poprzez naciśnięcie prawnego przycisku myszy. Postać gracza będzie mogła wykonywać wyłącznie ataki bronią białą, która zostanie dobyta w momencie, gdy znajdzie się on w walce.

4.6. Interfejs użytkownika (Zofia Sosińska)

Interfejs użytkownika (ang. user interface, UI) jest to zbiór najważniejszych informacji przedstawiony graczowi w sposób czytelny. Może się to odbywać za pomocą np. przykład obrazków, tekstów, czy

wskaźników. Dzięki UI możliwy jest wgląd w aktualny stan wiedzy grywalnej postaci.

Projekt interfejsu użytkownika przewiduje trzy tryby: zwykły, budowania oraz walki. Zadaniem każdego z nich będzie odzwierciedlenie aktualnej wiedzy granej postaci z naciskiem na najpotrzebniejsze w danej chwili informacje.

4.6.1. *Interfejs podstawowy*

Interfejs podstawowy przewiduje funkcje, takie jak pokazanie:

- surowców i funduszy,
- aktualnego czasu w grze,
- kompasu,
- informacji o możliwym rozpoczęciu konwersacji z inną postacią;

Inspiracją dla górnego paska z informacjami jest ten użyty w grze Warcraft 3. Prostota i surowość stylu będą współgrać z klimatem gry.

W naszej grze skupimy się jednak na tym, aby interfejs użytkownika zabierał jak najmniej miejsca. Dlatego też projekt zakłada, że poszczególne obiekty nie będą ze sobą połączone, a jedynie “dryfować” w przestrzeni. Jako ważny element tej części UI zawarty zostanie kompas, wzorowany na tym z gry The Elder Scrolls V: Skyrim.

Szacowany projekt interfejsu podstawowego UI wyświetlono na rysunku 4.1 .

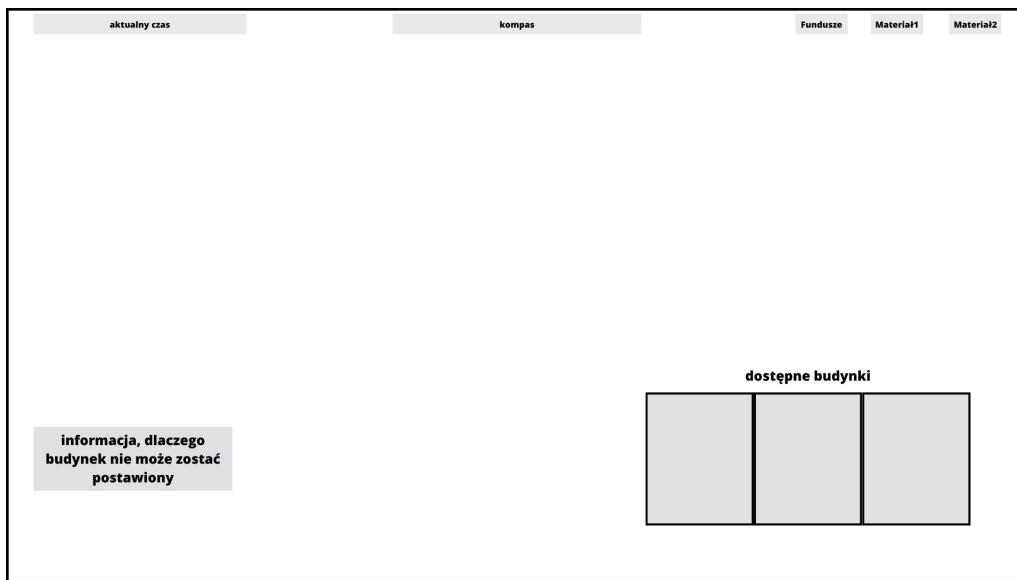


Rysunek 4.1: Projekt interfejsu podstawowego UI.

4.6.2. *Menu stawiania budynków*

W menu stawiania budynków informacje wcześniej przedstawione zostaną na ekranie. Dodatkowo pokażą nam się dostępne do zbudowania budynki, a po wybraniu pojawią się przed nami. Po zatwierdzeniu budynek zostanie wybudowany. Inspiracją do przedstawienia dostępnych budowli jest rozwiązanie gry Orcs must die!

Szacowany projekt trybu budowania UI wyświetlono na rysunku 4.2 .

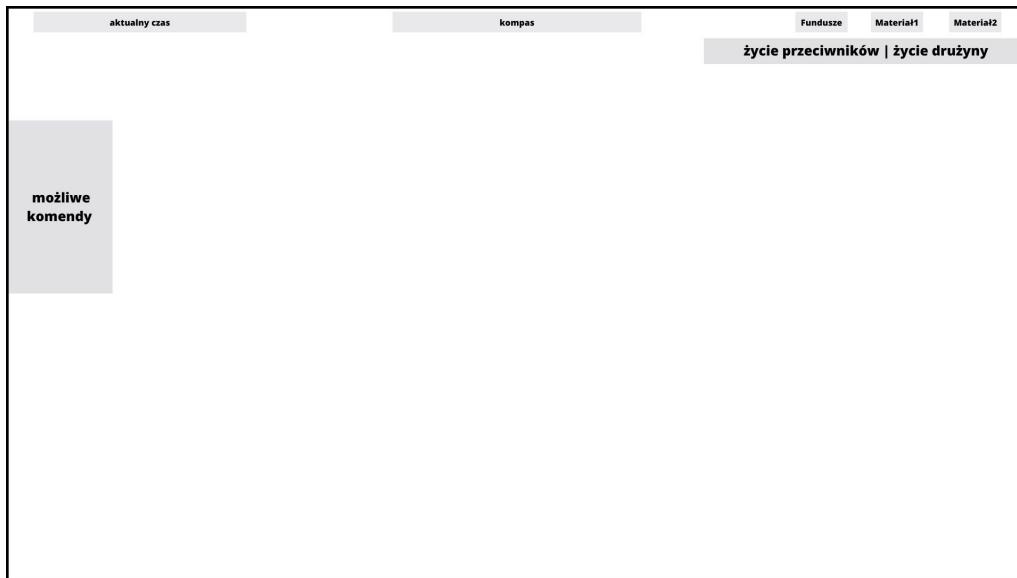


Rysunek 4.2: Projekt menu stawiania budynków UI.

