

Bodek Anna 242517
Engel Michał 242472
Rasz Arkadiusz 242493
Szałajko Karol 242557

Środowisko do wizualizacji grafów w przestrzeni 3d – Dokumentacja projektu

Cel projektu

Celem projektu było zaimplementowanie środowiska, które umożliwi wizualizację grafów w przestrzeni trójwymiarowej. Środowisko umożliwiać miało prezentację wierzchołków oraz krawędzi grafów. Jest to bardzo użyteczne narzędzie do przedstawiania grafów, które prezentowane w dwóch wymiarach mogą być nieczytelne.

Aplikacja została utworzona przy użyciu środowiska Unity. Jest dostępna na systemy operacyjne Windows oraz Linux.

Przedstawienie funkcjonalności i opis interfejsu użytkownika

Menu główne

Po uruchomieniu aplikacji użytkownik ma możliwość rozpoczęcia pracy z grafami oraz zmiany sposobu poruszania się w przestrzeni trójwymiarowej.

Dostępne opcje:

- Load Graph – wczytywanie grafu z pliku
- Create new – tworzenie nowego grafu
- Settings – ustawienia dotyczące przestrzeni 3D
- Quit – wyjście z aplikacji

Tworzenie nowego grafu

Użytkownik może stworzyć nowy graf, którego nazwę definiuje w polu tekstowym – nazwa musi być ciągiem znaków o długości minimum 1. Po podaniu nazwy grafu i wybraniu opcji „Create” możliwe jest rozpoczęcie pracy nad edycją utworzonego grafu w przestrzeni trójwymiarowej.

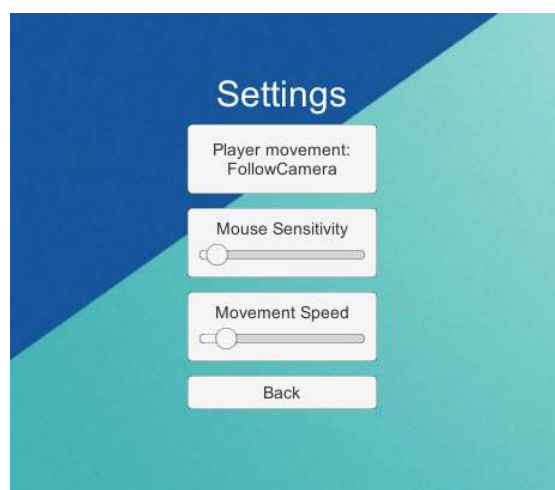
Wczytywanie grafu z pliku

W celu wczytania plików reprezentujących grafy konieczne jest umieszczenie plików w folderze „data/graphs” (folder „data” musi znajdować się w tym samym folderze, w którym znajduje się plik wykonywalny aplikacji).

Grafy możliwe do przeglądania oraz edycji zaprezentowane są w formie listy, która zawiera nazwy grafów. W celu wybrania grafu należy kliknąć na odpowiednią pozycję na liście.

Przycisk „Back” umożliwia powrót do menu głównego.

Ustawienia dotyczące przestrzeni 3D



Zrzut ekranu 1 – Ustawienia dostępne w menu „Settings”

Zmiana sposobu poruszania się w przestrzeni 3D

Użytkownik ma możliwość wybrania sposobu poruszania się w przestrzeni 3D. W każdym z nich ruch wykonywać można przy użyciu strzałek na klawiaturze (ruch w przód/tył/lewo/prawo) oraz klawiszy Shift (poruszanie się w dół) i spacji (poruszanie się w górę). Przycisk „Player movement” zawiera informację który z trybów jest aktualnie zastosowany – po naciśnięciu tego przycisku można zmienić sposób przemieszczania się.

Zaimplementowane zostały 2 metody przemieszczania się:

1. Podążanie za kamerą
Za pomocą ruchu myszki definiowany jest kierunek poruszania się – naciśnięcie strzałki w górę na klawiaturze umożliwi zbliżenie się w linii prostej do obiektu, w stronę którego skierowany jest użytkownik.
2. W oparciu o osie współrzędnych
Użytkownik porusza się zgodnie z osiami współrzędnych bez względu na stronę, w którą jest skierowany.

