



**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA**

**im. Stanisława Staszica w Krakowie**

**WYDZIAŁ INŻYNIERII  
MECHANICZNEJ I ROBOTYKI**

---

# **Praca dyplomowa**

## **Inżynierska**

**Jan Kuczmowski**

*Imię i nazwisko*

**Inżynieria Akustyczna**

*Kierunek studiów*

## **Aplikacja uproszczonej przestrzenności dźwięku dla gier fabularnych stołowych**

*Temat pracy dyplomowej*

**dr inż. Bartosz Ziólko**

*Promotor pracy*

*[www.dsp.agh.edu.pl](http://www.dsp.agh.edu.pl)*

.....

*Ocena*

Kraków, rok 2014/2015

Kraków, dnia 15.01.2015

Imię i nazwisko: Jan Kuczmowski  
Nr albumu: 249249  
Kierunek studiów: **Inżynieria Akustyczna**  
Profil dyplomowania:

## OŚWIADCZENIE

Świadomy odpowiedzialności karnej za poświadczanie nieprawdy oświadczam, że niniejszą inżynierską pracę dyplomową wykonałem/łam osobiście i samodzielnie oraz nie korzystałem ze źródeł innych niż wymienione w pracy.

Jednocześnie oświadczam, że dokumentacja oraz praca nie narusza praw autorskich w rozumieniu ustawy z dnia 4 lutego 1994 roku o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz. U. z 2006 r. Nr 90 poz. 631 z późniejszymi zmianami) oraz dóbr osobistych chronionych prawem cywilnym. Nie zawiera ona również danych i informacji, które uzyskałem/łam w sposób niedozwolony. Wersja dokumentacji dołączona przeze mnie na nośniku elektronicznym jest w pełni zgodna z wydrukiem przedstawionym do recenzji.

Zaświadczam także, że niniejsza inżynierska praca dyplomowa nie była wcześniej podstawą żadnej innej urzędowej procedury związanej z nadawaniem dyplomów wyższej uczelni lub tytułów zawodowych.

.....  
*podpis dyplomanta*

Kraków, 15.01.2015

Imię i nazwisko: Jan Kuczmowski

Adres korespondencyjny: Sitaniec 232, 22-400 Zamość

Temat pracy dyplomowej inżynierskiej: Aplikacja uproszczonej przestrzenności dźwięku dla gier fabularnych stołowych.

Rok ukończenia: 2015

Nr albumu: 249249

Kierunek studiów: Inżynieria Akustyczna

Profil dyplomowania: -

### OŚWIADCZENIE

Niniejszym oświadczam, że zachowując moje prawa autorskie, udzielam Akademii Górniczo-Hutniczej im. S. Staszica w Krakowie nieograniczonej w czasie nieodpłatnej licencji niewyłącznej do korzystania z przedstawionej dokumentacji inżynierskiej pracy dyplomowej, w zakresie publicznego udostępniania i rozpowszechniania w wersji drukowanej i elektronicznej<sup>1</sup>.

Publikacja ta może nastąpić po ewentualnym zgłoszeniu do ochrony prawnej wynalazków, wzorów użytkowych, wzorów przemysłowych będących wynikiem pracy inżynierskiej<sup>2</sup>.

Kraków, 15.01.2015 .....  
*data*                      *podpis dyplomanta*

---

<sup>1</sup> Na podstawie Ustawy z dnia 27 lipca 2005 r. Prawo o szkolnictwie wyższym (Dz.U. 2005 nr 164 poz. 1365) Art. 239. oraz Ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz.U. z 2000 r. Nr 80, poz. 904, z późn. zm.) Art. 15a. "Uczelni w rozumieniu przepisów o szkolnictwie wyższym przysługuje pierwszeństwo w opublikowaniu pracy dyplomowej studenta. Jeżeli uczelnia nie opublikowała pracy dyplomowej w ciągu 6 miesięcy od jej obrony, student, który ją przygotował, może ją opublikować, chyba że praca dyplomowa jest częścią utworu zbiorowego."