4.6.3. Tryb walki

Bliżniaczo do trybu budowania, gdy rozpocznie się walka, podstawowe informacje zostają na ekranie, a dodatkowo gracz dostaje informacje o dostępnych rozkazach do wydania. Nasze rozwiązanie będzie podobne do pomysłu z gry Mount&Blade.

Szacowany projekt trybu budowania UI wyświetlono na rysunku 4.3 .



Rysunek 4.3: Projekt trybu walki UI.

4.7. Nawigacja (Zofia Sosińska)

Kluczowym dla gry założeniem jest ułatwienie graczowi wczucia się w realia świata, w którym się znajduje. Jako jeden z głównych warunków pogłębiania immersji uwypuklono brak implementacji mapy, na której gracz widziałby świat. W ten sposób nie upraszczamy mu poruszania się i odnajdywania

lokacji tak, jak i człowiek w realnym świecie w czasach średniowiecznych nie kierował się zapisanymi na kartce kartograficznymi obrazami, ale własną i zdobytą od innych wiedzą o otaczającym go terenie. Jedyną pomocą, jaką otrzyma gracz, będzie pasek obrazujący pole widzenia granej postaci. Pierwszą rolą narzędzia będzie pokazanie kierunku świata, który znajduje się w polu widzenia gracza. Zakładamy, że grana postać potrafi sama taką informację odczytać chociażby z położenia Słońca. Nie jest to więc sztucznie upraszczająca rozgrywkę mechanika, a jedynie odciążenie użytkownika kompasem. Kolejną informacją na omawianym polu będzie miejsce w którym znajduje się przeciwnik. Dotyczy to antagonistów widocznych w polu widzenia, jak i ukrytych za ścianą. Druga część będzie logicznie możliwa dzięki specjalnej umiejętności widzenia wrogów za przeszkodą zaimplementowanej dla postaci druida. Po przyłączeniu takiej osoby do drużyny użytkownik może poprosić przyjaciela o użyczenie mu swej mocy.

4.8. Mechanizm budowania (Bogna Lew)

Inspiracją do implementacji tego mechanizmu są gry Orcs must die! oraz Warhammer 40,000: Dawn of War. Do pożądanych efektów, które oba tytuły zapewniają, są validacja terenu oraz wymuszanie poniesienia kosztów budowy. Dodatkowo wytwarzana gra będzie implementować proces budowania oraz przynoszenie korzyści przez budynek analogicznie jak w Warhammer 40,000: Dawn of War.

Najważniejszym aspektem implementowanego mechanizmu będzie validacja terenu. Zostanie ona uzyskana poprzez wyświetlenie podglądu budowli w trakcie umiejscawiania konstrukcji na mapie. Jeśli miejsce w którym gracz chce postawić budynek jest poprawne tzn. nie nachodzi na inne obiekty oraz teren jest odpowiedni to pokazywany widok jest podświetlany na zielono, w przeciwnym razie - na czerwono. Jest to efekt, który wytwarzana przez zespół gra będzie zawierać.

Kolejnym pożądany efektem, oferowanym przez oba tytuły, jest konieczność poniesienia przez użytkownika kosztów wybudowania obiektu. W tym celu gra będzie monitorowała, czy gracz posiada wystarczającą ilość wymaganych zasobów, a w przypadku niespełnienia tych warunków - blokowała możliwość wybudowania.

Dodatkowo budowa obiektu nie może być natychmiastowa, gdyż nie jest to zgodnie z rzeczywistością. Dlatego podobnie jak w grze Warhammer 40,000: Dawn of War każdy budynek będzie musiał zostać wybudowany przez dedykowaną do tego postać. Będzie ona imitowała proces budowania i dopiero gdy ukończy to zadanie, dana budowla zacznie przynosić graczu korzyści.

Każda z budowli będzie przynosić graczu pewne korzyści w postaci produkcji zasobów. Dzięki temu użytkownik będzie miał możliwość łatwego pozyskiwania surowców, które następnie będzie mógł wykorzystać na przykład do budowy innych obiektów.

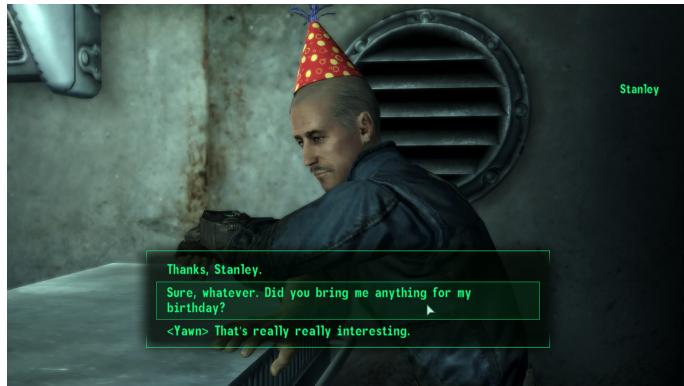
4.9. Sterowanie jednostkami, podążanie za główną postacią (Zofia Sosińska)

Na samym początku gry stworzona przez gracza postać pojawia się sama. W tym momencie jest to jedyny obiekt, którym gracz może sterować. Kontroluje, gdzie postać idzie, jak walczy oraz z kim rozmawia. Z biegiem czasu gra będzie jednak naciskać na formowanie drużyny, ponieważ pokonywanie wielu przeciwników w pojedynkę będzie się stawało zbyt trudne. Pojawia się w takim momencie problem. Stworzenie mechaniki poruszania się i oddziaływania na otaczający świat dla jednej postaci wydaje się być proste i intuicyjne, ale kierowanie wieloma osobami już nie. ez wprowadzenia zmian, używając jednego sposobu dyrygowania wszystkimi jednostkami tak samo, gra będzie prędko męczyć gracza. Dla czynności mało znaczących, takich jak przemieszczenie drużyny w konkretne miejsce wpro-

