

UNIWERSYTET GDAŃSKI
Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki

Czerwińska Agnieszka

nr albumu: 206 314

Maciejewski Michał

nr albumu: 206 316

Miszczyckowski Mariusz

nr albumu: 206 361

Tworzenie gier na przykładzie silników Unity i Unreal Engine

Praca licencjacka na kierunku:

INFORMATYKA

Promotor:

dr W. Bzyl

Gdańsk 2016

Streszczenie

W pracy opisano współczesne podejście do programowania gier z wykorzystaniem silników gier. Porównano dwa silniki o otwartym kodzie: Unreal Engine udostępnianym przez firmę Epic Games, oraz Unity 3D -- Unity Technologies.

W części praktycznej pracy stworzono dwie wersje gry „The Climb” - po jednej w każdym z silników. Zostały one oparte na jednym Game Design Document (patrz, rozdział 3 -- „Czym jest Game Design Document”).

Pozwoliło to na stworzenie gier o podobnych cechach, jednak dzięki specyfice samego dokumentu, także nie ograniczających możliwości żadnego z silników. Cały przebieg procesu tworzenia owych gier został opisany w oddzielnych rozdziałach.

Słowa kluczowe

gry konsolowe, silnik gier, Unity, Unreal Engine, animacja, fizyka, skrypty, interfejs użytkownika, scena, obiekt, platforma, optymalizacja, particle, audio, 3D, architektura, oświetlenie, komponent, drag and drop

Spis treści

Wprowadzenie	6
1. Krótka historia silników do tworzenia gier	8
2. Czym jest Game Design Document?	10
2.1. Jak napisać dobre GDD	11
3. Przedstawienie Unity i Unreal Engine	14
4. Podstawy tworzenia gier w Unity	16
4.1. Planowanie	16
4.2. Początek pracy z Unity	17
4.3. Podstawowe terminy	17
4.4. Ekran główny	18
4.5. Praca z obiektami i sceną	20
4.6. Okno inspektora i komponenty	23
4.7. Skrypty	24
4.8. Kamera, światło i Collidery	29
5. Podstawy tworzenia gier w Unreal Engine	32
5.1. Rozpoczęcie projektu	32
5.2. Ekran główny	34
5.3. System Persona i Animacje	35
6. ”The Jump” krok po kroku – Unity	40
6.1. Krok 1 – przygotowanie sceny	40
7. ”The Jump” krok po kroku – Unreal Engine	43
7.1. Wykrywanie krawędzi	43

8. Podsumowanie tworzenia gier dla obu silników	48
8.1. Multiplatformowość	48
8.2. Przystępność	48
8.3. Grafika	49
8.4. Programowanie i zasoby	50
8.5. Podsumowanie	51
9. Testowanie gier	52
Zakończenie	54
A. Tytuł załącznika jeden	55
B. Tytuł załącznika dwa	56
Bibliografia	57
Spis tabel	58
Spis rysunków	59
Oświadczenie	61

Wprowadzenie

Jeszcze 20 lat temu tworzenie gier było nie lada wyzwaniem, wymagało ogromnej cierpliwości, sporej wiedzy z zakresu fizyki, informatyki i matematyki. Obecnie posiadamy zaawansowane oprogramowanie znaczco ułatwiające tworzenie tego typu rozrywki. Dlatego aktualnie liczba gier wychodzących na rynek jest tak duża, że nie sposób śledzić pomniejsze tytuły.

Gry komputerowe towarzyszyły każdemu z nas od dzieciństwa. Były i są nam szym hobby. Do dziś poświęcamy im mnóstwo czasu. Od zawsze marzyliśmy, by zacząć tworzyć swoje własne gry. Wiedza, którą zdobyliśmy w trakcie studiów pozwoliła nam nie tylko na realizację tego marzenia, ale również pokazała różne sposoby tworzenia oprogramowania. W tej pracy korzystamy z jednego z tych sposobów do stworzenia naszej gry. Oparliśmy ją na dwóch silnikach do tworzenia gier - Unity i Unreal Engine. W tej pracy przedstawiamy podstawowe różnice, główne zalety, jak i ograniczenia obu silników. Wierzymy, że pozwoli to początkującym twórcom gier, jak i tym bardziej doświadczonym, znaleźć właściwe narzędzie do wykonania swojego projektu.

Silniki gier to zaawansowane oprogramowanie tworzone przez firmy, specjalnie na potrzeby nowych gier. Powołanie nowej gry do życia wymaga ogromnych nakładów czasowych i finansowych. „Jak będziemy generować grafikę? Czy w naszej grze będzie realistyczna fizyka? A dynamiczne światło? Co z dźwiękiem? Jaki język programowania wybrać? A i trzeba jeszcze tę grę zoptymalizować pod konkretną platformę!” Na te i wiele innych pytań trzeba odpowiedzieć za każdym razem tworząc nową grę. Doświadczeni twórcy wiedzą jednak, że to właśnie odpowiedzi na te pytania generują największe koszty. Aby uniknąć odkrywania koła na nowo, firmy często tworzą własne silniki, bądź wykupują licencje na inne. Współcześnie, większość nowych tytułów robiona jest na już gotowych silnikach. Tylko mały procent doczeka się własnego, wartego niejednokrotnie więcej niż sama gra. Na nasze szczęście dzisiaj każdy z nas może skorzystać z możliwości takiego silnika.

Mimo, że na rynku istnieje wiele innych darmowych silników, w tej pracy skupimy się na dwóch obecnie najpopularniejszych darmowych silnikach: Unreal En-

gine udostępniane przez firmę Epic Games, oraz Unity 3D udostępniane przez firmę Unity Technologies.

Przyjrzymy się krótkiej historii silników gier oraz porównamy oba oprogramowania. Dowiemy się czym jest GDD, następnie przyjrzymy się ich cechom i opisujemy proces tworzenia gier w każdym z nich. Odkryjemy najczęstsze bugi w grach i jak z nimi walczyć, a w podsumowaniu opiszemy krótko: stopień trudności w użytkowaniu, czas potrzebny do stworzenia gry i zastanowimy się nad przyszłością obu silników.

Należy zwrócić uwagę, że w rozdziałach w których opisywane są silniki (Podstawy tworzenie gier i The Climb krok po kroku), rozdziały dotyczące Unity są znacznie bardziej szczegółowe. Powodem jest fakt, że wiele terminów i pojęć, jakich używamy w tej pracy ma zastosowanie w obu silnikach. Opisując je tylko w jednym z rozdziałów, unikamy niepotrzebnych powtórzeń. Silnik Unity jest opisywany dokładniej, ponieważ zgodnie z porządkiem alfabetycznym opisujemy go przed Unreal Engine.

ROZDZIAŁ 1

Krótka historia silników do tworzenia gier

Silnik gier jest to specjalne oprogramowanie zaprojektowane z myślą o tworzeniu i rozbudowywaniu gier wideo. Jego typową funkcjonalnością jest obsługa generowania grafiki (zarówno 2D i 3D), fizyki, kolizji, dźwięku, sieci, animacji, procesora, pamięci itp. Większość silników opiera się na tzw. skryptach – krótkich programach pisanych wewnątrz aplikacji, pozwalających na stosunkowo nieskrępowaną modyfikację i ciągłe rozszerzanie możliwości danego silnika. Idzie to w parze z głównym założeniem jakim jest możliwość jego wielokrotnego wykorzystania do tworzenia kompletnie odmiennych tytułów.

Teoretycznie prawie każda gra, która kiedykolwiek powstała, opiera się na jakimś silniku. Jednak dopiero lata 90' uznajemy za początek ich historii. Jest to związane z faktem, że pierwsze gry były tzw. „hardkodowane”. Oznacza to, że wszelkie dane były bezpośrednio wpisywane w kod źródłowy, a ich wartości dostosowane bezpośrednio do urządzenia na które były tworzone. Ze względu na niską wydajność i limity pamięci ówczesnych maszyn było to rozwiążanie konieczne. Unieważniały jednak modyfikację kodu. Oznaczało to, że silnik wykorzystywany był tylko raz, pod konkretną grą, co stoi w konflikcie z wcześniej podaną definicją silnika gier.

Poniżej została zamieszczona tabelka z datami, autorami i szczególnymi cechami silników gier, poczynając od „Hovertank 3D”. Nie był to pierwszy silnik w historii, jednak jako pierwszy był rozwijany i użyty w wielu produkcjach. Był to także jeden z tytułów 3D z gatunku FPS (ang. first-person-shooter). Rozwój tego gatunku szedł w parze z powstaniem terminu „silnika gier”. Trzeba zaznaczyć, że ze względu na ogólną liczbę różnych silników, poniższa lista nie jest kompletna i zawiera tylko te najpopularniejsze i/lub najbardziej zasłużone.

Nazwa	Rok po-wstania	Autor/właściciel	Szczegóły
Hovertank 3D	1991	John Carmack (id Software)	Silnik powstał w 6 tygodni, wielokrotnie rozwijany, napisany w językach C i x86 Assembly
Wolfenstein 3D	1992	John Carmack (id Software)	Usprawniona wersja Hovertank 3D, dodano raycasty, i fizykę gracza, zwiększo wydajność
ID Tech 1	1993	John Carmack (id Software)	Pierwszy z serii silników id Tech, dodano opcje konfiguracji grafiki, otwarte przestrzenie, pełne oteksturowanie gry
Build	1996	Ken Silverman (3D Realms)	Dodano woksele, podział na sektory, destrukcja otoczenia
Quake Engine	1996	John Carmack (id Software)	Dodano statyczne oświetlenie, zwiększo wydajność, możliwość gry sieciowej, lightmapy
Unreal Engine	1998	Epic Games	Używany i rozwijany do dziś silnik gier, korzysta z własnego języka skryptowego UnrealScript, modularna budowa silnika, łatwy do modowania, napisany w C++, jeden z najpopularniejszych silników w historii
Id Tech 3	1999	id Software	Powstał w odpowiedź na UnrealEngine, wymaga OpenGL, dodanie shaderów, dodano format MD3 do modeli 3D
Infernal Engine	2000	Terminal Reality	Napisany w C++, język skryptowy Dante, nie-wymagający komplikacji przy zmianach, rozbudowany system zarządzania zasobami
Cry Engine	2004	Crytek	Powstało wstępnie jako demo technologiczne karty graficznej GeForce 3, obsługa Shader Model 3.0, efekt HDR, język programowania Lua i C#
Source Engine	2004	Valve Corporation	Napisany w C++, Source SDK udostępniany dla każdego użytkownika posiadającego grę na platformie Steam, wsparcie wieloprocesowości
Unity Engine	2005	Unity Technologies	Napisany w C, C++ i C#, pozwala robić gry na większość istniejących platform, łatwy w użytkowaniu
Frostbite	2008	Digital Illusions CE	HDR Audio, system destrukcji otoczenia

Tabela 1.1. Skrócona historia silników gier typu dokumentu

ROZDZIAŁ 2

Czym jest Game Design Document?

Game Design Document (w skrócie GDD) jest dokumentem tworzonym jeszcze przed przystąpieniem do tworzenia gry. Najważniejszym celem dokumentu jest utrzymanie spójności oraz jednoznaczne wytyczenie celów związanych z projektem. GDD jest tak zwanym „żywym” dokumentem. Oznacza to, że może on być rozwijany i zmieniany podczas pracy nad grą. Jeśli pojawią się przeszkody uniemożliwiające wykonanie wcześniejszych założeń, lub powodujące znaczne opóźnienie w pracach nad grą dozwolone jest zmienianie danych części dokumentu. Zaleca się jednak w miarę możliwości, aby nie odchodzić za daleko od wyjściowych założeń, gdyż stoi to w konflikcie z założeniami owego dokumentu.

Struktura dokumentu nie jest jednoznacznie zdefiniowana. W zależności od wielkości zespołu oraz docelowych odbiorców może on przybierać różnorakie formy – od czysto formalnych mocno technicznych aspektów, do ogólnej wizji artystycznej świata i rodzaju rozgrywki. Dokument może składać się z czystego tekstu, ale również screenów, zdjęć, szkiców koncepcyjnych, diagramów. Każda forma jak najlepiej oddająca założenia gry jest akceptowalna.

Zdarza się, że GDD często zaczyna się tylko podstawowymi założeniami gry, a kończy jako rozbudowany wielostronicowy dokument opisujący każdy możliwy aspekt gry. Przy jego pisaniu nie można zapomnieć, że będzie on czytany przez każdego członka zespołu tworzącego grę, nie tylko przez programistów, ale także artystów czy managerów. Dlatego pomimo ogólnej swobody przy jego pisaniu zaleca się zachowywać ogólnie pojętą strukturę, co pozwala na oddzielenie zagadnień typowo technicznych, od tych związanych z marketingiem czy kreacją świata.