Zmiana czułości myszy

Przy pomocy suwaka opisanego jako „Mouse Sensitivity” użytkownik ma możliwość zmiany czułości myszy podczas przeglądania oraz edycji grafu. Przesunięcie suwaka w prawą stronę umożliwia zwiększenie czułości myszy, co daje możliwość szybszego obracania się w przestrzeni 3D.

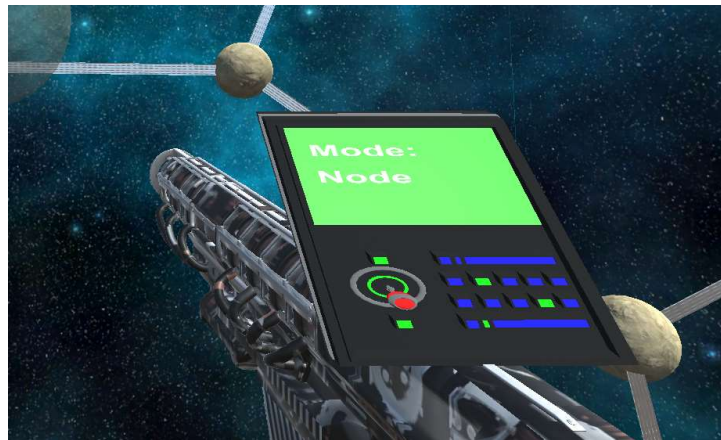
Zmiana prędkości poruszania się

Przy pomocy suwaka „Movement Speed” użytkownik ma możliwość zmiany prędkości poruszania się w przestrzeni 3D. Po przesunięciu suwaka w prawo prędkość ta zwiększa się.

Przestrzeń trójwymiarowa

W przestrzeni trójwymiarowej użytkownik może przeglądać graf, edytować go, poruszać wierzchołki w czasie oraz zapisywać zmiany w grafie. Punkt na środku ekranu pełni rolę celownika, który pokazuje po zmianie koloru na zielony, że użytkownik może podjąć operację na wskazywanym obiekcie.

Zaimplementowanych zostało kilka trybów, które umożliwiają różnego rodzaju operacje na grafie – aktualny tryb opisany jest na ekranie narzędzia. Pomiędzy trybami przełączać można się poprzez obracanie środkowego przycisku myszy lub wybranie liczb od 1 do 5 na klawiaturze.



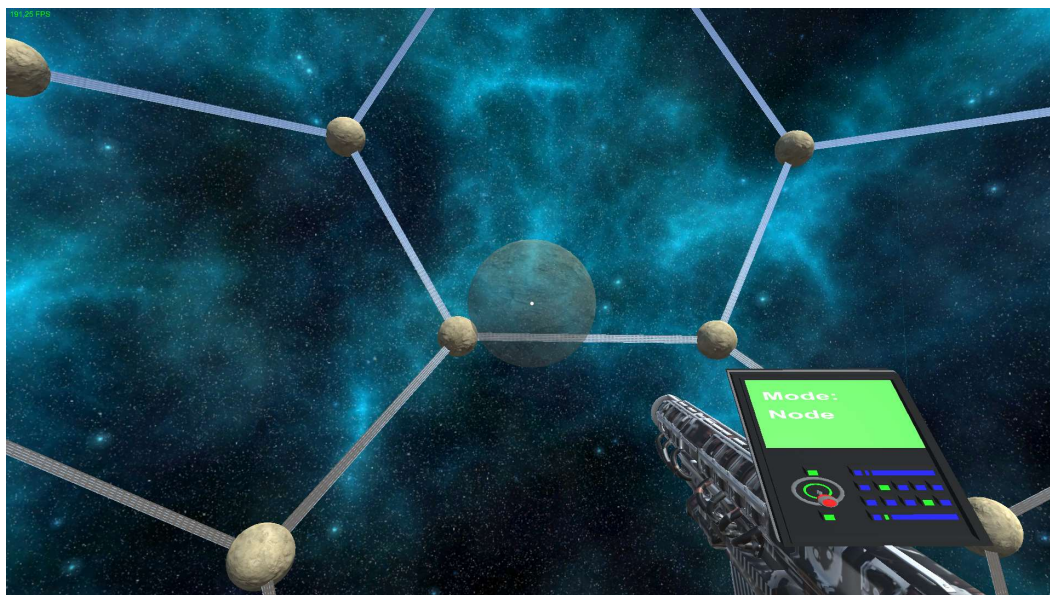
Zrzut ekranu 2 – Sposób prezentacji aktualnie uruchomionego trybu