wadzi monotonię i czasochłonność. Każdą postać należy wybrać i przemieścić ją w konkretne miejsce. Kilka kliknięć przy jednej postaci jest akceptowalne, ale przy kilku wprowadzi to ogromne opóźnienia. Gracz byłby już wielokrotnie dalej. Jeszcze gorsze skutki pokazałyby się podczas walki. Szybkie przeskakiwanie pomiędzy postaciami podniosłoby zauważalnie trudność gry. Poruszanie się jedną postacią i zabijanie przeciwników nie ma sensu, gdy reszta drużyny jest bita i nie może się obronić, ponieważ gracz musi się przełączyć na inną postać, aby ta wykonała ruch. Stąd potrzeby jest algorytm odpowiadający za właściwe poruszanie się pobocznych postaci. Tworzona gra będzie dopuszczała małe, kilkunastoosobowe drużyny z przywódcą - postacią grywalną przez użytkownika - na czele. Podczas walki graczy pokażą się możliwe do wydania polecenia oraz specyfikacja, jakiej grupy mają one dotyczyć. Za pomocą określonych klawiszy klawiatury będzie on mógł kontrolować zachowanie kompanów. Po rozwiązaniu problemu mechaniki sterowania jednostkami w walce, nie można przeoczyć samego poruszania się oraz interakcji ze światem. Najprostszym rozwiązaniem będzie implementacja mechanizmu, według którego drużyna, po wykryciu znacznego przemieszczenia się przywódcy, sama będzie za nim podążać. Kompani nie będą też mieli opcji samodzielnej interakcji ze światem. Poza walką zostaną jedynie biernymi obserwatorami.

4.10. System dialogów (*Bartosz Strzelecki*)

System dialogów jest podstawową metodą, którą gracz będzie wykorzystywał, aby pozyskać informacje o świecie oraz celach misji. Gracz może inicjować konwersacje z postaciami niezależnymi, po czym zostaną mu zaproponowane opcje sposobu prowadzenia rozmowy. W zależności od wybranych opcji dialogowych gracz może się spodziewać różnych konsekwencji.



Rysunek 4.4: Kadr z gry Fallout 3 przedstawiający przykładowy dialog

Dialogue Editor autorstwa Grasshop Dev jest prostym narzędziem pozwalającym na szybkie dodawanie i modyfikację dialogów. Zawiera zestaw elementów ułatwiających wdrożenie systemu do projektu oraz udostępnia struktury danych wykorzystywanych do tworzenia interfejsu użytkownika. Podczas rozmowy z postaciami niezależnymi gracz będzie mógł pozyskać informację o geografii świata, możliwych zagrożeniach oraz zadaniach do wykonania. Podobne systemy występują w grach takich jak Pillars of Eternity oraz w grach z serii Mass Effect.

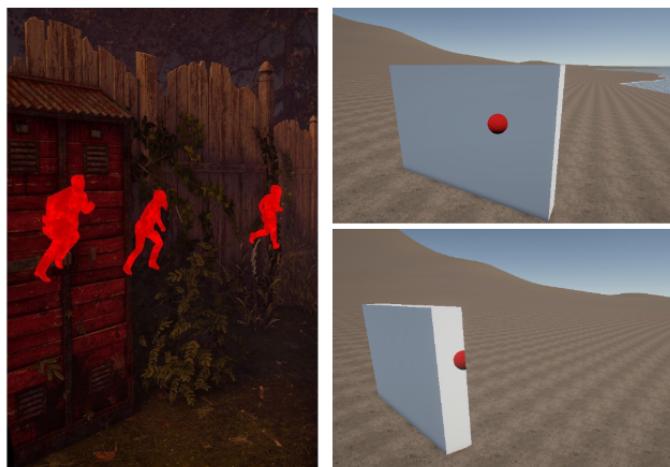
4.11. Sztuczna inteligencja (*Bartosz Strzelecki*)

W przypadku implementacji mechanizmów sztucznej inteligencji przeciwników będziemy się inspirować trybami kampanii w grach Warcraft III oraz Starcraft II. Na mapie będą rozsiane punkty, w których

będą pojawiać się przeciwnicy. Tak długo, jak drużyna gracza jest poza zasięgiem, wrogowie pozostają nieaktywni. Aktywni przeciwnicy zachowują się zgodnie z ich archetypem (klasą postaci) oraz pozostają aktywni tak długo, jak drużyna gracza jest w zasięgu. Zdezaktywowani przeciwnicy wracają do swojego oryginalnego stanu. Gracz będzie napotykał tego typu obozowiska przede wszystkim w trakcie eksploracji świata. Innym planowanym przykładem implementacji sztucznej inteligencji przeciwników jest model, w którym jednostki wroga poruszają się z punktu początkowego w stronę bazy gracza. Jeśli podczas swojej podróży napotkają drużynę gracza, wtedy niezwłocznie zmieniają swój cel ataku. Będziemy wyróżniać trzy archetypy jednostek w zależności od sposobu walki (bliski zasięg, średni zasięg, daleki zasięg). Postacie walczące na bliski zasięg mają na celu podejście w stronę najbliższego przeciwnika i wykonać atak. Jednostki średnio zasięgowe w momencie, w którym najbliższy przeciwnik jest odpowiednio daleko, wykonują atak dystansowy, w przeciwnym wypadku zachowują się tak jak jednostki walczące w zwarciu. Postacie dalekodystansowe dokonują ataków dystansowych w kierunku najbliższego przeciwnika, natomiast uciekają, gdy ten podejdzie zbyt blisko.

4.12. Widzenie przez ściany (*Bartosz Strzelecki*)

Do umiejętności wykorzystywanych przez gracza będzie należeć zdolność widzenia przeciwników oraz innych istotnych obiektów przez przeszkody. Gracz po wcisnięciu przycisku przez krótki okres będzie w stanie zobaczyć sylwetki przeciwników znajdującymi się w jego polu widzenia. Grafika przedstawia rozwiązanie zawarte w grze *Dead by Daylight*. Markery nie poruszają się za celem lecz pojawiają się i pozostają w tym samym miejscu przez czas trwania animacji.



Rysunek 4.5: Po lewej stronie przykład z gry *Dead by Daylight*. Po prawej zachowanie shadera w przypadku przesłaniania markera przez przeszkody.

5. IMPLEMENTACJA

Ten rozdział skupia się na zaprezentowaniu implementacji projektu w silniku Unity. Przedstawia on wykorzystane metodyki i narzędzia wykorzystane do osiągnięcia określonych wymagań. Jak również zawiera fragmenty wykorzystanych algorytmów i zrzuty ekranu reprezentujące efekty pracy.

5.1. Kontroler postaci (*Bogna Lew*)

W trakcie rozgrywki istotnym aspektem wpływającym na jakość jest mechanizm sterowania postacią. Z tą mechaniką gracz ma bezpośredni kontakt, ponieważ to właśnie za jej pomocą może eksplorować świat.