Wiele firm wymaga od twórców gier aby dostarczali GDD. Jako, że nie ma określonego standardu dla tego typu dokumentu, autorzy muszą go tak zaprojektować, aby grę nie tylko przedstawić, ale także „sprzedać”. Sprawia to, że GDD potrafią się od siebie znaczco różnić.

Swoboda w tworzenia GDD daje wiele możliwości, ale potrafi także być sporym

wyzwaniem. Osoby posiadające już doświadczenie przy robieniu gier zdecydowanie lepiej radzą sobie przy pisaniu takiego dokumentu, gdyż znają już wszystkie etapy produkcji, oraz problemy z nią związane. Korzystając z ich doświadczenia można nakreślić pewne prawidłowości przy jego pisaniu.

2.1. Jak napisać dobre GDD

Jeśli GDD pisze kilka osób, wyznacz jedną osobę odpowiedzialną za funkcjonowanie dokumentu. Zbyt duża swoboda w dostępie do dokumentu wprowadza niepotrzebny chaos. Każdy pomysł przed wpisaniem powinien zostać najpierw rozpatrzony, aby nie wpuszczać do projektu nadmiarowych pomysłów.

Nie pisz całego dokumentu na „raz”. Pamiętaj, że GDD tak samo jak projekt będzie ciągle ewoluować. Może się okazać, że wraz z rozwojem projektu, wiele pomysłów zostanie odrzuconych, a niektóre założenia ulegną zmianie. Jeśli nie pozostanie wystarczająco miejsca na zmiany, lub projekt zacznie przechodzić znaczące zmiany, może to zaważyć na czytelności dokumentu.

Używaj różnych form przekazu. Obraz przy opisie lokacji, bądź referencja przy animacji powiedzą czytelnikowi więcej niż długi skomplikowany tekst.

Podziel dokument na sekcje. Stwórz dział „Użyte technologie” i „Świat gry”. W tym momencie każdy będzie wiedział, gdzie i jakiego typu informacje znajdują się w tekście.

Wyznacz realistyczne cele. Zanim dokument zostanie ostatecznie zatwierdzony, powinien najpierw zostać rozpatrzony pod kątem potencjalnych kosztów czasowych i finansowych. Stworzenie wielkiego tytułu, może być zbyt ambitne dla małego zespołu. Głównym celem powinno być ukończenie gry w odpowiednim czasie. Trzeba wziąć pod uwagę ewentualne problemy i pamiętać, że każdy nowy pomysł generuje dodatkowe koszty.

Przykładowa budowa GDD:

Index

1. Założenia gry
2. Ogólny opis (gatunek, format, założenia)

3. Interakcja
4. Przebieg rozgrywki
5. Cel rozgrywki
6. Założenia techniczne
7. Docelowe platformy
8. Użyte technologie
9. silnik gry
10. pozostałe technologie (np. systemy kontroli wersji, frameworki)
 - (a) Wyświetlanie/Obraz (np. orientacja na urządzeniu mobilnym)
 - (b) Sterowanie
 - (c) Mechanika gry
 - (d) Inne
 - i. Świat gry
11. Obiekty
 - (a) statyczne
 - (b) interaktywne
12. Środowisko
13. Motyw
14. Otoczenie
15. Wyzwania
16. Przeciwnicy
17. Poruszanie po świecie

18. Grafika

19. Style

20. Aszety

(a) Dźwięk

21. Potrzebne dźwięki

22. Potrzebna muzyka

(a) Ramy czasowe projektu

(b) Dodatkowe pomysły

ROZDZIAŁ 3

Przedstawienie Unity i Unreal Engine

Unity 3D i Unreal Engine 4, są bezsprzecznie jednymi z dwóch najpopularniejszych obecnie silników gier. Duże studia przeważnie tworzą własne silniki, jednak w ostatnich latach w zawrotnym tempie zaczęła rozwijać się scena tzw. gier Indie. Stworzenie silnika jest kosztownym i czasochłonnym przedsięwzięciem, dlatego małe zespoły nie były w stanie sobie na nie pozwolić.

Unity Technologies wyszło naprzeciw twórcom poszukującym tańszych rozwiązań i w roku 2005 zaprezentowało prototyp darmowego, łatwego w obsłudze silnika. Unity zdobyło zainteresowanie twórców gier i w tym roku doczekało się swojej piątej odsłony.

Unreal Engine 4 zadebiutował w 2014 roku, jako następca długiej i zasłużonej serii silników Unreal. Legendarny status poprzednich wersji i niesamowite możliwości graficzne pozwoliły mu szybko podbić rynek tanich silników gier, oraz wyrosnąć na jednego z największych konkurentów Unity.

Cechy charakterystyczne obu silników:

Unity 5

- obsługiwane języki programowania: C# , Unity Script
- proste budowanie aplikacji na 21 platform
- w pełni customizowalny, prosty w obsłudze i wydajny 64 bitowy edytor
- Unity UI – narzędzie do tworzenia rozbudowanego interfejsu użytkownika, tworzony na zasadzie Canvasów
- doskonała dokumentacja, mnogość tutoriali i rozwinięta społeczność
- możliwość tworzenia łatwych w eksportie/importie paczek
- wsparcie praktycznie wszystkich popularnych formatów plików

- system fizyczny PhysX 3.3
- asset store, dający dostęp do niezliczonej ilość skryptów, modeli i pluginów tworzonych przez innych użytkowników

Unreal Engine 4

- Język programowania C++ (brak wewnętrznego edytora, potrzebne np Visual Studio)
- Unreal Motion Graphics UI Designer (UMG) – Narzędzie do projektowania UI. Tworzony na zasadzie widgetów
- Persona, system do tworzenia animacji. Pozwala kontrolować szkielety, meshes, tekstury, przejścia między animacjami (Blend Spaces) itp.
- Matinee Cinematics, Sequencer (beta) – narzędzia do tworzenia „filmików” wewnętrz gry.
- Drzewka zachowań – „Visual scripting”, pozwala programowac bez ingeronowania w kod.
- Instant game preview, System umożliwiający szybkie testy scen. Spawnuje gracza w dowolnym miejscu projektu.
- Fizyka – PhysX 3.3
- Media Framework – możliwość używania zewnętrznych mediów wewnętrz gry.
- The Landscape system – edytor terenu w grach.

Oba silniki cechuje wiele podobieństw. Wybór jednego z nich może okazać się trudny ze względu na wiele wspólnych cech i porównywalnych narzędzi wspomagających proces tworzenia gier. Poniższe rozdziałły pokażą nam jak wygląda praca z każdym z nich, pokażą nam różnice i podobieństwa obu silników i pomogą wyodrębnić ich cechy szczególne. W ostatecznym rachunku dowiemy się, który z silników bardziej nadaje się do konkretnych zadań i czym powinniśmy się sugerować w wyborze każdego z nich.

ROZDZIAŁ 4

Podstawy tworzenia gier w Unity

Ten rozdział poświęcony jest podstawowym elementom tworzenia gier w Unity. Trzeba zaznaczyć, że tworzenie pełnoprawnej gry wymaga bardzo szerokiego zakresu informacji, zaś niniejszy rozdział skupia się tylko na aspektach niezbędnych do stworzenia grywalnego tytułu.

4.1. Planowanie

Jednym z decydujących czynników przy rozpoczynaniu pracy nad grą jest odpowiednie zaplanowanie procesu jej tworzenia. Podstawą jest opisany w trzecim rozdziale dokument GDD, który zawiera w sobie wszelkie niezbędne informacje, poczynając od opisu gier, kończąc na narzędziach potrzebnych do pracy nad nią. Jest to aspekt niezwykle ważny, gdyż może się okazać, że np. silnik który wybraliśmy nie jest w stanie sprostać zaawansowanym obliczeniom fizycznym, portowanie gry na inną platformę jest zbyt czasochłonne, bądź jakość renderowanej przezeń grafki jest za niska.

W niektórych silnikach optymalizacja gry jest znacznie bardziej skomplikowanym zadaniem niż w innych, co ma duże znaczenie jeśli tworzymy grę mobilną. Ważny jest także format danych z których będziemy korzystać, np. modeli 3D, oraz czy rozgrywka skupiać będzie się na grze dla pojedynczego gracza, czy na grze wieloosobowej, ze względu na różne implementacje obsługi sieci w silnikach. Przykładowy typ gry odpowiedni dla silnika Unity: mała gra, tworzona przez mały niedoświadczony zespół.

Gra ma być platformówką, działać dobrze na telefonach, ale zostać też wypuszczona na konsole i pecety i nie zawierać rozgrywki multiplayer. Grafka 3D mocno stylizowana/uproszczona, bez graficznych fajerwerków.

Powysze wymagania idealnie łączą się z tym co ma do zaoferowania Unity:

prostota obsługi, wsparcie aż 21 platform, możliwość importowania/eksportowania paczek, obsługa wielu formatów modeli 3D i narzędzia do ich obsługi. Dzięki temu, że gra ma posiadać prostą grafkę nie musimy przejmować się faktem, że Unity ustępuje innym silnikom w kwestii fizyki i zaawansowanego renderingu 3D. W fazie planowania nie powinno się także zapominać, że tworzenie gier jest bardzo czasochłonne, dlatego warto wyznaczyć sobie ramy czasowe dla danego projektu. Pozwoli to określić czy proces produkcji przebiega prawidłowo i uniknąć częstego powodu śmierci gry jakim jest za długi czas produkcji i brak środków na kontynuowanie prac.

4.2. Początek pracy z Unity

Silnik pobieramy z oficjalnej strony. Od wersji 5 Unity, po odpaleniu instalatora i zaakceptowaniu regulaminu, sami decydujemy o tym, które komponenty zostaną zainstalowane. Pozwala to pominąć nieistotne dla nas opcje. Warto zaznaczyć, że o ile sam silnik jest darmowy, to możliwość wydawania gier na niektóre platformy wymaga posiadania odpowiedniej licencji. Przy tworzeniu nowego projektu, możemy zaznaczyć, czy nasza gra będzie w 2D, czy w 3D. Zaznaczenie odpowiedniej opcji zimportuje nam odpowiednie podstawowe assety (materiały używane przy tworzeniu gier), oraz ustawia odpowiednią konfigurację. Wybraną opcję można później zmienić.

4.3. Podstawowe terminy

Assets/assety - to reprezentacja każdego pliku, który może być użyty w grze. Asset może być dowolnym plikiem zewnętrznym np. dźwiękiem lub modelem 3D wspieranym przez Unity, a także wewnętrznym, tworzonym w Unity takim jak scena lub renderer.

Game Objects/obiekty gry – to podstawowe obiekty w Unity, które reprezentują wszystkie elementy widoczne w grze. Same z siebie nie robią nic, za to ich rolą jest bycie kontenerem na tzw. Komponenty, która implementują ich prawdziwą funkcjonalność. Przykładowo poruszająca się dwuwymiarowa piłka, powstaje

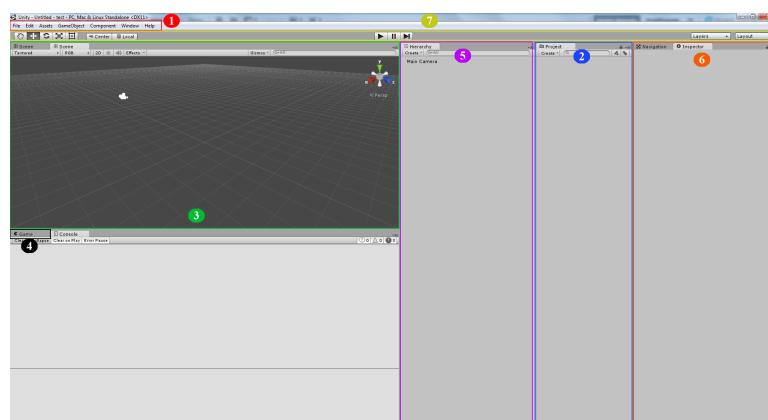
poprzez dodanie do Game Objectu komponentu do renderowania grafiki 2D, odpowiedniego skryptu i animacji. Component/komponenty – są podstawą każdego obiektu i zachowania w grze. Są częścią funkcjonalną każdego Game Objectu i są bezpośrednio doń przypisywane.

Każdy obiekt domyślnie posiada komponent Transform, który opisuje jego pozycję, skalę i rotację. Bez tych informacji obiekt byłby nie do zlokalizowania na scenie.

Używając wyrażenia obiekt i komponent w tej pracy, będziemy każdorazowo odnosić się odpowiednio do wyżej zdefiniowanych Game Objectów i Componentów.

4.4. Ekran główny

Po stworzeniu projektu naszym oczom ukaże się główny ekran. Jeśli żaden projekt nie był wcześniej otwierany na tym komputerze to ekran będzie wyglądał jak na zdjęciu poniżej (dla wersji 5.x).