Dostępne tryby i odpowiadające im przyciski na klawiaturze:

1. Node – tryb dodawania i edycji węzłów
2. Edge – tryb dodawania i edycji krawędzi
3. Move – tryb poruszania wierzchołków w czasie
4. Arrange – tryb rozmieszczenia grafu
5. Label visibility – tryb prezentacji etykiet grafu

Dodawanie i edycja węzłów (tryb Node)

W trybie Node możliwe jest dodawanie wierzchołków do grafu – widoczny jest zarys dodawanego węzła, aby użytkownik wiedział, w którym miejscu pojawi się dodawany wierzchołek. Węzeł dodawany jest po naciśnięciu lewego przycisku myszy.



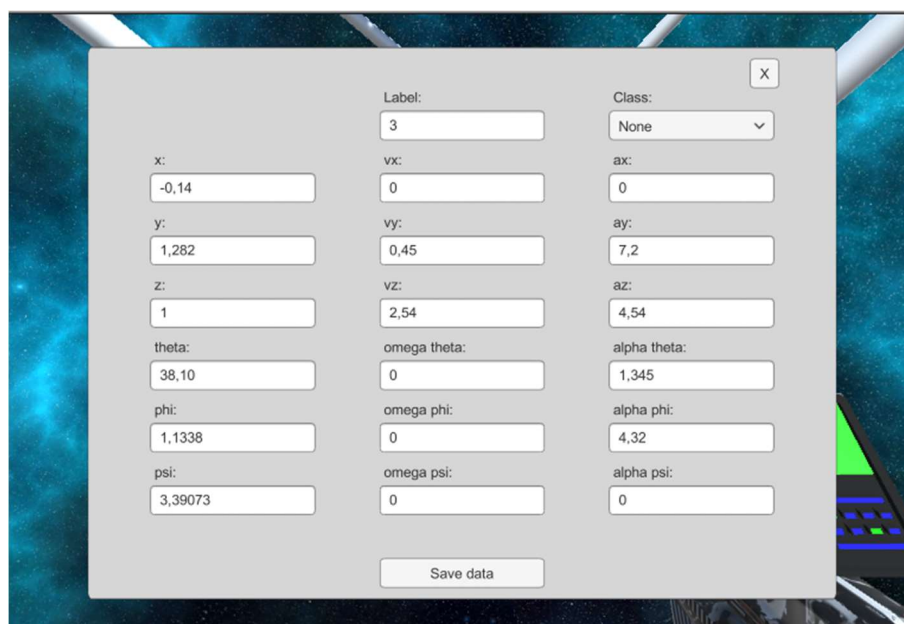
Zrzut ekranu 3 – Uruchomiony tryb Node, widoczny jest zarys węzła, który może zostać dodany

W przypadku znalezienia się blisko istniejącego węzła i wycelowaniu w jego kierunku ukrywany jest zarys węzła, a użytkownik po naciśnięciu i przytrzymaniu lewego przycisku myszy może przemieścić istniejący już wierzchołek.

Naciśnięcie prawego przycisku myszy po wskazaniu na węzeł otwiera menu, w którym użytkownik może usunąć węzeł (przycisk „Delete”), zmienić parametry wierzchołka (przycisk „Change parameters”) lub zamknąć menu poprzez naciśnięcie klawisza w prawym górnym rogu.