Do implementacji tego mechanizmu zainspirowaliśmy się grą Skyrim. Postać jest sterowana za pomocą klawiszy "w", "a", "s" oraz "d", natomiast jej rotacja oraz obrót kamery jest kontrolowany przez mysz. Całość została podzielona na cztery części.

Pierwsza z nich odpowiada za przemieszczanie się postaci. Do tego wykorzystuje Input Manager, w którym zostały zmapowane odpowiednie klawisze dla każdej z osi, wzdłuż której gracz może się przemieszczać. W rezultacie powstały dwa kierunki - przód/tył oraz prawo/lewo. Naciśnięcie odpowiedniego przycisku skutkuje zwróceniem wartości 1 bądź -1, które symbolizują zwrot wektora przemieszczenia wzdłuż osi. Na tej podstawie wyznaczane jest faktyczne przesunięcie postaci względem kierunku, w którym jest zwrócona oraz modyfikowane jest jej położenie. Dodatkowo ten komponent odpowiada za wyznaczenie prędkości, z jaką gracz się porusza. Domyślnie postać przemieszcza się tempem chodu, jednakże jeśli gracz przytrzyma lewy klawisz Shift, to zacznie się poruszać biegiem.

Druga część kontrolera odpowiada za ustawienie odpowiedniej animacji. Do tego wykorzystuje ona wartości zwrotu wzdłuż obu osi oraz prędkość, które są wyznaczane w poprzednim komponencie. Na ich podstawie wyznacza kolejne części nazwy animacji, po czym, jeśli jest inna niż aktualnie wyświetlana, uruchamia ją.

Kolejny komponent nadzoruje rotację postaci oraz co za tym idzie - kamery. Analogicznie wykorzystywany jest Input Manager, jednak w tym przypadku przechytywane jest przesunięcie myszy. Komponent udostępnia graczu możliwość sterowania kierunkiem, w którym postać patrzy, a co za tym idzie - względem którego się przemieszcza. Jednocześnie następuje dostosowanie położenia kamery tak, aby zawsze patrzyła w tym samym kierunku co postać gracza. Ponadto komponent umożliwia przesunięcie kamery po łuku do góry bądź do dołu. Dzięki temu gracz może dokładniej zobaczyć, co znajduje się nad oraz tuż przed nim.

Ostatni komponent odpowiada za kontrolowanie przybliżania kamery. W tym celu w Input Managerze zostało zmapowane kółko myszy. Zwrócona przez system wartość jest wykorzystywana do obliczenia odległości kamery od postaci przy zachowaniu ustalonych przez grę ograniczeń. Dodatkowo komponent dokonuje również automatycznego przybliżania, jeśli wskutek przemieszczania się postaci, pomiędzy nią a kamerą miałyby się znaleźć przeszkoda. Dzięki temu nie zostanie zasłonięty widok tego co się dzieje wokół postaci. Odsunięcie się od przeszkody zaskutkuje oddaleniem kamery do poprzedniej odległości.

5.2. Interfejs Użytkownika (Zofia Sosińska)

Interfejs użytkownika, jako uporządkowany i przejrzysty obraz wiedzy i możliwych opcji granej postaci odciąża użytkownika aplikacji, zdejmując z niego przymus pamiętania dokładnie każdej pojawiającej się informacji. Umililiśmy i uprościliśmy rozgrywkę, przedstawiając suche dane w postaci przyjemnych dla oka obrazów, wyszczególniając najważniejsze informacje.

Tak jak przewidywano, UI udostępnia 3 główne tryby: podstawowy, budowania budynków oraz walki. Wszystkie łączy surowy i prosty przewodni motyw graficzny, wykorzystujący także różnorodne obrazy dla urozmaicenia obrazu. Przy implementacji ważne także było, aby UI zabierał jak najmniej miejsca, jednocześnie podając jak najwięcej przydatnych informacji.

5.2.1. Interfejs podstawowy

Interfejs podstawowy towarzyszy graczowi podczas całej rozgrywki. Skupia się on w górnej części ekranu. Jego zadaniem jest pomóc użytkownikowi w ogólnym odnalezieniu się w świecie. W tym celu są mu ukazane następujące informacje:

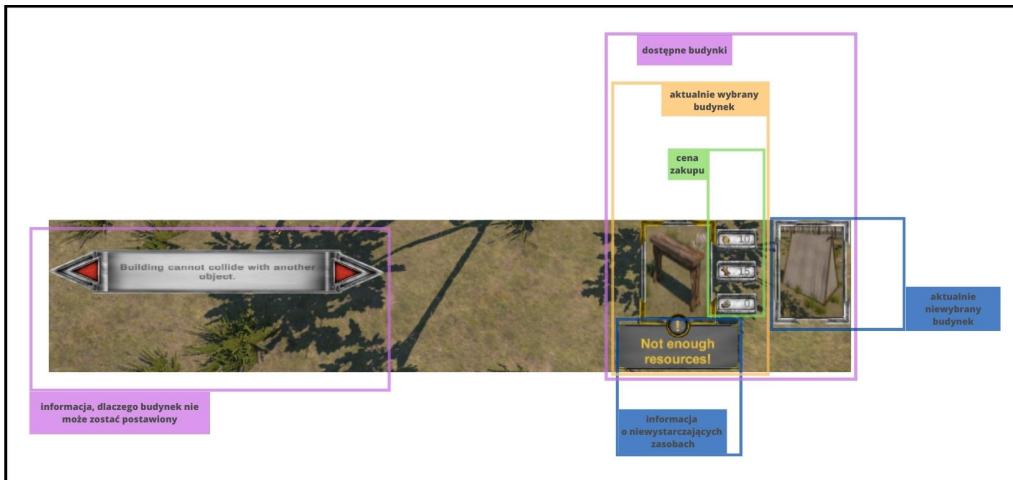
- aktualny stan surowców i funduszy, aby nie był obarczony kalkulacjami przy każdym zakupie lub przypływie zasobów,
- aktualna godzina w grze, aby stworzyć iluzję upływającego czasu w świecie gry,
- aktualne położenie gracza względem stron świata oraz wrogów ukazane na kompasie, aby ułatwić nawigację,
- zaistnienie możliwości rozpoczęcia konwersacji z inną postacią, aby zwrócić graczowi uwagę na potencjalnie ważne lub użyteczne postacie;



Rysunek 5.1: Implementacja paska z najważniejszymi informacjami o stanie gry: aktualnym czasie, posiadanych surowcach i funduszach, położeniu i otoczeniu gracza oraz o możliwości rozpoczęcia konwersacji z inną postacią.