Rysunek 4.1. Unity - Ekran główny. Domyślny układ ekranu po stworzeniu nowego projektu, jeśli nie otwieraliśmy wcześniej na tym komputerze innego projektu Unity wraz z oznaczeniem poszczególnych okien.

Źródło: Zrzut ekranu z Unity

Cyfry na zdjęciu oznaczają poszczególne okna:

1. Pasek Menu – daje dostęp do bardziej zaawansowanych opcji, min. pozwala na dodawanie nowych okien, komponentów czy konfigurowanie całej aplikacji.
2. Project – tu umieszczone są wszystkie pliki jakie znajdują się w grze. Pliki możemy dodawać do projektu, przenosząc je bezpośrednio do tego okna, lub dodając je do folderu „Assets” w naszym projekcie.
3. Scene – jest to przestrzeń 3D na której umieszczane są wszystkie obiekty znajdujące się w grze.
4. Game – okno pozwalające na zobaczenie naszej gry w akcji po naciśnięciu przycisku „Play”. Domyslnie widać tylko niebieskie tło – jest to aktualny obraz z głównej kamery umieszczonej na scenie.
5. Hierarchy – w tym oknie znajduje się lista wszystkich obiektów znajdujących się na scenie. Pozwala nam na manipulowanie obiektem bez konieczności szukania go bezpośrednio na scenie.
6. Inspector – wyświetla właściwości aktualnie zaznaczonego obiektu.
7. Pasek opcji – pozwala na zmianę opcji poruszania się po scenie, zmianę widoku przy zaznaczaniu obiektu, odpalenie naszej gry, zarządzanie warstwami i zmianę layoutu.

Ułożeniem poszczególnych okien można swobodnie manipulować poprzez przenoszenie zakładek lub zmianę layoutu z paska opcji. Możliwe jest też dodawanie nowych zakładek. Przy tworzeniu nowego projektu Unity wczyta ustawienia okien z poprzednio otwartego projektu, zaś przy otwieraniu innego projektu, okna ustawione będą tak jak ustawiła je osoba przy nim pracująca. Wszystkimi oknami można zarządzać klikając na nie, bądź korzystając z zakładki „Window” z paska menu (1).

4.5. Praca z obiektami i sceną

Scena jest miejscem na którym umieszczać będziemy każdy element gry. Aby zapewnić sobie swobodną pracę, niezbędne jest opanowanie podstawowych zasad poruszania się po niej. Jak w każdej przestrzeni 3D podstawowym sposobem przemieszczania się po scenie jest oddalanie/przybliżanie widoku oraz obracanie go w dowolnym kierunku. Po kliknięciu na scenę, aby przybliżyć bądź oddalić kamerę korzystamy z pomocy rolki myszki, lub wciskamy klawisz alt i przytrzymujemy prawy przycisk, poruszając jednocześnie myszką w tył lub przód. Aby rotować widok, przytrzymujemy alt i lewy przycisk poruszając myszką w dowolnym kierunku. Aby mieć na czym operować niezbędne jest stworzenie Game Objectu. Aby to zrobić klikamy lewym przyciskiem myszki w oknie Hierarchy (5), lub klikając Game Object z paska menu (1) i wybieramy „Create empty”.

Stworzy nam to na scenie pusty obiekt, a w hierarchii pojawi się jego nazwa i możliwość zaznaczenia go. Po zaznaczeniu zobaczymy jego pozycję na scenie reprezentowaną przez mały sześcian i 3 strzałki różnego koloru. Kolory strzałek oznaczają różne osie - zielona oś Y, symbolizująca ruch góra/dół, czerwona oś X, symbolizująca ruch lewo/prawo, oraz niebieska oś Z symbolizująca głębię.

Jako, że obiekt posiada już domyślny komponent Transform, możliwe są operacje na jego prezentacji w przestrzeni. Na pasku opcji (7), poczynając od lewej znajduje się 5 przycisków do wykonywania tych operacji i odpowiedniego przełączania się między nimi. Wszystkie tryby można uruchamiać także przy pomocy skrótów klawiszowych.

Pierwszy przycisk od lewej pozwala nam na poruszanie samym widokiem w przestrzeni przy pomocy myszki, nawet gdy obiekt jest zaznaczony.



Rysunek 4.2. Unity - Opcja przemieszczania przedmiotu

Źródło: Zrzut ekranu z Unity

Drugi przycisk umożliwia nam na zmienianie pozycji obiektu w przestrzeni. Możemy swobodnie poruszać obiektem klikając na kwadrat, bądź jeśli chcemy poruszać obiekt po konkretnej osi – na odpowiednie strzałki. Można uruchomić ten tryb korzystając z przycisku „W” na klawiaturze.



Rysunek 4.3. Unity - Opcja przemieszczania kamery

Źródło: Zrzut ekranu z Unity

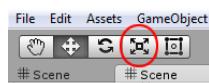
Trzeci przycisk służy do zmiany rotacji obiektu w przestrzeni. Po uruchomieniu tego trybu zobaczymy, że wygląd osi zmienił się na kształt sfery. Rotację wykonujemy ta samo jak zmianę pozycji poprzez klikanie na odpowiednie osie.



Rysunek 4.4. Unity - Opcja obkręcania przedmiotu

Źródło: Zrzut ekranu z Unity

Czwarty przycisk służy do zmiany skali obiektu. Zmianę wykonujemy poprzez naciśnięcie na małe szcześciiany widoczne na osiach.



Rysunek 4.5. Unity - Opcja skalowania przedmiotu

Źródło: Zrzut ekranu z Unity

Ostatni przycisk służy do obsługi tzw. Rect Transform i wychodzi poza zakres podstawowy i nie będzie omawiany w tym rozdziale.

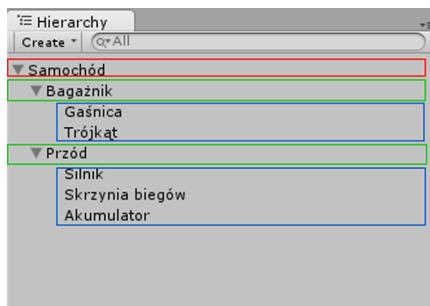


Rysunek 4.6. Unity - Opcja Rect Transform

Źródło: Zrzut ekranu z Unity

Mimo, że puste obiekty same w sobie nic nie robią to są używane równie często, co obiekty z komponentami. Wynika to z faktu, że można je zagnieżdżać tak samo jak foldery – przenosząc jeden obiekt na drugi w oknie hierarchii. Ma to kilka zastosowań. Po pierwsze pozwala na zorganizowanie obiektów na scenie, która może składać się z tysięcy obiektów i nawigacja między nimi mogłaby być bardzo kłopotliwa. Przykładowo posiadając obiekt „samochód”, obiekty takie jak „koło”, „karoseria”, „lampy” itd. powinny być umieszczone w tym obiekcie. Dzięki temu, poruszając „samochodem”, jednocześnie przemieścimy o tę samą wartość „koła”, „karoserię” i „lampy”. Te obiekty nazywane są obiektami potomnymi, ang. Child Objects. Samochód jest w tym momencie rodzicem, ang Parent Object. Ma to szczególne znaczenie przy skomplikowanych obiektach, gdzie przemieszczanie każdego z nich oddziennie byłoby bardzo niepraktyczne. Ta sama zasada dotyczy się rotacji i skali. Modyfikacja obiektu potomnego nie wpływa za to na jego rodzica. Drugim ważnym zastosowaniem obiektów potomnych jest możliwość odwoływania się do nich poprzez rodzica. Oznacza to, że skrypty umieszczone w obiekcie, posiadającym jedno lub wiele dzieci, mogą za jednym zamachem kontrolować wszystkie z nich.

Każdy obiekt który umieszczamy na scenie automatycznie pojawia się w oknie hierarchii. Zaznaczenie obiektu w hierarchii zaznaczy nam obiekt na scenie i vice versa, a także wyświetli wszystkie komponenty podpięte do tego obiektu w oknie inspektora (4).



Rysunek 4.7. Unity - Relacja Rodzic - Dziecko. Kolorem czerwonym oznaczono obiekt gry, będący rodzicem znajdujących się w nim obiektów: bagażnik i przód, oznaczonych kolorem zielonym. Bagaźnik i przód są jednocześnie dziećmi obiektu samochód jak i rodzicami obiektów: gaśnica, trójkąt, silnik, skrzynia biegów oraz akumulator oznaczonych kolorem niebieskim.

Źródło: Zrzut ekranu z Unity

4.6. Okno inspektora i komponenty

Unity daje nam dostęp do kilku niepustych obiektów pozwalających na szybkie rozpoczęcie pracy. Aby stworzyć taki obiekt klikamy na zakładkę „GameObject” z paska menu (1). Do wyboru mamy kilka obiektów. Wybieramy 3D Object → Cube, co stworzy nam na scenie obiekt w kształcie szarego sześcianu i automatycznie go zaznaczy. W oknie inspektora (5) poza komponentem Transform dostrzeżemy też trzy inne. Mesh Filter pobiera informacje na temat siatki modelu i przekazuje je do ostatniego komponentu, Mesh Renderer, który tę siatkę renderuje. Box Collider tworzy kolider wokół siatki który pozwala na interakcje z innymi obiektami – zostanie on omówiony w dalszej części tego rozdziału. Większość komponentów zawiera w sobie dodatkowe opcje umożliwiające modyfikację ich działania. Przykładowo zmiana wartości x, y lub z w komponencie Box Collider zmieni jego rozmiary podobnie jak właściwość Scale w komponencie Transform. Komponenty można dodawać, usuwać, zmieniać ich kolejność oraz kopiować, klikającym prawym przyciskiem na jego nazwie, klikając przycisk Add component na dole inspektora. Przykładowo, usunięcie komponentu Mesh Renderer z naszego obiektu,

sprawi, że jego ściany przestaną się wyświetlać jednak nadal będą możliwe kolizje z innymi obiektami. Istnieje też możliwość wyłączenia danego komponentu (nie będzie on działał, ale nie będzie też usunięty) poprzez kliknięcie checkboxa oraz ukrycie właściwości przy pomocy małej strzałczki, oba usytuowane tuż obok jego nazwy.

Za każdym razem gdy zaznaczymy nowy obiekt, w inspektorze wyświetla się jego komponenty. Klikając na małą ikonkę w górnym prawym rogu inspektora, możemy zablokować widok na komponentach aktualnie wybranego obiektu.

4.7. Skrypty

Unity umożliwia nam rozszerzanie swojej funkcjonalności oraz kontrolę zachowań poprzez skrypty. Do wyboru mamy trzy języki – C#, Unity Script (zmodyfikowana wersja Java Script) oraz Boo, który jednak przestał być wspierany od wersji 5.0. Zaleca się aby w ramach danego projektu używać tylko jednego języka aby uniknąć problemów z kompatybilnością. Największą popularnością cieszy się C#. Może też pochwalić się najlepszą dokumentacją, dlatego jest zalecany osobom zaczynającym pracę z Unity. Także wszystkie skrypty wykorzystane w tej pracy napisane zostały w tym języku.

Skrypty tworzymy klikając prawym przyciskiem myszy w oknie projektu i wybierając opcję Create → C# Script z menu kontekstowego. Tak samo tworzymy foldery oraz wewnętrzne assety. Po wpisaniu nazwy (zaczynającej się dużą literą, gdyż mamy do czynienia z nazwą klasy) możemy kliknąć dwukrotnie lewym przyciskiem na skrypt, aby go otworzyć. Domyślnie uruchomi to środowisko programistyczne Mono Develop (możemy korzystać z dowolnego edytora, wymaga to jednak wcześniejszej konfiguracji, lub bezpośredniego otwierania pliku z folderu projektu). Każdy nowy skrypt posiada taki szablon (można go zmienić w pliku ScriptTemplates w folderze Unity):

```
<code>
using UnityEngine;
using System.Collections;
```

```
public class NazwaSkryptu : MonoBehaviour {  
  
    // use this for initialization  
    void Start () {  
  
    }  
  
    // Update is called once per frame  
    void Update() {  
  
    }  
}  
</code>
```

Każdy skrypt domyślnie dziedziczy po klasie MonoBehaviour, która udostępnia wszystkie funkcje jakie oferuje nam Unity. Ta klasa jest niezbędna aby móc dodawać skrypty do Game Objectów.

Funkcja Start() wywołuje się zawsze, jednorazowo przy załadowywaniu nowej sceny. Jest wykorzystywana do inicjalizacji wszelkich ustawień i zachowań na początku gry. Jeśli na scenie znajduje się wiele obiektów z podpiętymi różnymi skryptami posiadającymi tę funkcję, dla każdego z nich ta funkcja wykona się raz, jednak kolejność ich wykonywania zależna będzie od rodzaju i specyfikacji urządzenia. Jeśli w jednym Starcie użyty będzie kod, który wymaga wpierw inicjalizacji Startu z innego skryptu może wystąpić tzw. efekt wyścigów. Może to spowodować wyświetlanie błędów, lub prowadzić do nieuchcianych i trudnych do przewidzenia zachowań.