Parametry wierzchołka, które można zmienić:

1. Label – etykieta, dopuszczalny jest ciąg znaków o długości minimum 1
2. Class – rozsuwana lista klas węzła (klasy zdefiniowane w pliku .json wczytanego grafu)
3. x, y, z, theta, phi, psi – wartości zmiennoprzecinkowe, odpowiadają kolejno x , y , z , θ , ϕ , ψ ze struktury *point* (4D-GML)
4. vx, vy, vz, omega theta, omega phi, omega psi – wartości zmiennoprzecinkowe, odpowiadają kolejno v_x , v_y , v_z , ω_θ , ω_ϕ , ω_ψ ze struktury *vpoint* (4D-GML)
5. ax, ay, az, alpha theta, alpha phi, alpha psi – wartości zmiennoprzecinkowe, odpowiadają kolejno a_x , a_y , a_z , α_θ , α_ϕ , α_ψ ze struktury *apoint* (4D-GML)



Zrzut ekranu 4 – Menu do edycji parametrów węzła

Wprowadzone zmiany potwierdzić można przyciskiem „Save data” lub zamknąć menu przyciskiem znajdującym się w prawym górnym rogu.

W przypadku podania niepoprawnych wartości pole z błędnymi danymi jest kolorowane na czerwono, a przycisk „Save data” staje się nieaktywny – niepoprawne jest pozostawienie pól pustymi oraz podawanie liter w polach wymagających wartości liczbowych.

Dodawanie i edycja krawędzi (tryb Edge)

W trybie Edge użytkownik ma możliwość dodawania krawędzi pomiędzy wybranymi węzłami – konieczne jest skierowanie celownika w kierunku węzła startowego, naciśnięcie lewego przycisku myszy, skierowanie celownika w kierunku węzła końcowego i naciśnięcie lewego przycisku myszy.

Istniejące krawędzie można usuwać oraz zmieniać ich etykiety – po najechaniu celownikiem na krawędź i naciśnięciu prawego przycisku myszy otwiera się menu. Przycisk „Delete” umożliwia usunięcie krawędzi, z kolei przycisk „Change label” zmianę etykiety. Etykieta musi być ciągiem znaków o długości minimum 1, aby przycisk umożliwiający zapisanie zmian był aktywny.

Poruszanie się wierzchołków w czasie (tryb Move)

Tryb Move umożliwia poruszanie się wierzchołków w czasie w oparciu o parametry węzła opisujące jego prędkość, prędkość kątową, przyspieszenie oraz przyspieszenie kątowe.

W trybie istnieją dwie możliwości poruszania się wierzchołków:

1. Forward – węzły poruszają się w czasie zgodnie z podanymi parametrami
2. Reverse – węzły poruszają się z prędkością o przeciwnym znaku (co daje wrażenie cofania się węzłów w czasie)

Włączenie poruszania się wierzchołków można uruchomić i zatrzymać po naciśnięciu lewego przycisku myszy. Zmiana pomiędzy rodzajami poruszania się wierzchołków (Forward/Reverse) jest możliwa po naciśnięciu prawego przycisku myszy.

Rozmieszczanie grafów (tryb Arrange)

Tryb Arrange umożliwia rozmieszczenie grafów w celu ułatwienia ich przeglądania lub zmiany sposób ich prezentacji.

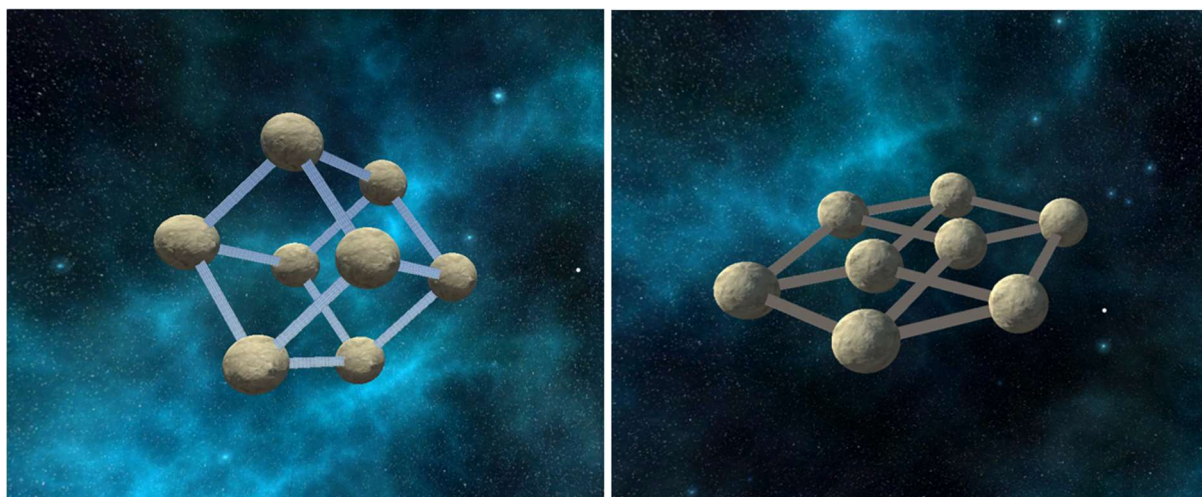
Rozmieszczenie grafu polega na odsuwaniu węzłów od siebie przy jednoczesnym przysuwaniu do siebie węzłów, które mają wspólną krawędź.