5.2.2. Menu stawiania budynków

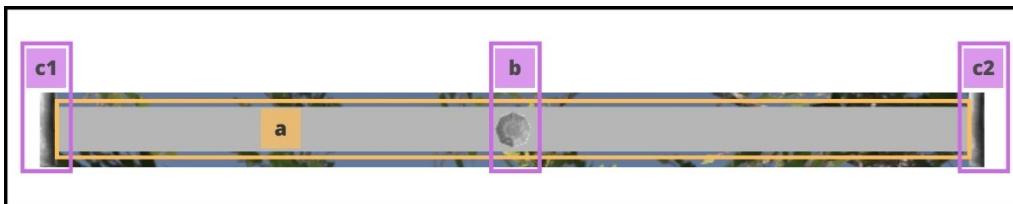
Typowa mechanika gier typu RTS, czyli budowanie budynków ma specjalnie przygotowany interfejs, wyświetlany po wcisnięciu klawisza "B". Ulokowany on został w dolnej części ekranu. Najważniejszym elementem menu stawiania budynków jest lista dostępnych budowli. Widnieją tam obrazy ukazujące każdą z nich. Gracz prawą i lewą strzałką może wybrać pożądaną. Wtedy wokół niej pokażą się także informacje dotyczące jej kupna, a po lewej stronie ekranu - informacja o ewentualnym nieprawidłowym umiejscowieniu. W wypadku, gdy zakup jest niemożliwy z powodu niewystarczającej liczby surowców, pojawi się stosowny komunikat.



Rysunek 5.2: Implementacja menu stawiania budynków, na którym pokazane są możliwe do zbudowania budowle i szczegółowe informacje o ich dostępności.

5.3. Zasady działania kompasu (Zofia Sosińska)

Projekt kompasu jest na tyle prosty, aby nie przytłoczyć gracza nadmierną liczbą bodźców. Składa się z horyzontalnego, jednolitego paska, na którym wyświetlane będą najważniejsze informacje o otoczeniu, symbol ośmiołoku, wskazujący na przestrzeń znajdującą się centralnie przed bohaterem oraz z bocznych pasków, wyróżniających końce narzędzia.



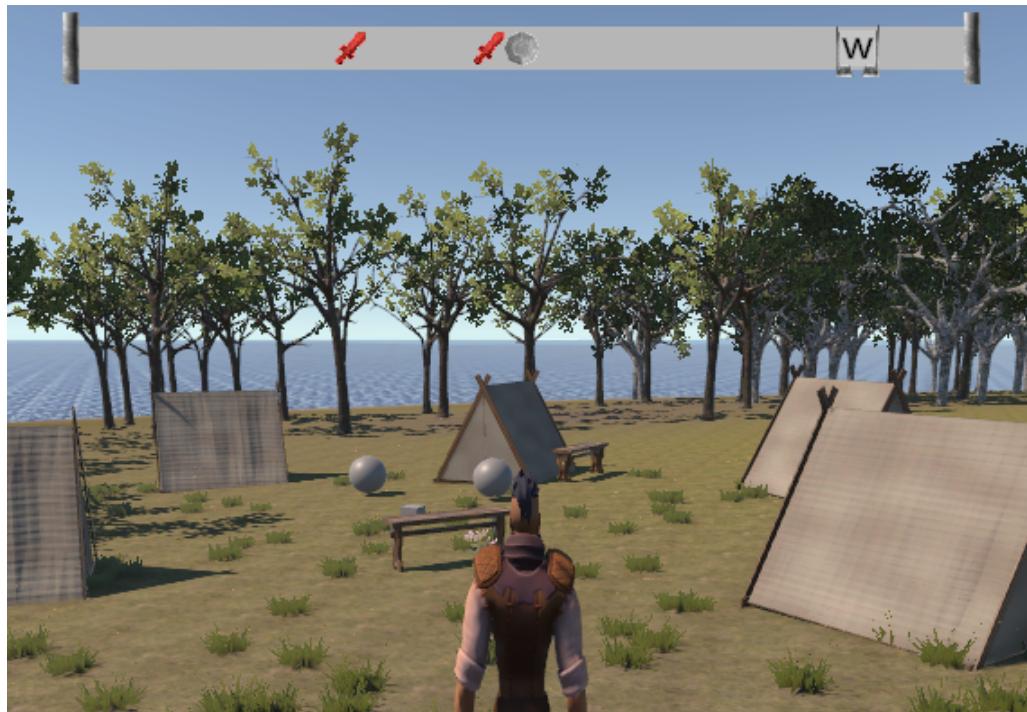
Rysunek 5.3: Rozpiska elementów: a. główny pasek, b. symbol środka, c1., c2. paski końców kompasu.

Ikony wyświetlane na kompasie będą przedstawiać najważniejsze informacje w polu widzenia gracza, czyli stronę świata, w kierunku której jest on zwrócony, oraz przeciwników. Poniżej przedstawiono kod odpowiedzialny za wyznaczenie pozycji symbolu na omawianym narzędziu. Wejściem jest komponent RectTransform symbolu przypisanemu danemu obiektyowi oraz jego położenie. Po obliczeniu wektora prowadzącego do uzyskania np. pozycji wroga, wyznaczany jest kąt, o jaki musi się obrócić. To przeliczamy na pozycję na kompasie i jeśli obiekt jest w polu widzenia, wyświetlamy symbol.

Listing 5.1: Fragment kodu odpowiedzialny za ustawnienie symbolu na pasku kompasu

```
void SetMarkerPosition(RectTransform markerTransform, Vector3 worldPosition)
{
    Vector3 dirToTarget = worldPosition - CameraTransform.position;
    float angle = Vector2.SignedAngle(
        new Vector2(dirToTarget.x, dirToTarget.z),
        new Vector2(CameraTransform.transform.forward.x,
        CameraTransform.transform.forward.z));
    float compassPositionX = Mathf.Clamp(

```



Rysunek 5.4: Wizualizacja przypadku, w którym gracz patrzy centralnie na obozowisko wrogów. Na przeciwnie oraz po lewej stronie znajdują się przeciwnicy, co jest zasygnalizowane na kompasie za pomocą symboli mieczy. Znajduje się na nim także informacja, że bohater jest lekko odchylony od Wschodu.