Aby pomóc w uniknięciu tego typu problemów Unity udostępnia, trzy dodatkowe funkcje tego typu, które różnią się przede wszystkim kolejnością ich wykonywania dla wszystkich skryptów: Awake() - wykonuje się jako pierwsze OnEnable – wykonuje się gdy obiekt staje się aktywny, jeśli jest on aktywny od samego początku, to wykonuje się on tuż po Awake() OnLevelWasLoaded() - wykonuje się tuż przed Startem, jednak nie bezpośrednio po starcie gry, a dopiero po zmianie sce-

ny Start() - wykonuje się jako ostatnia, tuż przed startem pierwszej klatki funkcji Update() jeśli obiekt jest aktywny

Istnieje specjalna funkcja DontDestroyOnLoad(), która powoduje, że obiekt nie jest niszczony pomiędzy scenami, oznacza to, że niektóre z powyższych funkcji nie wykonają się po zmianie sceny.

Funkcja Update() jest wywoływaną co klatkę dla każdego obiektu z podpięтыm skryptem. Wszystkie akcje w grze wymagające ciągłego wykonywania tego samego kawałka kodu, pisane są wewnątrz tej funkcji. Podobnie jak Start(), Update() posiada dwie funkcje tego samego typu:

FixedUpdate() - wykonuje się jako pierwsze. Wszystkie akcje związane z fizyką powinny być pisane wewnątrz tej funkcji. Jest to powodowane tym, że częstotliwość odświeżania klatek może się różnić w zależności od sprzętu i faktu, że w niektórych miejscach nasza gra może bardziej obciążać zasoby sprzętowe, a w innych mniej. W tej funkcji czas pomiędzy poszczególnymi klatkami jest zawsze taki sam, a obliczenia fizyczne opierają się na stałych wartościach. Losowy czas pomiędzy klatkami może powodować dziwne zachowania wynikające z problemów w obliczeniach.

Update() - wykonuje się drugie w kolejności. Wszystkie pozostałe akcje nie związane z fizyką powinny być pisane w tej funkcji.

LateUpdate() - jw. z tym, że wykonuje się dopiero gdy dana klatka została wykonana wcześniej we wszystkich Updateach

Powyższe funkcje są jednymi z najbardziej podstawowych i najczęściej wykorzystywanych funkcji w Unity, dlatego ich znajomość jest taka ważna.

Wszystkie komponenty są tak naprawdę skryptami. Oznacza to, że nie tylko możemy odwoływać się w napisanym przez nas skrypcie do dowolnego komponentu, ale możemy podpiąć dowolny skrypt do każdego obiektu w grze. Operując modyfikatorami dostępu możemy decydować do której właściwości możemy uzyskać dostęp i umożliwić jej zmianę z poziomu inspektora. Przeanalizujmy poniższy kod:

<code>

```
using UnityEngine;
```

```
using System.Collections;

public class Move : MonoBehaviour {

    int speedX = 3;
    public int speedY = 3;
    [SerializeField]
    int randomNumber = 8;
    void Update () {
        gameObject.transform.Translate (Time.deltaTime * speedX, Time.deltaTime * speedY, 0);
    }
}</code>
```

Na początku zdefiniowaliśmy trzy zmienne. Pierwsza zmienna jest prywatna (jeśli nie zadeklarowaliśmy jawnego modyfikatora, to domyślnie zmienna jest prywatna). Prywatne zmienne nie są widziane przez inne skrypty. Nie są także widoczne z poziomu inspektora. Druga zmienna jest zmienna publiczną i można się do niej odwołać z poziomu innych skryptów. Dodatkowo będzie ona widoczna w inspektorze, i możliwa będzie jej modyfikacja bez konieczności jej zmiany w skrypcie. Raz tak zmieniona wartość jest na stałe zapamiętywana, do momentu jej ponownej zmiany w inspektorze lub modyfikacji kodu. Jeśli ta wartość zmienia się podczas samej gry, to ta zmiana zapamiętywana jest tylko do momentu zmiany sceny, bądź wyłączenia gry.

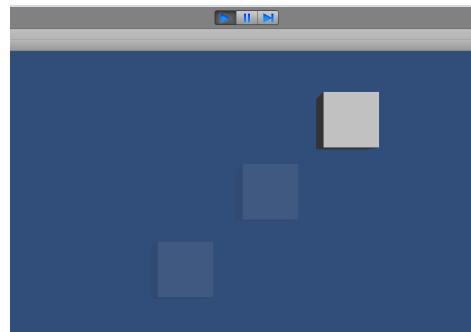
Mimo, że ostatnia zmienna także jest zmienną prywatną, to pole [SerializeField] sprawia, że będzie ona widoczna w inspektorze. Dalej jednak możliwość jej edycji będzie niedostępna.

Aby zapamiętać wartość zmiennej pomiędzy scenami należy użyć modyfikatora static, bądź skorzystać ze specjalnej klasy PlayerPrefs.

W funkcji Update(), która jak wiemy jest wykonywana co klatkę dodaliśmy możliwość poruszania się dla obiektu. Oto jak działa ta linia kodu: gameObject wskazuje na obiekt do którego aktualnie jest podpięty nasz skrypt, a transform od-

wołuje nas do komponentu Transform tego obiektu. `Translate()` jest nazwą funkcji w klasie `Translate` z której korzystamy. `Translate` przyjmuje parametr typu `Vector3` (wkazuje on na punkt o danych x,y,z w przestrzeni trójwymiarowej). W tym wypadku podaliśmy wartości naszych zmiennych pomnożone przez wartość `Time.deltaTime`. Zrobiliśmy to, ponieważ bez tego nasz obiekt zmieniałby pozycję o 3 punkty w góre i 3 punkty w prawo co wyświetlaną klatkę. Ilość klatek w jednej sekundzie może sięgać nawet kilkuset, dlatego nasz obiekt poruszałby się z tak dużą prędkością, że byłoby to niewidoczne dla oka. `Time.deltaTime` dzieli naszą wartość odpowiednio do ilości wyświetlanych klatek, dzięki czemu nasza pozycja będzie zmieniać się co sekundę zamiast co klatkę.

Skrypt podpinamy zaznaczając nasz obiekt (np. cube), i przenosząc skrypt z okna Projects do inspektora, lub klikając Add component i wyszukując nasz skrypt. Aby zobaczyć efekt działania skryptu nasz obiekt musi znaleźć się w polu widzenia kamery. Domyslnie jeśli pozycja kamery nie była zmieniana, to umieszczenie obiektu w pozycji $x=0, y=0, z=0$ ustawi go na środku pola widzenia. Po naciśnięciu przycisku Play ujrzymy efekt działania naszego skryptu.



Rysunek 4.8. Unity - Przesuwanie sześcianu. Jeśli poprzednie kroki zostały wykonane pomyślnie, po przycisku play powinniśmy ujrzeć tak wyglądający obiekt Cube, poruszający się ze średnią prędkością w kierunku północno – wschodnim.

Źródło: Zrzut ekranu z Unity

4.8. Kamera, światło i Collidery

Nawet bezpośrednio po stworzeniu nowego projektu nasza scena nie jest całkowicie pusta. W oknie hierarchii znajdziemy dwa obiekty: Main Camera oraz Directional Light. Pierwsze służy do przechwytywania i wyświetlania elementów sceny które ma widzieć gracz. Tak naprawdę poruszając się po scenie również korzystamy z kamery aby widzieć określoną część sceny. Ilość kamer na scenie jest nieograniczona. Przy pomocy skryptów możemy przemieszczać kamery i dodawać do nich różne efekty. Odpowiednie ustawienie widoków pozwala nam na podgląd kilku, nawet zupełnie oddalonych od siebie fragmentów sceny na jednym ekranie. Dobrym przykładem wykorzystania dodatkowej kamery jest minimapa, używana często w strategiach czasu rzeczywistego lub w grach fabularnych. Main Camera jak sama nazwa sugeruje pełni główną rolę w wyświetlaniu akcji gry i tylko ona wykorzystywana była w tej pracy.

Directional light służy do generowania odpowiedniego oświetlenia na scenie. Istnieje kilka rodzajów światła i ich odpowiednie ustawienie jest kluczowe przy budowaniu świata gry. Directional Light cechuje się głównie tym, że jego położenie na scenie nie ma najmniejszego znaczenia, cała scena oświetlana jest równomierne, za to rotacja ma wpływ na to z której strony to światło pada. Ten rodzaj światła praktycznie zawsze reprezentuje światło słoneczne na otwartych przestrzeniach. W zależności od pory dnia można modyfikować jego intensywność oraz inne parametry. Wbrew pozorom usunięcie światła ze sceny nie spowoduje, że obiekty będą kompletnie niewidoczne, a powiązane jest to z tzw. Ambient Light, opis którego nie wchodzi w zakres tego rozdziału.

Collider jest to komponent, który definiuje fizyczny kształt danego obiektu, niezbędny do wykrywania kolizji z innymi obiektami. Często przybiera on kształt siatki modelu który został podpięty do danego obiektu. Ze względu na fakt, że skomplikowane koliderów są bardzo procesożerne, bardzo często korzysta się z tzw. prymitywnych koliderów – w kształcie sfer, sześcianów i kul. Obiekt może posiadać dowolną liczbę ich liczbę, dlatego skomplikowane modele z reguły składają się z wielu prymitywnych koliderów. Efekt tego bardzo często widać w grach, gdy część postaci przenika przez ścianę, lub jesteśmy blokowani przez przeszkodę nie dotykając jej. Odpowiednie ustawienie koliderów ma więc kluczowe znaczenie i

pozwala uniknąć tzw. Glitchy, gdy w pewnych miejscach obiekty przechodzą przez siebie mimo że nie powinny. Collidery opierają się mocno na fizyce, co także bywa przyczyną błędów, np. gdy obiekty zderzają się ze sobą przy zbyt dużej prędkości. Bardziej zaawansowane kolidery takie jak Mesh Collider, zapewniają lepszą dokładność niż kolidery prymitywne, jest to jednak okupione większym zużyciem zasobów sprzętowych.

Collidery dzielą się jeszcze na dwa oddzielne typy niezależnie od ich kształtu. Są to tzw. Trigger Collidery i Collision Collidery. Pomiędzy tymi dwoma typami możemy przełączać się przy pomocy checkboxa „isTrigger” we właściwościach komponentu. Różnica między nimi polega na tym, że w przypadku tego pierwszego, gdy dwa obiekty zetkną się to zostanie to odnotowane i przy pomocy odpowiedniej funkcji (OnTriggerEnter()) będziemy mogli je obsłużyć, lecz obiekty przenikną się i nie będą miały wpływu na swoją pozycję w przestrzeni. W wypadku gdy opcja „isTrigger” jest odznaczona, oba obiekty zderzą się i w zależności od ich parametrów fizycznych nastąpi odpowiednia reakcja. Ten typ zderzenia obsługujemy funkcją OnCollisionEnter().

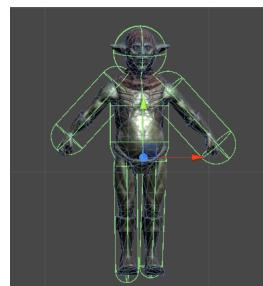
Jako, że Collidery opierają się na fizyce, obiekty z nich korzystające muszą posiadać odpowiednie cechy fizyczne. Aby nadać te cechy obiekowi musimy dodać do niego komponent Rigidbody. Pozwala on min. na ustalenie masy obiektu i czy działa na niego grawitacja.

Co ciekawe Unity korzysta aż z dwóch systemów do obsługi fizyki, jeden dla obiektów 2D i drugi dla obiektów 3D. Każdy komponent korzystający z fizyki 3D ma swój odpowiednik 2D. Aby uzyskać do niego dostęp przy nazwie komponentu/funkcji dopisujemy na końcu 2D, np. Rigidbody2D lub OnCollisionEnter2D. Obiekty 2D nie mogą kolidować z obiektami 3D, a korzystanie z funkcji dedykowanej 2D, przy trójwymiarowym modelu korzystającym z kolidera 3D zwróci błąd.

Korzystając z koliderów trzeba bardzo uważać by nie zagnieździć wielu koliderów w jednym miejscu i unikać ich nadużywania, gdyż może to prowadzić do poważnych problemów wydajnościowych.

Poniższy screen przedstawia przykładowy model korzystający z kilku podstawowych koliderów:

Temat Colliderów zamyka podstawowe zagadnienia związane z Unity.



Rysunek 4.9. Unity - Prymitywne kolidery. Model składa się z koliderów cylindrycznych oraz kołowych. Kolidery prymitywne zapewniają zadowolającą dokładność przy wykrywaniu kolizji, nie obciążając przy tym zbytnio zasobów sprzętowych.