Wykorzystano dwa sposoby rozmieszczania grafów:

- 3D – graf prezentowany jest w trzech wymiarach
- 2D – graf prezentowany jest w dwóch wymiarach

Uruchomienie oraz wyłączenie trybu jest możliwe poprzez naciśnięcie lewego przycisku myszy.

Prawy przycisk myszy zmienia sposób rozmieszczenia grafu pomiędzy 2D a 3D.

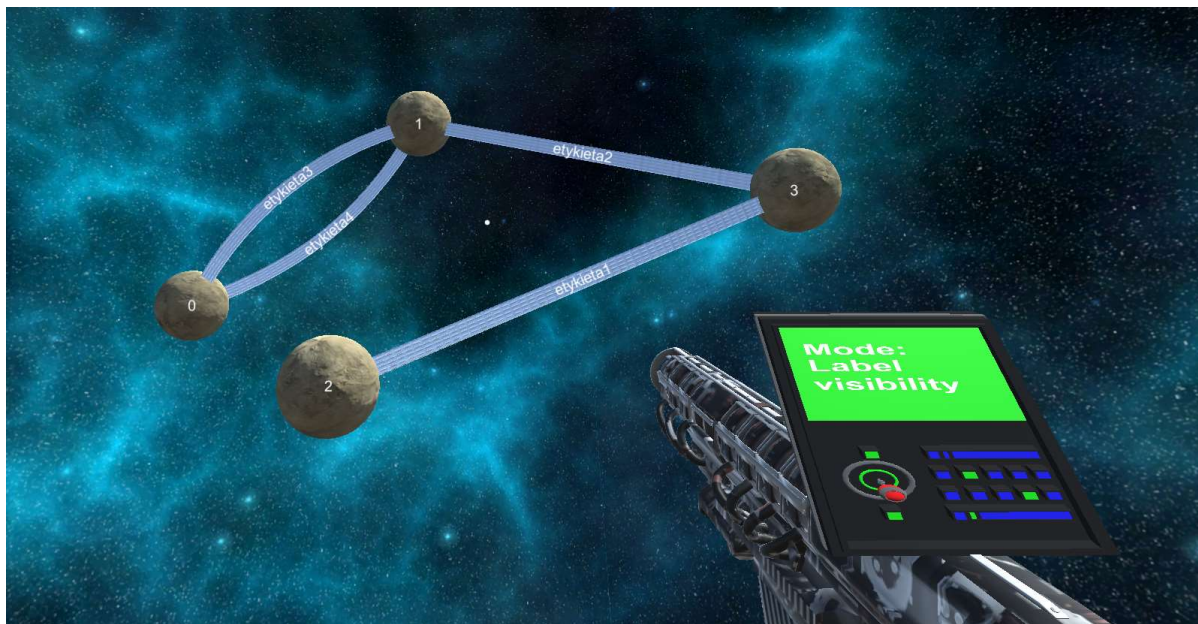


Zrzut ekranu 5 – Po lewej widoczny jest graf w pierwotnej postaci, po prawej ten sam graf zaprezentowany przy użyciu trybu Arrange w wersji 2D

Prezentacja etykiet grafu (tryb Label visibility)

Tryb umożliwia wyświetlenie etykiet krawędzi oraz węzłów. Etykiety dla węzłów pojawiają się na środku węzła, z kolei etykiety krawędzi wzdłuż krawędzi – są one zawsze zwrócone w stronę użytkownika.