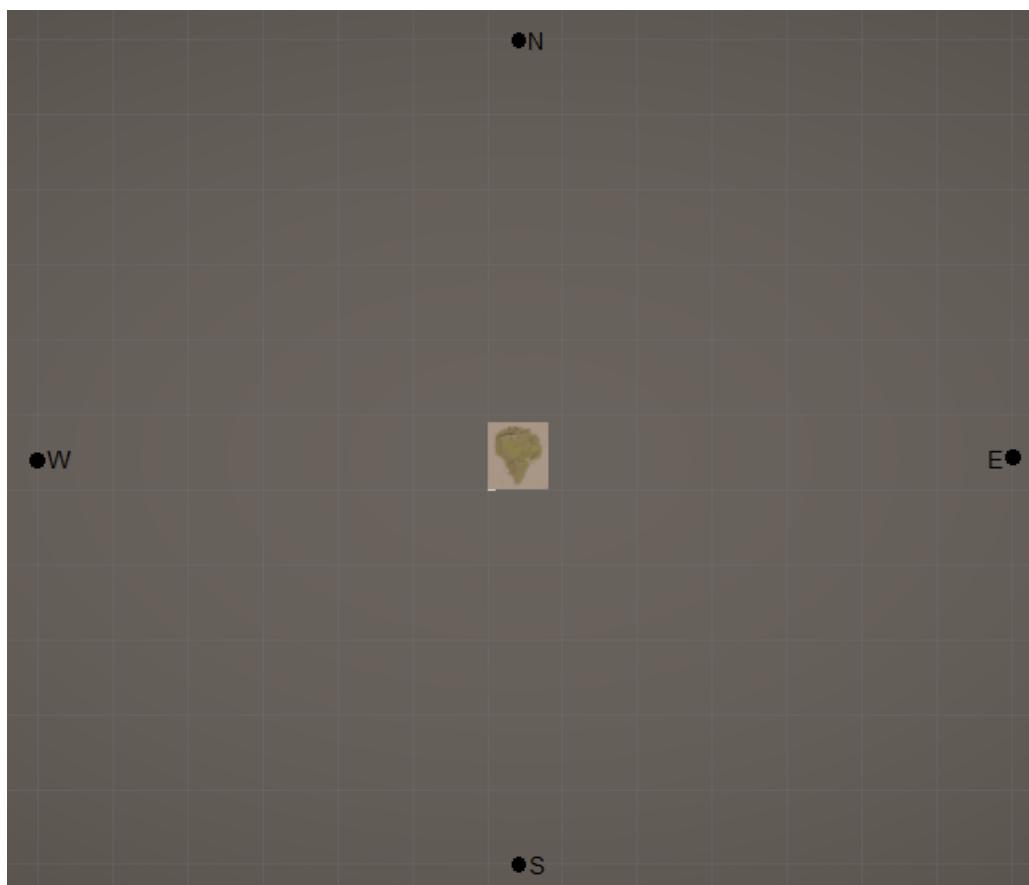
```
    2 * angle / Camera.main.fieldOfView, -1, 1);
if (compassPositionX == 1 || compassPositionX == (-1))
{
    markerTransform.anchoredPosition = new Vector2(0, 100);
}
else
{
    markerTransform.anchoredPosition = new Vector2(
        compassBarTransform.rect.width / 2 * compassPositionX, 0);
}
```

Problem lokalizacji stron świata pojawił się, gdy nieprawidłowo wyświetlały się symbole po użyciu najbliższego rozwiązania. Na przykład dla Północy było to pobranie wartości od Vector3.forward, co jest skrótownikiem Vector3(0, 0, 1). Lewy dolny róg mapy jest położony w punkcie (0, 0, 0), co oznacza, że wymagane jest przesunięcie, aby prawidłowo zasymulować strony świata. Północ i Południe przesunęliśmy do połowy szerokości, a Wschód i Zachód - długości mapy. Każde z nich oddaliśmy o 60000 jednostek, co pozwala na wiarygodną symulację stron świata na kompasie.

Wykrycie wrogich jednostek znajduje się w funkcji Start. Każdemu obiektowi jest przypisywany symbol czerwonego miecza i w zależności od położenia wroga, obrazek wyświetlany jest odpowiednio na kompasie.

Listing 5.2: Fragment kodu odpowiedzialny za połączenie wrogich obiektów na mapie z symbolami wyświetlanymi na kompasie

```
void SetPositionOfEnemies()
```



Rysunek 5.5: Rozmieszczenie zasymulowanych stron świata.

```

{
    foreach (
        var e in enemiesOnMap . Zip(
            enemiesOnUI , (x , y) => new {
                enemyOnMap = x , enemyOnUI = y })) {
    }
    SetMarkerPosition (
        e . enemyOnUI . GetComponent<RectTransform >(),
        e . enemyOnMap . transform . position );
}
}

```

5.4. Mechanizm budowania (Bogna Lew)

Opracowany mechanizm umożliwia graczowi na przełączenie się w tryb budowania poprzez naciśnięcie klawisza Tab, który od razu wyświetli podgląd bazowego obiektu. Widok budynku przemieszcza się przed postacią oraz odpowiednio obraca się razem z nią. Efekt poruszania się podglądu został uzyskany za pomocą poniższych wzorów:

$$x = r \times \sin(\alpha)$$

$$y = 0$$

$$z = r \times \cos(\alpha)$$

gdzie r to odległość środka obiektu od postaci gracza, natomiast α to kąt o jaki jest on obrócony względem osi y.

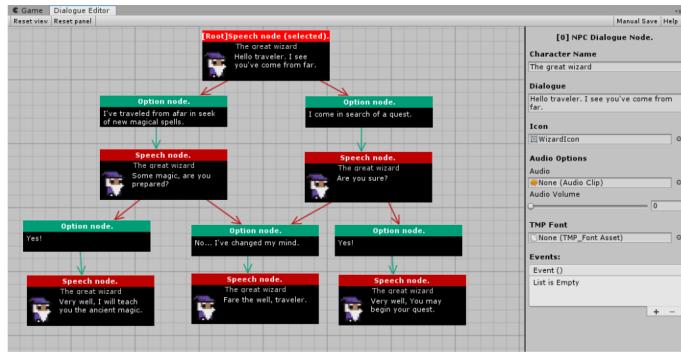
Podgląd budynku będzie widoczny do czasu, aż gracz go umieści naciskając prawy przycisk myszy, bądź wychodząc z trybu edycji naciskając klawisz Escape. Jeżeli widok budowli znajduje się w poprawnym do umieszczenia miejscu to jest on podświetlany na zielono, w przeciwnym razie - na czerwono. Wybudowanie powoduje przywrócenie bazowych kolorów obiektu oraz włącza wykrywanie kolizji z nim, dzięki czemu budynek poprawnie oddziaływa z otaczającym go środowiskiem.