<sup>2</sup> Ustawa z dnia 30 czerwca 2000r. – Prawo własności przemysłowej (Dz.U. z 2003r. Nr 119, poz. 1117 z późniejszymi zmianami) a także rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 17 września 2001 r. z sprawie dokonywania i rozpatrywania zgłoszeń wynalazków i wzorów użytkowych (Dz.U. nr 102 poz. 1119 oraz z 2005 r. Nr 109, poz. 910).

Kraków, dnia .....

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA**

**WYDZIAŁ INŻYNIERII MECHANICZNEJ I ROBOTYKI**

**TEMATYKA PRACY DYPLOMOWEJ INŻYNIERSKIEJ**

dla studenta IV roku studiów stacjonarnych

**Jan Kuczmowski**

*imię i nazwisko studenta*

TEMAT PRACY DYPLOMOWEJ INŻYNIERSKIEJ:

Aplikacja uproszczonej przestrzenności dźwięku dla gier fabularnych stołowych

*Promotor pracy:* dr inż. Bartosz Ziółko

*Recenzent pracy:*

.....  
*Podpis dziekana:*

1. Omówienie tematu pracy i sposobu realizacji z promotorem.
2. Zebranie i opracowanie literatury dotyczącej tematu pracy.
3. Zaprogramowanie aplikacji zgodnie z wytycznymi.
4. Przeprowadzenie testów z wykorzystaniem aplikacji.
5. Opracowanie redakcyjne.

Kraków, .....

*data*

*podpis dyplomanta*

**TERMIN ODDANIA DO DZIEKANATU:**

..... **20**..... r.

.....  
*podpis promotora*

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica

Kraków, .....

**Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki**

Kierunek: Inżynieria Akustyczna

Profil dyplomowania: -

Jan Kuczmowski

### **Praca dyplomowa inżynierska**

Aplikacja uproszczonej przestrzenności dźwięku dla gier fabularnych stołowych

Opiekun: dr inż. Bartosz Ziółko

## STRESZCZENIE

Niniejsza praca dyplomowa poświęcona jest zagadnieniu wykorzystywania efektów dźwiękowych w grach fabularnych przy pomocy specjalnie zaprogramowanej w tym celu aplikacji. Autor wyjaśnia czym są gry fabularne by następnie omówić wykorzystanie muzyki oraz efektów dźwiękowych w trakcie rozgrywek, skupiając się głównie na jej aspektach psychologicznych. Dodatkowo, stara się zapoznać czytelnika z najistotniejszymi elementami gier fabularnych, starając się w ten sposób przybliżyć tę tematykę. Wyjaśniona zostaje potrzeba powstania aplikacji, a jej sposób działania jest dokładnie omówiony wraz z jej najważniejszym elementem jakim jest silnik audio RAYA. Autor przedstawia własną wizję dotyczącą kierunku rozwoju gier fabularnych, starając się zwrócić uwagę na korzyści jakie niesie ze sobą skorzystanie z wiedzy na temat akustyki oraz programowania. W znacznym stopniu skupia się na efektach osiągniętych w wyniku przeprowadzenia testów w postaci wniosków własnych oraz opinii osób biorących udział w przedsięwzięciu.

AGH University of Science and Technology

Kraków,

.....

**Faculty of Mechanical Engineering and Robotics**

Field of Study: Acoustic Engineering

Jan Kuczmowski

**Engineer Diploma Thesis**

Simplified surround sound application for table-top role-playing games

Supervisor: dr inż. Bartosz Ziółko

**SUMMARY**

The following thesis is dedicated to the use of sound effects in table-top role-playing games through an application developed for this particular purpose. The author starts by explaining how table-top role-playing games work, proceeds with the description of the use of music and sound effects during game-play, all the while focusing on the psychological aspects of sound effects. Furthermore, the author aims to familiarize the reader with the most important elements of table-top role-playing games, further clarifying this subject matter in the process. Explained is the need for the development of the aforementioned application while the actual operation of the application, together with its most important element – RAYA real-time audio engine, is described in detail. The author presents his own vision concerning the direction required for table-top role-playing games development, trying to point out the benefits stemming from application of knowledge in the scope of acoustics and programming to the overall process. He demonstrates and further elaborates on results of tests that were undertaken as part of the project, as well as the opinions of other persons participating in this project.