Wyświetlanie lub ukrywanie etykiet jest możliwe po naciśnięciu lewego przycisku myszy.

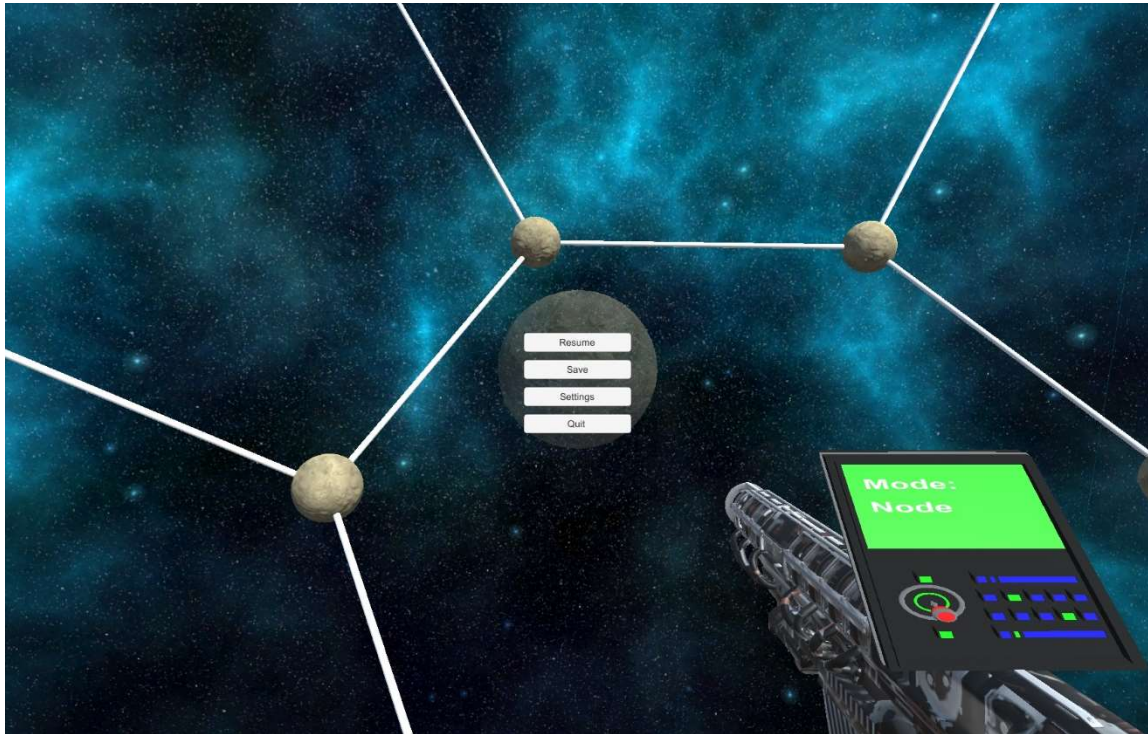


Zrzut ekranu 6 – Uruchomiony tryb do prezentacji etykiet grafu

Zatrzymanie działania środowiska

W celu wybrania innego grafu do przeglądania, zapisania zmian wprowadzonych w przeglądany grafie lub zatrzymania działania środowiska należy nacisnąć na klawiaturze klawisz Tab. Menu, które pojawi się na ekranie umożliwi:

1. powrót do przeglądania i edycji grafu (przycisk „Resume”)
2. zapisanie zmian wprowadzonych w grafie (przycisk „Save”) - pomyślne zapisanie grafu zostanie potwierdzone komunikatem pojawiającym się na dole ekranu.
3. zmianę ustawień (przycisk „Settings”) – możliwa jest zmiana tych samych ustawień, które są dostępne z poziomu menu głównego (zmiana sposobu poruszania się w przestrzeni 3D, zmiana czułości myszy oraz zmiana prędkości poruszania się w przestrzeni 3D)
4. powrót do menu głównego (przycisk „Quit”) - przed powrotem do menu głównego użytkownik jest pytany o to, czy chce zapisać zmiany wprowadzone w przeglądany grafie, a następnie powraca do menu głównego aplikacji



Zrzut ekranu 7 – Menu pojawiające się po naciśnięciu klawisza Tab w trakcie poruszania się w przestrzeni 3D

Specyfikacja struktury plików

Pliki wykorzystywane do odczytywania i zapisywania grafów są zapisywane w formacie .json, przy zachowaniu odpowiedniego schematu.