Źródło: Zrzut ekranu z Unity

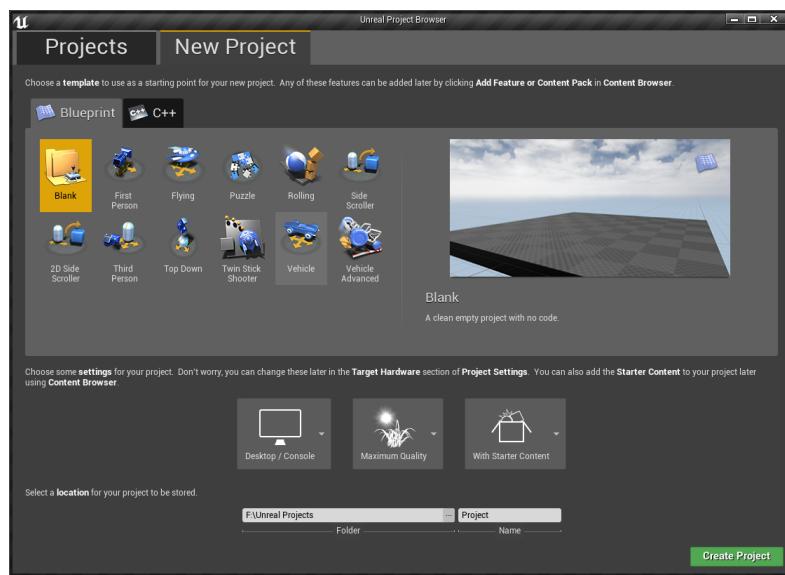
ROZDZIAŁ 5

Podstawy tworzenia gier w Unreal Engine

Ten rozdział poświęcony jest podstawowym elementom Unreal Engine. Nie jest to lista pełna, opisuje jedynie najważniejsze elementy potrzebne do tworzenia gier.

5.1. Rozpoczęcie projektu

Rozpoczęcie tworzenia nowej gry w Unreal Engine jest bardzo proste. Po uruchomieniu silnika, wystarczy kliknąć w zakładkę „New Project”.



Rysunek 5.1. UE - Nowy Projekt

Źródło: Zrzut ekranu z UnrealEngine

Przeniesie nas to na ekran, na którym wybierzemy wstępne ustawienia naszego projektu. Pierwszą decyzją jaką musimy podjąć, to w jaki sposób będziemy rodzić

sobie z logiką- poprzez pisanie kodu w C++, czy ustawianie bloków logicznych w tzw. Blueprint'ach.

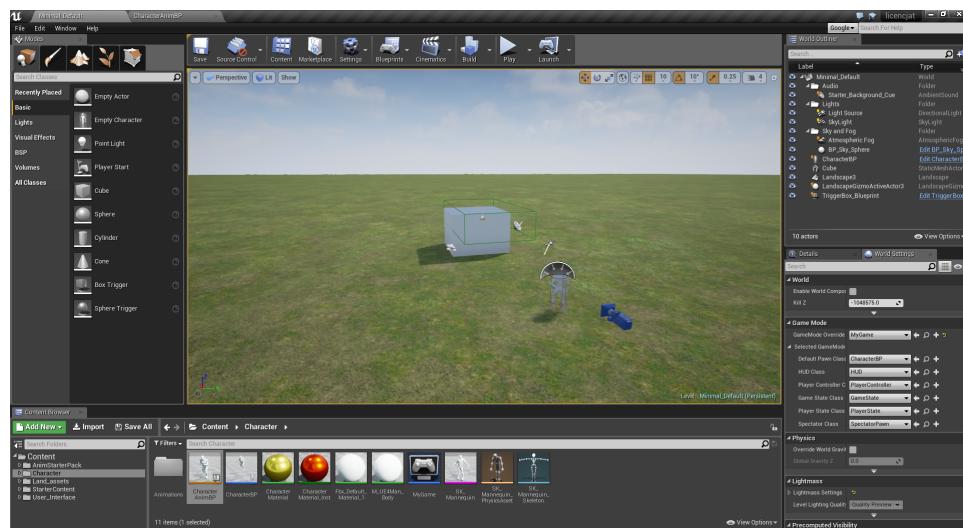
Blueprint to system oparty na wizualny przesuwaniu bloków logicznych, zamiast ręcznego pisania kodu. System ten jest bardzo prostu w obsłudze. Każdy obiekt wymagający logiki może posiadać odpowiadający mu Blueprint. Pozwala to tworzenie skomplikowanej logiki bez konieczności pisania ogromnej ilości kodu. Blueprint, podobnie jak klasa w obiektowych językach programowania, może zostać użyty wielokrotnie. Na przykład stworzenie Blueprintu lampy, pozwoli ustawić ją w wielu miejscach w grze. Każda będzie działała tak samo.

Należy zaznaczyć, że wybór jednego sposobu, nie wyklucza nas całkowicie z korzystania z drugiej opcji. Jest to po prostu wskazanie, że preferujemy radzić sobie z logiką w taki, a nie inny sposób. Warto również pamiętać, że Unreal Engine nie posiada dedykowanego edytora kodu C++. Jeśli chcemy programować w tym języku potrzebujemy zewnętrznego edytora, np. Visual Studio.

Kolejnym krokiem jest wybór schematu, jakim będziemy się posługiwać. W zależności od tego jaką grę tworzymy, schemat może zdecydowanie uprościć pierwsze kroki w edytorze gry (np. Schemat „2D Side Scroller”, stworzony z myślą o grach dwuwymiarowych, od razu będzie miał odpowiednio ustaloną kamerę). Istnieje również możliwość stworzenia pustego projektu, poprzez wybór opcji „Blank”.

Ostatnim krokiem jest wybór platformy na jaką chcemy tworzyć grę, jakość grafiki (istotna w przypadku słabszych sprzętów), oraz czy chcemy, by projekt zaimportował wstępne zasoby przygotowane dla nas przez Epic Games. Zasoby te składają się między innymi z podstawowych animacji, teksturow i odgłosów. Po dokonaniu wyboru pozostaje już tylko nazwać projekt i wcisnąć „Create Project”.

5.2. Ekran główny



Rysunek 5.2. UE - Ekran Główny

Źródło: Zrzut ekranu z UnrealEngine

Po stworzeniu projektu, załaduje nam się ekran główny Unreal Engine. Na jego środku widzimy podgląd sceny nad którą obecnie pracujemy. Scena jest po prostu jednym z pozomów naszej gry. Pod ekranem podglądu mamy przeglądarkę plików znajdujących się w projekcie.

Po prawej stronie znajduje się lista obiektów, znajdujących się w obecnej scenie. Jako obiekt traktowane jest wszystko, od podłożą, przez postacie, aż po źródło światła, czy sam dźwięk. Pod listą obiektów znajdują się szczegóły obecnie wybranego obiektu.

Po lewej stronie znajdują się narzędzia do tworzenia obiektów. Jest to pięć zakladek zawierających w sobie wszystkie potrzebne opcje do tworzenia świata gry. Od tworzenia oświetlenia i prostych kształtów po nakładanie tekstur i modyfikowanie terenu.

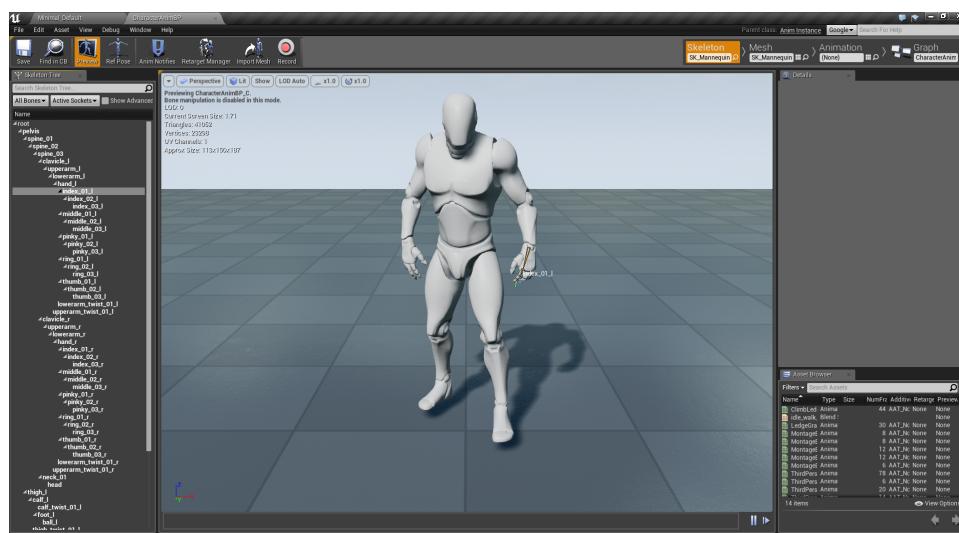
5.3. System Persona i Animacje

Persona jest bardzo rozbudowanym narzędziem do edycji animacji. To jeden z najważniejszych systemów silnika. To dzięki niemu możemy określić gdzie, kiedy i w jakich warunkach rozpoczyna się i kończy każda animacja w grze, od postaci, aż po spadające liście.

Trzeba pamiętać, że Unreal Engine nie posiada w sobie narzędzi do tworzenia animacji. Potrafi je tylko w pewnym stopniu modyfikować. Animacje należy importować z zewnętrznych programów do tworzenia animacji, takich jak Maya, lub Blender. Wystarczy przeciągnąć animację do przeglądarki plików.

Aby uruchomić Personę, wystarczy dwa razy kliknąć w edytorze na dowolny obiekt związany z animacją (np. Sama animacja, lub Blueprint animacji).

Sam system składa się z czterech głównych trybów, ukazanych w prawym górnym rogu okienka.

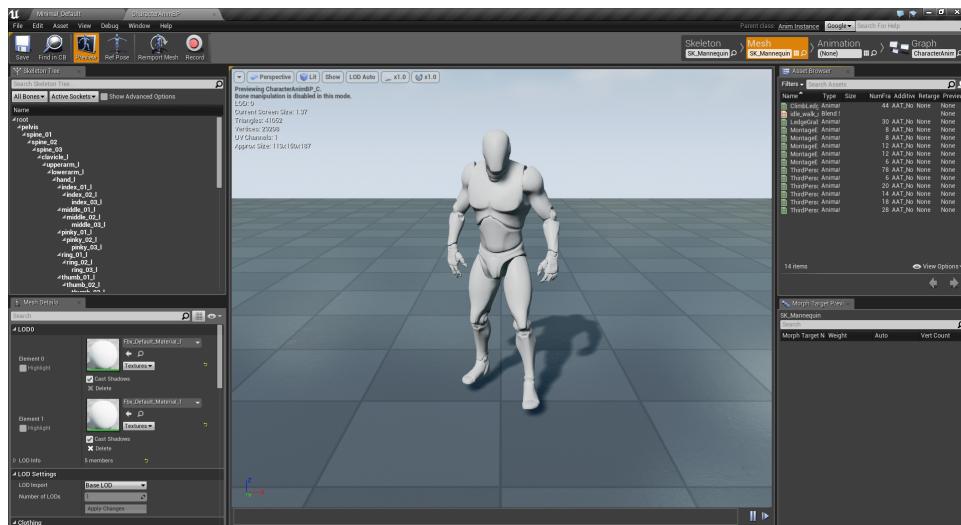


Rysunek 5.3. UE - Szkielet

Źródło: Zrzut ekranu z UnrealEngine

Pierwszy tryb odpowiada za edycję szkieletu animacji. Po uruchomieniu od razu rzuca się w oczy podgląd animacji na środku okna. Rejestruje on obecny stan

animacji. Podgląd ten jest częścią wspólną wszystkich trybów pracy w Personie. Po lewej stronie wyświetlane są wszystkie wnęki i połączone z nimi kości obecnego modelu. Można dowolnie dodawać je i usuwać ze szkieletu postaci. Jest to szczególnie przydatne, gdy chcemy aby nasza postać np. chwyciła broń. Wystarczy dodać wnękę do ręki szkieletu i już jest to możliwe.



Rysunek 5.4. UE - Mesh

Źródło: Zrzut ekranu z UnrealEngine

Kolejny ekran jest odpowiedzialny za edycję meshy. Mesh to nic innego jak zbiór punktów, linii i wieloboków, które składają się na ostateczny kształt obiektu. Ten tryb ma wiele wspólnego z poprzednim. Ma jednak dwa ważne menu, niedostępne w innych podsystemach Persony – „Mesh Details” i „Morph Target Preview”. Mesh Details odpowiada głównie za edycję meshu nad którym obecnie pracujemy. Możemy dodać do niego nowe tekstury, kontrolować właściwości fizyczne (np. Płaszcz łopoczący na wietrze), lub umożliwić kolizję z innymi obiektami w grze. Morph Target Preview pozwala na podgląd wszystkich modyfikacji mesha. Możemy na przykład zmienić wyraz twarzy postaci, zapisać go i użyć w odpowiedniej sytuacji, a potem obejść go bez konieczności trwałe zmiany samego mesha.