5.5. System dialogów (Bartosz Strzelecki)

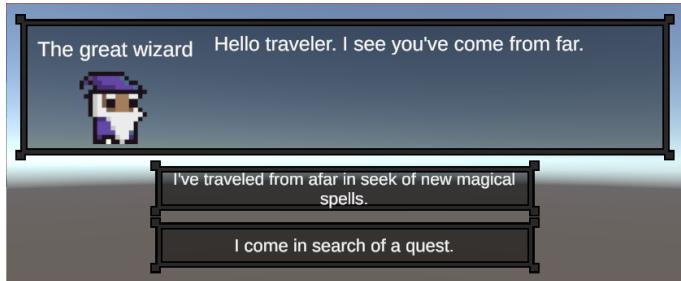
W naszej implementacji konwersacje składają się z dwóch rodzajów węzłów. Jednego odpowiedzialnego za wypowiedzi postaci niezależnych oraz drugiego pozwalającego na podjęcie przez gracza decyzji. Dodanie nowej konwersacji odbywa się poprzez stworzenie obiektu z przypisanym komponentem NPC Conversation. Wywołanie dialogu można osiągnąć poprzez wykorzystanie metody

```
ConversationManager . Instance . StartConversation( /*NPCConversation*/ );
```

System pozwala na łatwe dostosowanie elementów interfejsu użytkownika odpowiedzialne za wyświetlenie dialogów, aby jak najlepiej wpasować się w styl graficzny gry.



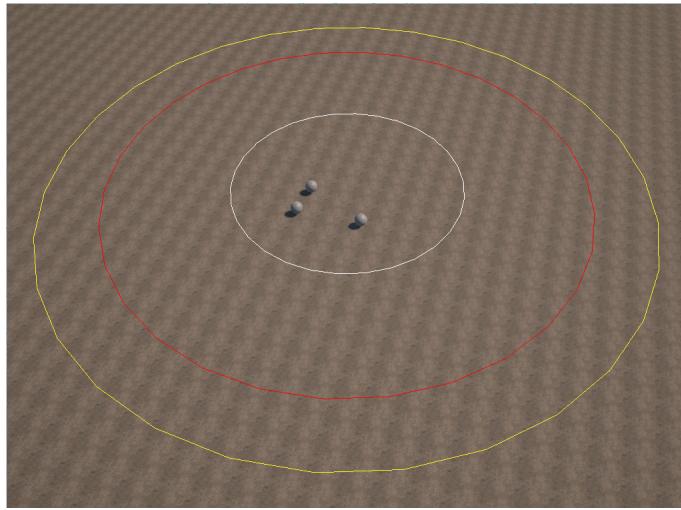
Rysunek 5.6: Przykładowa konwersacja z wykorzystaniem Dialogue Editor



Rysunek 5.7: Przykładowe okno dialogowe widziane z perspektywy gracza.

5.6. Sztuczna inteligencja (Bartosz Strzelecki)

Nawigacja przeciwników została zrealizowana poprzez wbudowany w silnik Unity system NavMesh. Pozwala nam on na łatwe wyznaczenie powierzchni, po której mogą poruszać się postacie niekontrolowane przez gracza oraz realizuje zadanie wyznaczania ścieżki dla tych postaci.



Rysunek 5.8: Obraz przedstawia zasięgi odpowiednich regionów.

Przeciwnicy są kontrolowani poprzez jeden obiekt przydzielający cele każdemu przypisanemu wrogowi. W normalnym trybie wrogowie poruszają się w sposób losowy w obrębie wyznaczonej przestrzeni (biały okrąg). Kiedy przyjazne jednostki znajdują się w wystarczającej odległości (czerwony okrąg), przeciwnicy obiorą sobie za cel jedną z nich. Po opuszczeniu przez drużynę gracza wyznaczonego obszaru (żółty okrąg) wrogowie wracają do poruszania się w sposób losowy w obrębie białego okręgu.

5.6.1. Mechanika zachowań klas jednostek

Jednostki walczące w zwarciu

Zachowanie jednostek bliskozasięgowych polega na wybraniu przeciwnika będącego w czerwonym obszarze, 5.8 który ma najwyższą wartość priorytetu obliczonego między innymi na podstawie odległości, ilości innych atakujących przeciwników oraz klasy celu. Jednostka posiadająca cel ataku zmierza w jego kierunku, obierając najkrótszą drogę. Po dotarciu do celu podróży jednostki biorące udział w walce losują naprzemiennie liczby, od których zależy wynik walki, jak i aktualnie wykorzystywana animacja.

Jednostki walczące na dystans

Takie jednostki wystrzeliwują w stronę przeciwników pociski, których celność jest reprezentowana przez dwie strefy. Jedną oznaczającą 50% celności, czyli rozrzut, który będzie posiadała połowa pocisków, oraz drugą oznaczającą maksymalny rozrzut. Ten mechanizm pozwala na łatwe zamodelowanie celności ze względu na odległość, wielkość celu oraz na osłony, za którymi może stać wroga jednostka.



Rysunek 5.9: Reprezentacja graficzna celowania widziana z perspektywy jednostki dalekozasięgowej. Czerwony okrąg reprezentuje obszar, w którym znajdzie się 50% pocisków. Żółty obszar pokazuje maksymalny rozrzut.

Jednostki hybrydowe

Obejmują zachowanie dwóch powyższych klas jednostek w zależności od odległości od przeciwnika. W sytuacji, w której wroga jednostka znajduje się w pobliskim otoczeniu, wykorzystywany jest kod przeznaczony dla bliskozasięgowych jednostek, w przeciwnym przypadku wybierana jest logika jednostek zasięgowych.