Plik opisujący graf składa się z 3 list: listy wierzchołków ("Edges"), listy węzłów ("Nodes") oraz listy klas opisujących strukturę i wygląd wierzchołków oraz krawędzi ("Classes"). Jedna klasa może dotyczyć zarówno węzła, jak i krawędzi. Lista klas jest opcjonalna – w przypadku jej braku każdy węzeł oraz krawędź będą przyjmowały wygląd domyślny, zdefiniowany w aplikacji.

Format pliku:

```
{
  "Edges": [],
  "Nodes": [],
  "Classes": []
}
```

Dla każdej z list zdefiniowano schemat obiektów, który jest wymagany do poprawnego wczytywania danych. Poniżej opisano strukturę poszczególnych obiektów dla każdej z list.

Struktura węzła (obiekt listy "Nodes")

```
{
  "Id": 0,
  "Label": "0",
  "ClassId": 0,
  "Point": {
    "position": {
      "x": 0.1280,
      "y": 1.72,
```



```

        "z": 2.9837
    },
    "rotation": {
        "x": 358.991,
        "y": 2.44643,
        "z": 1.6677
    }
},
"VPoint": {
    "velocity": {
        "x": 2.3,
        "y": 1.6,
        "z": 5.0
    },
    "angularVelocity": {
        "x": 1.0,
        "y": 0.4,
        "z": 3.3
    }
},
"APoint": {
    "acceleration": {
        "x": 1.0,
        "y": 5.0,
        "z": 0.6
    },
    "angularAcceleration": {
        "x": 0.75,
        "y": 0.4,
        "z": 0.342
    }
}
}
}

```

Opis atrybutów węzła:

- "Id" – identyfikator węzła będący liczbą całkowitą, unikalny dla każdego z węzłów
- "Label" – etykieta węzła w postaci ciągu znaków (atrybut opcjonalny, w przypadku braku atrybutu jako etykietę przypisuje się wartość identyfikatora węzła)
- "ClassId" – identyfikator klasy, która została zdefiniowana w liście klas, określa wygląd węzła (atrybut opcjonalny, w przypadku braku atrybutu węzeł przyjmuje domyślny wygląd)
- "Point" – obiekt składający się z obiektów "position" oraz "rotation", definiuje parametry struktury $point(x, y, z, \theta, \phi, \psi)$ zdefiniowanej w specyfikacji 4D-GML
 - "position" – obiekt definiujący pozycję węzła w przestrzeni trójwymiarowej
 - "x" – liczba zmiennoprzecinkowa, odpowiada x ze struktury $point$
 - "y" – liczba zmiennoprzecinkowa, odpowiada y ze struktury $point$
 - "z" – liczba zmiennoprzecinkowa, odpowiada z ze struktury $point$
 - "rotation" – obiekt definiujący rotację węzła
 - "x" – liczba zmiennoprzecinkowa, odpowiada θ ze struktury $point$
 - "y" – liczba zmiennoprzecinkowa, odpowiada ϕ ze struktury $point$
 - "z" – liczba zmiennoprzecinkowa, odpowiada ψ ze struktury $point$
- "VPoint" – obiekt składający się z obiektów "velocity" oraz "angularVelocity", definiuje parametry struktury $vpoint(v_x, v_y, v_z, \omega_\theta, \omega_\phi, \omega_\psi)$ zdefiniowanej w specyfikacji 4D-GML
 - "velocity" – obiekt definiujący prędkość węzła
 - "x" – liczba zmiennoprzecinkowa, odpowiada v_x ze struktury $vpoint$