Rysunek 5.5. UE - Animacja

Źródło: Zrzut ekranu z UnrealEngine

Następny tryb daje nam kontrolę nad animacjami. W lewym dolnym rogu widzimy szczegółowe ustawienia wybranej w tym momencie animacji. Pod oknem podglądu animacji widzimy narzędzie dzięki któremu możemy przewijać wybraną animację klatka po klatce. Po wybraniu interesującego nas momentu animacji, możemy dodać różnego rodzaju efekty np. w momencie, gdy model w animacji biegu dotyka ziemi, możemy dodać odgłos kroku, albo efekt, który wznieci tuman kurzu pod stopą modelu.

Warto również wspomnieć o tzw. „Blend Spaces”, czyli możliwość łączenia kilku animacji w jedną. Tej metody używa się, gdy zajdą ustalone okoliczności. Gwarantuje to płynność w przechodzeniu między animacjami. Na przykład, stojąca postać pod wpływem wcisnięcia przycisku zaczyna iść (wartość zmiennej „prędkość” zwiększa się). Jeśli gracz nie puści przycisku, chód zamienia się w bieg. Aby stworzyć Blend Space, wystarczy kliknąć prawym przyciskiem myszy w przeglądarce plików, w ekranie głównym. Potem z menu kontekstowego wybieramy Animation > Blend Spaces

Ostatnią opcją Persony jest ekran grafów. Dzieli się on na dwa ekrany- Graf ani-



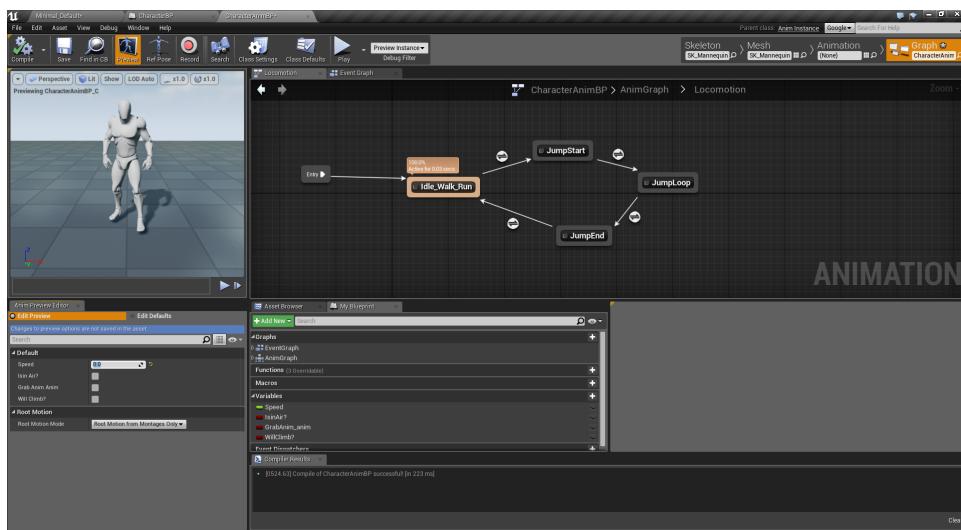
Rysunek 5.6. UE -Blend Spaces

Źródło: Zrzut ekranu z UnrealEngine

macji, oraz graf zdarzeń. Każdy Blueprint związany z animacją posiada oba grafy. Graf zdarzeń określa wszystkie zdarzenia jakie muszą zajść, aby odtworzona została konkretna animacja w grze. Najczęściej robi się to poprzez modyfikowanie zmiennych zadeklarowanych w grafie. Zmiany zachodzą pod konkretnymi warunkami w grze.

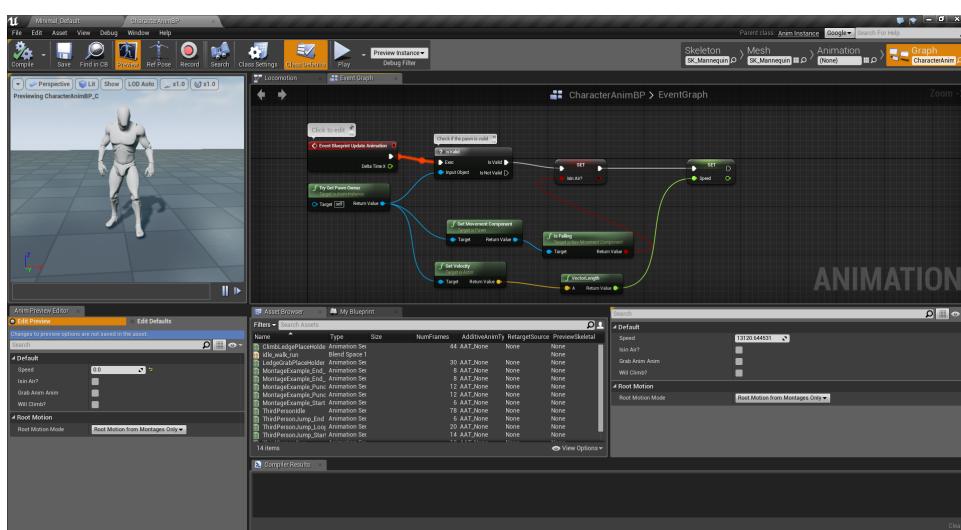
Graf animacji korzysta z grafu zdarzeń, by określić finalną pozę mesh'u w danej klatce. Używa on głównie logiki zawartej w grafie zdarzeń, aby określić czy powinny zajść zmiany. Na przykład, gdy gracz wciska przycisk skoku, wcześniej przygotowany graf zdarzeń może zarejestrować, że powinno to zmienić wartość booleanu „skok” na True. Graf animacji rejestruje zmianę i zmienia animację z biegu na skok.

W kolejnym rozdziale przyjmyliśmy się bliżej tym systemom i zaprezentujemy je w praktyce.



Rysunek 5.7. UE - Graf Animacji

Źródło: Zrzut ekranu z UnrealEngine



Rysunek 5.8. UE - Graf Zdarzeń

Źródło: Zrzut ekranu z UnrealEngine

ROZDZIAŁ 6

”The Jump” krok po kroku – Unity

Rozdział ten jest w całości poświęcony opisowi tworzenia jednego konkretnego tytułu przez jedną osobę. Zostały tu zachowane wszystkie ogólne zasady dotyczące tego procesu, trzeba jednak uwzględnić fakt, że w zależności od rodzaju tworzonego tytułu oraz wielkości zespołu przy nim pracującego, konkretne kroki mogą być wykonywane w odmiennej kolejności. Przykładowo jedna część osób pracujących nad grą może zostać oddelegowana do tworzenia UI, druga do programowania rozgrywki, a jeszcze inna do prac nad obsługą reklam bądź modułu sieciowego. Dopiero w późniejszej fazie produkcji są one łączone w jedną całość.

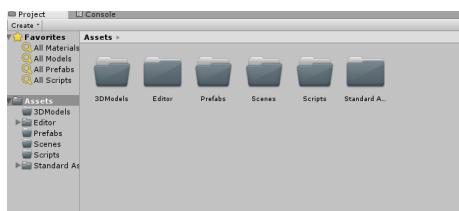
W przypadku gdy nad grą pracuje jedna osoba, zaleca się aby najpierw implementować podstawowy mechanizm rozgrywki i dopiero w momencie gdy spełni on nasze oczekiwania, kontynuować prace nad pozostałymi częściami gry.

W tej pracy, w fazie planowania zdecydowaliśmy się na stworzenie trójwymiarowej gry z widokiem z trzeciej osoby, z ang. TPP w której biegamy i skaczemy po platformach, z rozgrywką tylko dla jednego gracza. Decyzję taką podjęliśmy z kilku powodów. Oba silniki omawiane w tej pracy dysponują podobnymi narzędziami do obsługi kamery dla tego typu gry. Grę stworzyliśmy w technologii 3D, gdyż zarówno Unity jak i Unreal zostały zaprojektowane właśnie z myślą o trójwymiarowych tytułach. Jednocześnie mogliśmy dostrzec znaczne różnice pomiędzy możliwościami renderowania przez nie grafiki i obsługi fizyki. Dane nam było skorzystać z narzędzi do generowania terenu, popracować nad oświetleniem i zobaczyć jak radzą sobie wbudowane narzędzia do obsługi animacji.

6.1. Krok 1 – przygotowanie sceny

Tworzymy nowy projekt, wybierając opcje 3D i importujemy standardowe assety: Characters i Cameras.

Aby zawczasu zorganizować naszą pracę w oknie Project umieszczamy kilka folderów Scripts, 3D Assets, Prefabs i Scenes.



Rysunek 6.1. Unity - Foldery. Jeśli odpowiednio zimportowaliśmy podstawowe assety, dodatkowo pojawią nam się foldery Editor i Standard Assets.

Źródło: Zrzut ekranu z Unity

Dodajemy poziom gry na której toczyć się będzie akcja, poprzez wybranie File → New Scene w pasku menu i umieszczamy ją w folderze Scenes. Otwieramy tę scenę klikając na nią dwukrotnie w oknie projektu.

W zależności od użytej wersji Unity, na nowej scenie może brakować światła, dodajemy je z paska menu GameObject → Light → Directional Light.

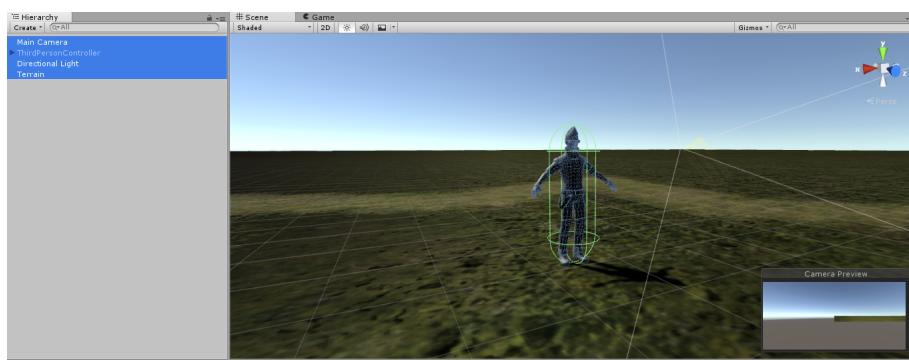
Teraz tworzymy nowy teren, klikamy GameObject w pasku menu i wybieramy 3D Object → Terrain, nazywamy go Ground i umieszczamy w folderze 3D Assets.

Jeśli nie posiadamy domyślnych tekstur terenu możemy je pobrać z Asset Store. Z paska menu wybieramy Window → Asset Store. Następnie wyszukujemy interesujące nas tekstury i importujemy je do Unity. W tym projekcie skorzystaliśmy z darmowej paczki Forest Grounds Texture Pack. Tekstury terenu możemy stworzyć też sami przy pomocy zewnętrznego programu graficznego. Teksturę dodajemy zaznaczając obiekt Terrain → klikamy ikonkę pędzla we właściwościach komponentu → Edit Textures. Jeśli chcemy aby nasz teren składał się z różnych tekstur, ponownie dodajemy teksturę i przy pomocy pędzla „malujemy” podłoże.

Podstawą naszej postaci będzie przykładowy model który zimportowaliśmy przy tworzeniu nowego projektu. Znajduje się on w folderze Standard Assets → ThirdPersonCharacter → Prefabs → ThirdPersonController.

Obiekt ten jest tzw. Prefabem. Prefaby są to obiekty gry z rozszerzeniem .pre-

fab w naszym projekcie. W odróżnieniu od zwykłych obiektów pozwalają one na modyfikowanie ich kopii z poziomu jednego prefaba, bez konieczności edycji każdego obiektu oddzielnie. Oznacza to, że jeśli umieścimy wiele kopii tego samego przeciwnika w wielu miejscach, to jeśli będzie on prefabem, modyfikując wartości jednego z nich równocześnie wprowadzimy zmiany dla pozostałych kopii.



Rysunek 6.2. Unity - Scena. Zaznaczone elementy wystarczą by zbudować i przetestować podstawową mechanikę naszej gry: kamerę TPP oraz poruszanie postaci.