5.6.2. Sztuczna inteligencja przyjaznych jednostek.

Kontrola jednostek przez gracza odbywa się za pomocą wybory jednej z opcji w dwóch fazach

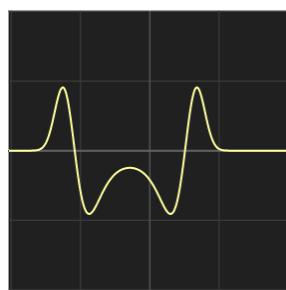
- Faza wybrania jednostek
 - Wszyscy
 - Jednostki bliskozasięgowe
 - Jednostki hybrydowe
 - Jednostki dalekozasięgowe
 - Opcja anulowania wyboru
- Faza wydania rozkazu
 - Podążanie za graczem
 - Zatrzymanie
 - Atak
 - Podejście do wskazanego przez gracza miejsca
 - Ucieczka
 - Opcja anulowania rozkazu

Wydanie rozkazu polega na kliknięciu przycisku odpowiedzialnego za wejście w tryb wydawania poleceń, a następnie wybraniu numeru opcji reprezentującej grupę jednostek, której komenda ma dotyczyć. Ostatecznie należy podać numer rozkazu, który zostanie wydany. Przykładowa reprezentacja graficzna systemu jest widoczna na rysunku 2.5. Wykorzystanie tego modelu pozwala na łatwe rozwinięcie systemu o dodanie nowych metod wyboru grup jednostek oraz możliwych instrukcji dla przyjaznych agentów.

5.7. Widzenie przez horyzont (Bartosz Strzelecki)

Efekt został osiągnięty poprzez zmodyfikowanie potoku renderowania w taki sposób, że w zależności od wartości w buforze głębi jest wykorzystywany inny shader. W tym przypadku, jeżeli sfera jest przysłonięta przez ścianę jest ona narysowana w przeciwnym wypadku jest uruchamiany pusty shader.

Po naciśnięciu przycisku E następuje zagranie animacji opisanej wzorami $w(t, offset) = 1.1 \times 2.1 - \left(\frac{(\sin(t) + 1 - 0.4 - offset)^2}{0.02} \right)$ oraz $w(t, 0) - w(t, -0.2) + w(t, -1) - w(t, -1.2)$. Od podanych funkcji zależy przeźroczystość, jak i natężenie efektu Fresnela.



Rysunek 5.10: Wykres przedstawiający funkcję opisującą zachowanie efektu Fresnela w animacji markera

Listing 5.3: Fragment shadera odpowiedzialny za animację

```
fixed4 frag (v2f i) : SV_Target
{

```

```
float t = 6.2 * _Progress - 0.6;
fixed4 pattern = tex2D(_PatternTex, i.uv + _Speed *t);
float fresnellInfluence = dot(i.worldPos, i.viewDir);
float saturatedFresnel = saturate(1 - fresnellInfluence);

float g = w(t, 0) - w(t, -0.2) + w(t, -1) - w(t, -1.2);
float4 color = pow(saturatedFresnel, g * _FresnelPow) * (_Color * _ColorIntensity
color.a *= dot(i.worldPos, i.viewDir);
return color;
}
```

6. PODSUMOWANIE

WYKAZ LITERATURY

- [1] G. Bobrek. "Historyczne bzdury, które na stałe trafiły do gier." (), [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=-eySMANZ80k&t=2s>. (accessed: 24.06.2023).

WYKAZ RYSUNKÓW

2.1	Mapa basenu Morza Śródziemnego z czasów Imperium Rzymskiego	7
2.2	Przykład koła dialogowego w grze Mass Effect	8
2.3	Budowanie budynku przez dedykowaną do tego jednostkę	10
2.4	Pasek z informacjami w grze Warcraft 3.	11
2.5	Wykaz dostępnych rozkazów z gry Mount&Blade.	11
2.6	Kompas z gry Skyrim	12
2.7	Wyświetlenie dostępnych pułapek w Orcs must die!	13
2.8	Przykładowe elementy widzenia przez horyzont w grze Dead by Daylight	14
2.9	System celowania występujący w grze Phoenix Point.	15
2.10	Przykładowa postać przeciwnika utworzona przez system Nemesis.	15
3.1	Przykładowe mapy wysokościowe	17
3.2	Widok na teren z drzewami.	17
3.3	System nawigacji w Unity	18
3.4	Przykład zasobów typu ScriptableObject.	19
4.1	Projekt interfejsu podstawowego UI.	23
4.2	Projekt menu stawiania budynków UI.	24
4.3	Projekt trybu walki UI.	24
4.4	Kadr z gry Fallout 3 przedstawiający przykładowy dialog	26
4.5	Po lewej stronie przykład z gry Dead by Daylight. Po prawej zachowanie shadera w przypadku przysłanianiu markera przez przeszkody.	27
5.1	Implementacja paska z najważniejszymi informacjami o stanie gry: aktualnym czasie, posiadanych surowcach i funduszach, położeniu i otoczeniu gracza oraz o możliwości rozpoczęcia konwersacji z inną postacią.	29
5.2	Implementacja menu stawiania budynków, na którym pokazane są możliwe do zbudowania budowle i szczegółowe informacje o ich dostępności.	30
5.3	Rozpiska elementów: a. główny pasek, b. symbol środka, c1., c2. paski końców kompasu.	30
5.4	Wizualizacja przypadku, w którym gracz patrzy centralnie na obozowisko wrogów. Na przeciwnko oraz po lewej stronie znajdują się przeciwnicy, co jest zasygnalizowane na kompasie za pomocą symboli mieczy. Znajduje się na nim także informacja, że bohater jest lekko odchylony od Wschodu.	31
5.5	Rozmieszczenie zasymulowanych stron świata.	32
5.6	Przykładowa konwersacja z wykorzystaniem Dialogue Editor	34
5.7	Przykładowe okno dialogowe widziane z perspektywy gracza.	34
5.8	Obraz przedstawia zasięgi odpowiednich regionów.	34
5.9	Reprezentacja graficzna celowania widziana z perspektywy jednostki dalekozasięgowej. Czerwony okrąg reprezentuje obszar, w którym znajdzie się 50% pocisków. Żółty obszar pokazuje maksymalny rozrzut.	35
5.10	Wykres przedstawiający funkcję opisującą zachowanie efektu Fresnela w animacji markera	36

WYKAZ TABEL

3.1 Porównanie silników.	16
----------------------------------	----