- "y" – liczba zmiennoprzecinkowa, odpowiada v_y ze struktury *vpoint*
 - "z" – liczba zmiennoprzecinkowa, odpowiada v_z ze struktury *vpoint*
- "angularVelocity" – obiekt definiujący prędkość kątową węzła
 - "x" – liczba zmiennoprzecinkowa, odpowiada ω_θ ze struktury *vpoint*
 - "y" – liczba zmiennoprzecinkowa, odpowiada ω_ϕ ze struktury *vpoint*
 - "z" – liczba zmiennoprzecinkowa, odpowiada ω_ψ ze struktury *vpoint*
- "APoint" – obiekt składający się z obiektów "acceleration" oraz "angularAcceleration", definiuje parametry struktury *apoint*($a_x, a_y, a_z, \alpha_\theta, \alpha_\phi, \alpha_\psi$) zdefiniowanej w specyfikacji 4D-GML
 - "acceleration" – obiekt definiujący przyspieszenie węzła
 - "x" – liczba zmiennoprzecinkowa, odpowiada a_x ze struktury *apoint*
 - "y" – liczba zmiennoprzecinkowa, odpowiada a_y ze struktury *apoint*
 - "z" – liczba zmiennoprzecinkowa, odpowiada a_z ze struktury *apoint*
 - "angularAcceleration" – obiekt definiujący przyspieszenie kątowe węzła
 - "x" – liczba zmiennoprzecinkowa, odpowiada ω_θ ze struktury *apoint*
 - "y" – liczba zmiennoprzecinkowa, odpowiada ω_ϕ ze struktury *apoint*
 - "z" – liczba zmiennoprzecinkowa, odpowiada ω_ψ ze struktury *apoint*

Struktura krawędzi (obiekt listy "Edges")

```
{
  "Id": 0,
  "Label": "0-1",
  "From": 0,
  "To": 1,
  "weight": 0,
  "EdgeClassId": 0,
  "StartClassId": 4,
  "EndClassId": 4
}
```

Opis atrybutów krawędzi:

- "Id" – identyfikator krawędzi będący liczbą całkowitą
- "Label" – etykieta krawędzi w postaci ciągu znaków (atrybut opcjonalny, w przypadku braku atrybutu jako etykietę przyjmuje się ciąg znaków postaci "{From}-{To}", gdzie {From} to wartość atrybutu "From" obiektu krawędzi, a {To} wartość atrybutu "To" obiektu krawędzi)
- "From" – identyfikator węzła, z którego krawędź wychodzi (liczba całkowita odpowiadająca atrybutowi "Id" węzła)
- "To" – identyfikator węzła, do którego krawędź dochodzi (liczba całkowita odpowiadająca atrybutowi "Id" węzła)
- "weight" – waga krawędzi w postaci liczby całkowitej,
- "EdgeClassId" – identyfikator klasy, która została zdefiniowana w liście klas, określa wygląd krawędzi (atrybut opcjonalny, w przypadku braku atrybutu krawędź przyjmuje domyślny wygląd)
- "StartClassId" – identyfikator klasy, określa wygląd krawędzi na jej początku (atrybut opcjonalny, w przypadku braku atrybutu krawędź przyjmuje domyślny wygląd)
- "EndClassId" – identyfikator klasy, określa wygląd krawędzi na jej zakończeniu (atrybut opcjonalny, w przypadku braku atrybutu krawędź przyjmuje domyślny wygląd)

Struktura klasy (obiekt listy "Classes")

```
{  
  "Id": 1,  
  "name": "cat",  
  "texturePath": "..\\data\\textures\\cat.jpg",  
  "shape": "Cube",  
  "scale": 3,  
  "LineEnding": "Arrow"  
}
```

Opis atrybutów klasy:

- "Id" – identyfikator klasy będący liczbą całkowitą
- "name" – nazwa klasy
- "texturePath" – ścieżka do tekstury (pliku obrazkowego)
- "shape" (dotyczy węzła) – kształt, jeden z bazowych kształtów dostarczanych przez Unity (do wyboru: Sphere/Capsule/Cylinder/Cube/Plane/Quad)
- "scale" – rozmiar, liczba zmiennoprzecinkowa
- "LineEnding" (dotyczy krawędzi) – zakończenie krawędzi, jeden ze zdefiniowanych kształtów: Arrow (pusta strzałka), ArrowFull (wypełniona strzałka), Diamond (wypełniony diament), DiamondThin (pusty diament), Oval (owal)