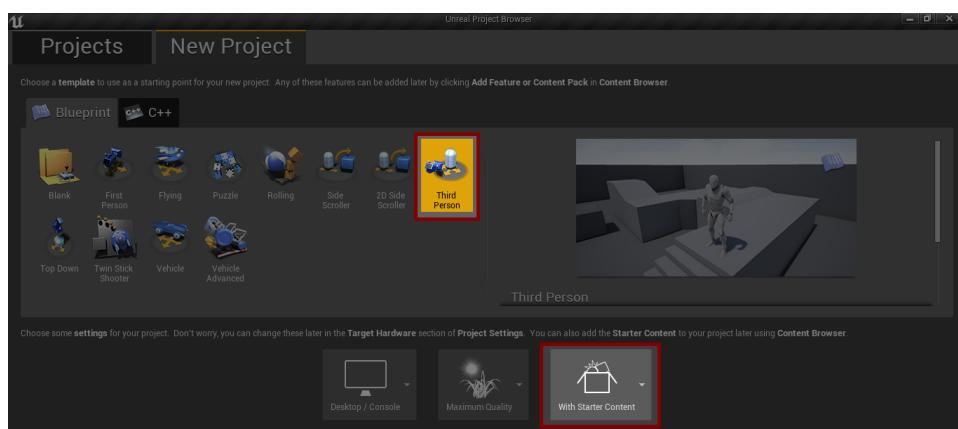
Źródło: Zrzut ekranu z Unity

ROZDZIAŁ 7

”The Jump” krok po kroku – Unreal Engine

W tym rozdziale prześledzimy proces tworzenia systemu wspinaczki w Unreal Engine. Przy tworzeniu nowego projektu wybieramy szablon trzecioosobowy i upewniamy się, że zimportuje on zawartość początkową dla danego projektu. Animacje chwytania krawędzi oraz wspinaczki można pobrać ze strony <https://www.crocopede.com/free-stuff>.

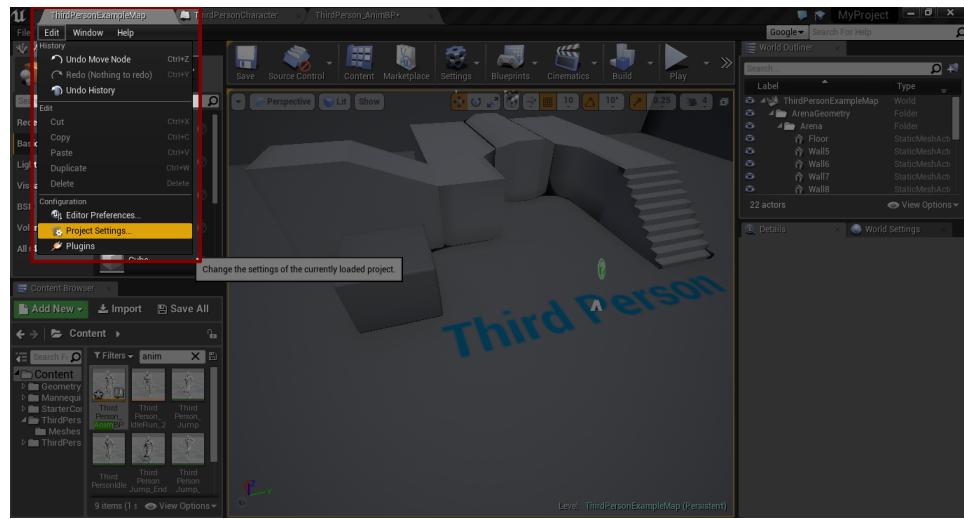
7.1. Wykrywanie krawędzi



Rysunek 7.1. UE - The Climb - Nowy projekt

Źródło: Zrzut ekranu z UnrealEngine

Pierwsze co musimy zrobić to ustalić obszar kolizji postaci. Dzięki temu postać będzie wiedziała kiedy napotka ścianę na którą może się wspinać. W tym celu na początku w lewym górnym rogu programu klikamy "Edit" i wybieramy opcję Project Settings.

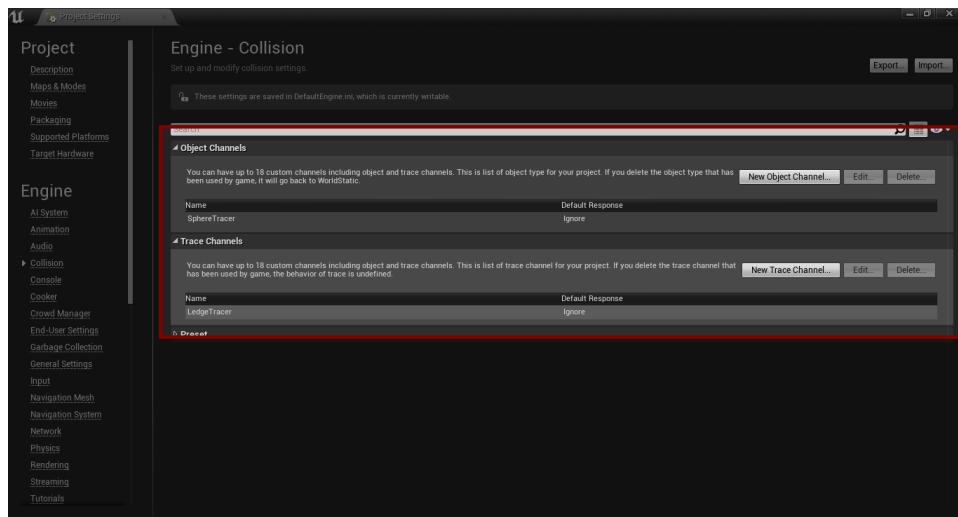


Rysunek 7.2. UE - The Climb - Ustawienia Projektu

Źródło: Zrzut ekranu z UnrealEngine

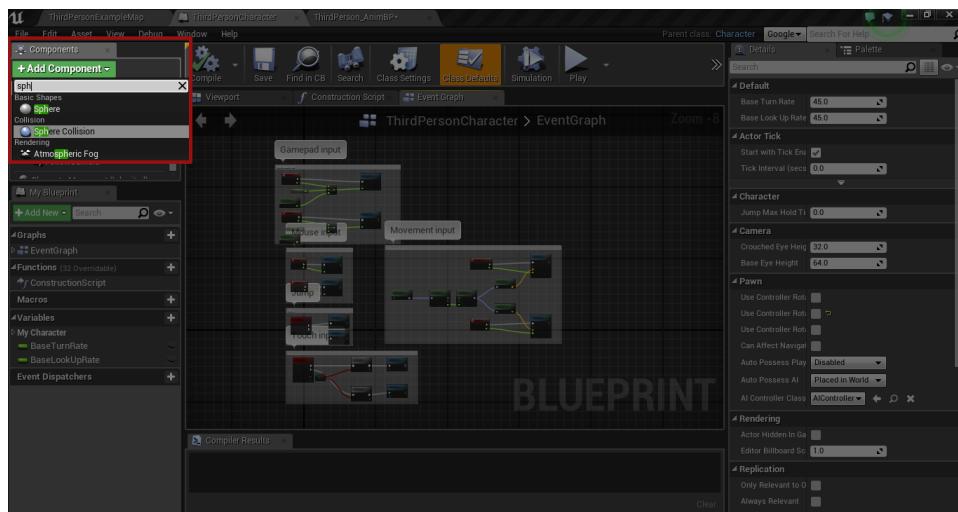
Wyskoczy nam nowe okienko. Z panelu po lewej stronie wyszukujemy i wybieramy "Collision". W tym miejscu tworzymy dwa kanały. Jeden dla obiektu/postaci (SphereTracer), drugi dla znajdywania krawędzi (LedgeTracer). W obydwu przypadkach domyślną odpowiedź ustawiamy na "ignore".

Następnie wyszukujemy pliku ThirdPersonCharacter



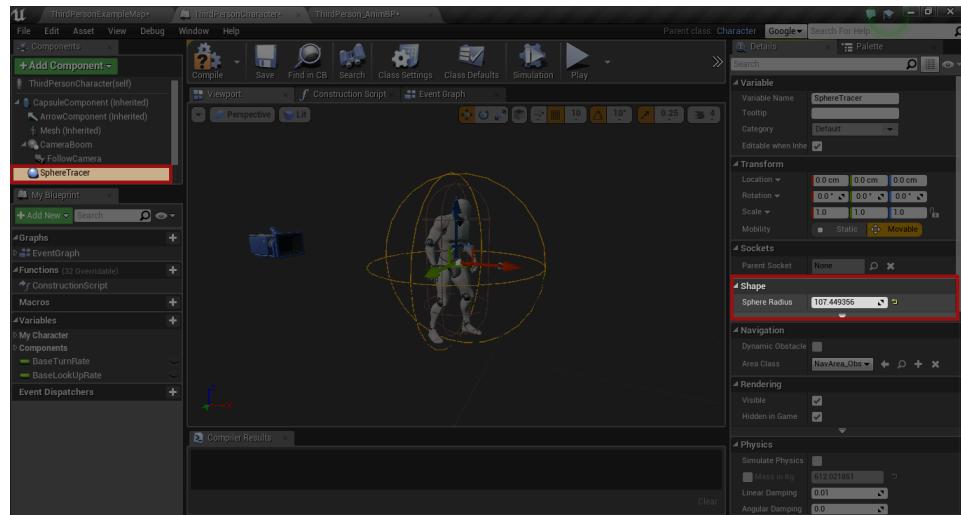
Rysunek 7.3. UE - The Climb - Kolizja

Źródło: Zrzut ekranu z UnrealEngine



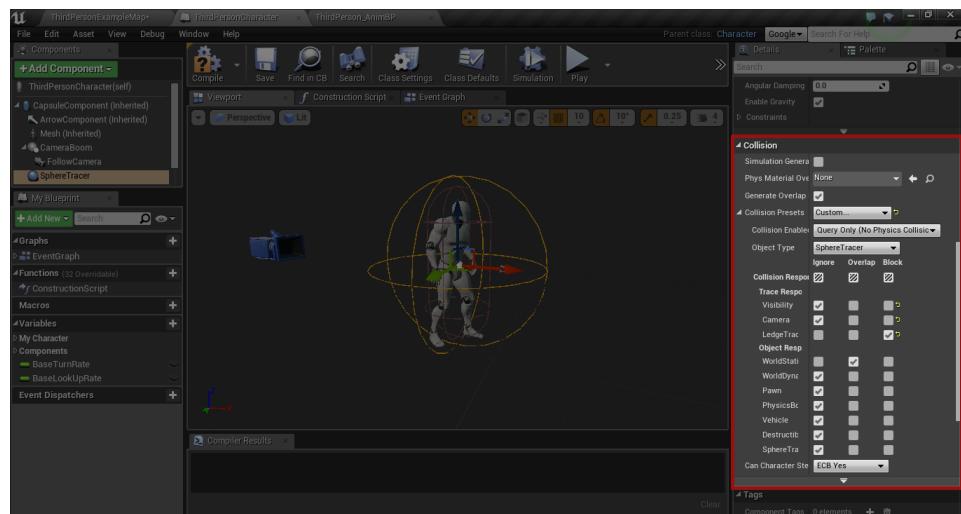
Rysunek 7.4. UE - The Climb - Kolizja

Źródło: Zrzut ekranu z UnrealEngine



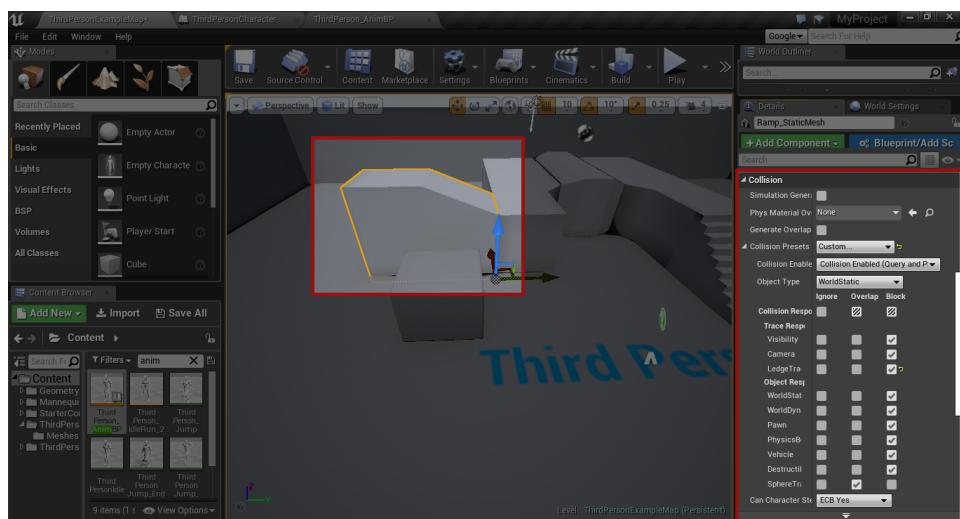
Rysunek 7.5. UE - The Climb - Kolizja

Źródło: Zrzut ekranu z UnrealEngine



Rysunek 7.6. UE - The Climb - Kolizja

Źródło: Zrzut ekranu z UnrealEngine



Rysunek 7.7. UE - The Climb - Kolizja

Źródło: Zrzut ekranu z UnrealEngine

ROZDZIAŁ 8

Podsumowanie tworzenia gier dla obu silników

W tym rozdziale porównamy oba silniki, ich mocne i słabe strony. Określimy również w jakich okolicznościach dany silnik jest preferowanym narzędziem.

8.1. Multiplatformowość

Twórcy Unity chwalą się, że gry w Unity mogą zostać wydane na ponad 21 platform. Wystarczy jedno kliknięcie, aby stworzyć build gry na komputery osobiste, wszelkiego rodzaju konsole, smartfony, a nawet przeglądarki internetowe. Ostatnim razem nawet wydanie gry na urządzenia VR (Virtual Reality) zostało dodane jako opcja.

Unreal Engine prezentuje się pod tym względem dużo gorzej. Ma jedynie opcje wydania gier na komputery osobiste, urządzenia mobilne, przeglądarki internetowe i urządzenia VR. Taka multiplatformowość wymaga jednak dużo więcej wysiłku ze strony użytkownika.

Jeśli chcemy wydać grę na wiele platform Unity jest preferowanym wyborem.

8.2. Przystępność

Jeśli chodzi o interfejs użytkownika, Unity ma bardzo przejrzysty i wygodny interfejs. Zdecydowaną większość działań wykonuje się na ekranie głównym. Nawet pierwszy raz używając silnika można intuicyjnie nawigować po wszystkich opcjach. W przypadku, w którym nie odpowiada nam obecny layout interfejsu możemy bez trudu zmienić konfigurację wszystkich menu. Dodać należy fakt, że wszystkie elementy silnika są bardzo dobrze udokumentowane, a w przypadku

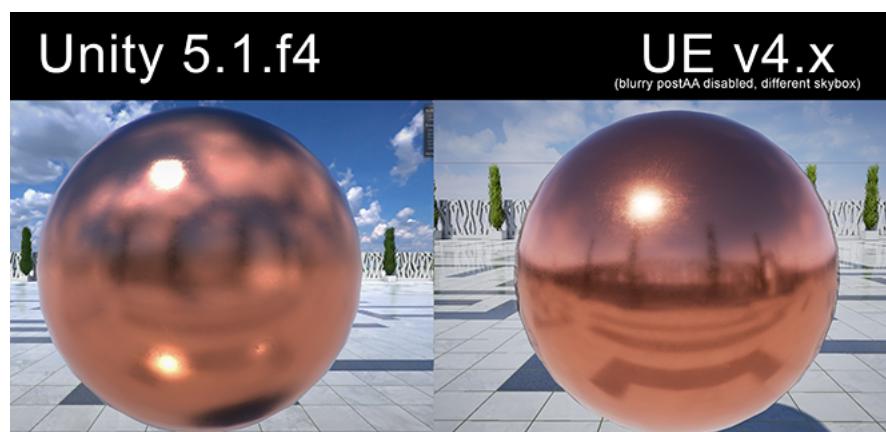
wątpliwości można odwołać się do ogromnej ilości wszelkiej maści tutoriali i forów tworzonych przez społeczność Unity.

Unreal Engine mimo wielu podobieństw do Unity posiada dużo bardziej rozbudowany, skomplikowany interfejs. Każdy system wewnętrz silnika otwierany jest w osobnym okienku, lub karcie. W przypadku wyboru opcji programowania w C++ trzeba używać programów z zewnątrz UE, co jeszcze bardziej komplikuje sprawę. Taki interface może bardzo łatwo przytłoczyć początkującego użytkownika. Istnieje co prawda wbudowany w silnik samouczek, objaśniający wszystkie części interface'u, jednak nie wyjaśnia on wszystkiego. Z drugiej strony dzięki systemowi Blueprintów, przeciętny użytkownik silnika nie musi być zaznajomiony z żadnym językiem programowania. Problem może pojawić się, gdy twórca gry nie do końca zrozumie sposobu działania funkcji. Niestety UE jest znany z niepełnej i niedokładnej dokumentacji, która nie pokrywa wszystkich funkcji dostępnych w silniku.

8.3. Grafika

Unity od wersji 5.0 posiada wiele zaawansowanych opcji graficznych, takich jak wysokiej jakości shadery, lightmapy, filtry anizotropowe. Obsługuje również efekty takie jak głębia terenu, czy motion blur, zoptymalizowane pod DirectX 11. Umożliwia to stworzenie gier wyglądem konkurującym z produkcjami światowej klasy, takich jak Wiedźmin 3. Mimo to Unreal Engine nadal ma pod tym względem znaczącą przewagę. Polega ona na uproszczonym procesie tworzenia grafiki. Tworzenie wysokiej jakości grafiki w Unity, wymaga wiele pracy w zewnętrznym programie graficznym. W Unreal Engine, dzięki systemowi Blueprintów i idei skryptowania wizualnego, wystarczy kilka kliknięć myszką, aby osiągnąć znacznie lepsze efekty, mniejszym wysiłkiem. Tekstury w UE posiadają własny, rozbudowany edytor. Pozwala on nie tylko na dowolnie modyfikować materiałem, kolorem i innymi właściwościami tekstury, ale również kontrolować jej mapę UV. Dzięki temu, tekstura nie „rozjeżdża się” na trójwymiarowym obiekcie. Generowany teren, efekty cząsteczkowe (takie jak płomienie, czy pył unoszący się w powietrzu) oraz światło również przekraczają możliwości Unity. Dodatkowo Unreal Engine 4

posiada już wsparcie DirectX 12, co znacznie poprawia wydajność i zmniejsza czas renderowania grafiki.



Rysunek 8.1. UnrealEngine a Unity - porównanie grafiki

Źródło: forum.unity3d.com

8.4. Programowanie i zasoby

Unity umożliwia programowanie w językach C# i Unity Script. Pozwala to nie tylko elastyczność w wyborze. Same języki ułatwiają optymalizację gry, pozwalając na znaczące zmniejszenie wymagań systemowych.

Unreal Engine korzysta wyłącznie z języka C++. Mimo, że sam język jest łatwy do optymalizacji, by go używać potrzebny jest zewnętrzny edytor. Wyjściowym sposobem tworzenia kodu jest Blueprint, który nie zapewnia bezpośredniego dostępu do kodu. Mimo, że upraszcza to proces tworzenia gry dla bardziej doświadczonych developerów, znacznie utrudnia to optymalizację gry.

8.5. Podsumowanie

Oba silniki mają swoje zalety, jednak należy używać ich w odpowiednich sytuacjach.

Jeśli planujemy stworzyć mniejszy tytuł na jedną platformę, cechujący się wysoką jakością grafiką, Unreal Engine jest bardzo dobrym wyborem.

W przypadku w którym chcemy stworzyć grę na wiele platform, albo dopiero zaczynamy przygodę z tworzeniem gier, przystępność interfejsu Unity, oraz elastyczność w wyborze języka programowania znaczaco ułatwia nam stworzenie naszej pierwszej gry.

ROZDZIAŁ 9

Testowanie gier

Wśród programistów gier panuje przekonanie, że tworzenie zautomatyzowanych testów do gier jest pozbawione sensu. Większość firm zatrudnia sztab testerów, którzy manualnie sprawdzają najdrobniejsze elementy danej gry. Wynika to z kilku wyjątkowych cech tworzenia gier.

Po pierwsze, zdecydowana większość logiki używanej w grach zależy od czynników, które nie są do końca deterministyczne. Oznacza to, że warunki w jakich użytkowana będzie gra często mogą być przypadkowe i niemożliwe do przewidzenia. Na przykład, gra może być uruchamiana na setkach różnych konfiguracji sprzętu. Przetestowanie każdej z nich jest niemożliwe. Dodajmy do tego fakt, że sprzęt może znajdować się w gorącym pomieszczeniu, co pogorszy jego osiągi. W tle mogą również być uruchomione inne programy, które zajmują zasoby danego sprzętu. To tylko kilka przykładów czynników nad którymi twórcy gier nie mają żadnej kontroli. Ustalenie standardu według którego możnaby napisać test, w takich warunkach jest niemal niewykonalne.

Innym problemem jest, że większość wyników produkowanych przez grę jest niemożliwa do zmierzenia. W grach generowane są takie elementy jak grafika i dźwięk. Skuteczność efektów wizualnych, jak i dźwiękowych jest rzeczą załkowicie subiektywną. Nie da się określić automatycznym testem czy muzyka jest dostatecznie głośna, lub czy dana tekstura wygląda dobrze w danym miejscu. Wszystko zależy od wizji twórców gry. W takim wypadku jedyny możliwy test, to test manualny.

Kolejną przeszkodą jest fakt, że w większości gier wszystkie mechaniki i podsystemy składają się na jedną spójną całość. W grach stworzonych na potrzeby tego projektu zaimplementowaliśmy mechanikę wspinaczki. Aby działała, zarówno fizyka gry, jak i animacje oraz kod wykrywający kolizję muszą działać poprawnie. W przypadku porażki nie sposób na pierwszy rzut oka określić, który z tych systemów zawiódł. Możemy napisać testy, które sprawdzą wszystkie po kolej, jed-

nak wszelkie wyniki jakie dostaniemy będą wyrwane z kontekstu i nie powiedzą co się stało, gdy wszystkie czynniki złączyły się w jedną całość. W związku z tym tu również musimy zdać się na testowanie ręczne.

Mimo powyższych problemów, pisanie unit testów do gier nie jest całkowicie niemożliwe. Wymaga to jednak bardzo specyficznych warunków. Głównym warunkiem jest określenie testów jeszcze przed rozpoczęciem programowania samej gry. Jest to jednak niepraktyczne podejście, które wiąże ręce twórcom gry.

Gry stworzone na potrzeby projektu zostały przetestowane wyłącznie manualnie. Testowaliśmy głównie mechanikę skoku, wspinaczki i biegu, ponieważ są to główne elementy naszych gier.

Zakończenie

DODATEK A

Tytuł załącznika jeden

Treść załącznika jeden.

DODATEK B

Tytuł załącznika dwa

Treść załącznika dwa.

Bibliografia

Spis tabel

1.1. Skrócona historia silników gier typu dokumentu	9
---	---

Spis rysunków

4.1.	Unity - Ekran główny. Domyślny układ ekranu po stworzeniu nowego projektu, jeśli nie otwieralismy wcześniej na tym komputerze innego projekt Unity wraz z oznaczeniem poszczególnych okien.	18
4.2.	Unity - Opcja przemieszczania przedmiotu	20
4.3.	Unity - Opcja przemieszczania kamery	21
4.4.	Unity - Opcja obkręcania przedmiotu	21
4.5.	Unity - Opcja skalowania przedmiotu	21
4.6.	Unity - Opcja Rect Transform	22
4.7.	Unity - Relacja Rodzic - Dziecko. Kolorem czerwonym oznaczono obiekt gry, będący rodzicem znajdujących się w nim obiektów: bagażnik i przód, oznaczonych kolorem zielonym. Bagażnik i przód są jednocześnie dziećmi obiektu samochód jak i rodzicami obiektów: gaśnica, trójkąt, silnik, skrzynia biegów oraz akumulator oznaczonych kolorem niebieskim.	23
4.8.	Unity - Przesuwanie sześciadanu. Jeśli poprzednie kroki zostały wykonane pomyślnie, po przycisku play powinniśmy ujrzeć tak wyglądający obiekt Cube, poruszający się ze średnią prędkością w kierunku północno – wschodnim.	28
4.9.	Unity - Prymitywne kolidery. Model składa się z koliderów cylindrycznych oraz kołowych. Kolidery prymitywne zapewniają zadowalającą dokładność przy wykrywaniu kolizji, nie obciążając przy tym zbytnio zasobów sprzętowych.	31
5.1.	UE - Nowy Projekt	32
5.2.	UE - Ekran Główny	34
5.3.	UE - Szkielet	35
5.4.	UE - Mesh	36
5.5.	UE - Animacja	37
5.6.	UE -Blend Spaces	38

5.7. UE - Graf Animacji	39
5.8. UE - Graf Zdarzeń	39
6.1. Unity - Foldery. Jeśli odpowiednio zainportowaliśmy podstawowe assety, dodatkowo pojawią nam się foldery Editor i Standard Assets.	41
6.2. Unity - Scena. Zaznaczone elementy wystarczą by zbudować i przetestować podstawową mechanikę naszej gry: kamerę TPP oraz poruszanie postaci.	42
7.1. UE - The Climb - Nowy projekt	43
7.2. UE - The Climb - Ustawienia Projektu	44
7.3. UE - The Climb - Kolizja	45
7.4. UE - The Climb - Kolizja	45
7.5. UE - The Climb - Kolizja	46
7.6. UE - The Climb - Kolizja	46
7.7. UE - The Climb - Kolizja	47
8.1. UnrealEngine a Unity - porównanie grafiki	50

Oświadczenie

Ja, niżej podpisany(a) oświadczam, iż przedłożona praca dyplomowa została wykonana przeze mnie samodzielnie, nie narusza praw autorskich, interesów prawnych i materialnych innych osób.

.....

data

.....

podpis