Z podziękowaniami dla dr inż. Bartosza Ziółki  
oraz mgr inż. Bartłomieja Migi  
za pomoc oraz optymistyczne nastawienie do tematu pracy

# Spis treści

<b>1. Wstęp</b> .....	9
<b>2. Wprowadzenie do gier fabularnych</b> .....	10
<b>2.1. Sposób prowadzenia rozgrywki</b> .....	11
<b>2.2. Świat gry</b> .....	11
<b>2.3. Mistrz Gry i jego rola</b> .....	12
<b>2.4. Wykorzystanie muzyki i efektów dźwiękowych</b> .....	12
<b>2.5. Wykorzystanie uwarunkowań</b> .....	13
<b>3. Aplikacja</b> .....	14
<b>3.1. Silnik audio – RAYA</b> .....	14
<b>3.2. Wybranie języka programowania</b> .....	17
<b>3.3. Interfejs graficzny</b> .....	17
<b>4. Testowanie</b> .....	19
<b>4.1. Przygotowanie techniczne</b> .....	19
<b>4.2. Przygotowanie ścieżek</b> .....	20
<b>4.3. Wybranie świata gry</b> .....	20
<b>4.4. Scenariusz</b> .....	21
<b>5. Efekt końcowy</b> .....	22
<b>5.1. Opinie i wnioski</b> .....	23
<b>5.2. Plany na przyszłość</b> .....	23
<b>5.3. Podsumowanie</b> .....	24
<b>Bibliografia</b> .....	25



# 1. Wstęp

Niniejszą pracę inżynierską można potraktować jako efekt prób połączenia osobistych zainteresowań autora, jakimi są gry fabularne oraz wiedzy nabytej w trakcie studiów. Gry fabularne, początkowo będące dość niszową formą spędzania wolnego czasu, zyskują na popularności wśród młodych ludzi w całej Polsce. Wynika to głównie z różnorodności jaką się cechują, urozmaiceń pojawiających się w wyniku działalności fanów oraz aktywności stowarzyszeń zrzeszających osoby popularnie nazywane „fantastami”. Zaletą gier fabularnych jest to, że nie tylko pobudzają one wyobraźnię, lecz również przyczyniają się do nawiązywania relacji z ludźmi, czego nie można powiedzieć o ich komputerowych odpowiednikach, określanych terminem cRPG. Powodem, dla którego gry fabularne nie zyskały tak wielkiej popularności jak cRPG może być właśnie jedna z ich teoretycznych zalet - wymagają one ponadprzeciętnej kreatywności od biorących udział w rozgrywce graczy. Zakładając, że udałoby się dowieść słuszności powyższej hipotezy. Ta praca byłaby jedną z prób poprawienia sytuacji gier fabularnych oraz wyznaczenia kolejnego toru ich rozwoju.

Za cel pracy, autor wyznaczył sobie zaprogramowanie aplikacji na system operacyjny Windows, która umożliwiłaby sterowanie przestrzennością dźwięku w czasie rzeczywistym. Chodziło o zmianę położenia monofonicznej ścieżki dźwiękowej w panoramie.

Praca składa się z czterech rozdziałów:

*Wprowadzenie do gier fabularnych* – zawiera krótką historię początków gier fabularnych, wyjaśnienie w jaki sposób przebiega rozgrywka oraz porusza zagadnienie możliwości jakie niesie ze sobą wykorzystanie muzyki i efektów dźwiękowych.

*Aplikacja* – część poświęcona samej aplikacji, uwzględniająca założenia, opis silnika audio RAYA oraz aktualne możliwości interfejsu graficznego.

*Testowanie* – opis wszystkich elementów potrzebnych do przeprowadzenia testów

*Efekt Końcowy* – zawiera wnioski autora, wraz z sugestiami osób biorących udział w teście oraz możliwe kierunki rozwoju aplikacji.

## 2. Wprowadzenie do gier fabularnych

Gry fabularne powstały jako efekt eksperymentowania z planszowymi grami bitewnymi, a przede wszystkim z jedną z nich, wydaną w 1971 roku „Chainmail” (z ang. kolczuga) autorstwa Ernesta Gary’ego Gygaxa i Jeffa Perrina [1]. Akcja „Chainmail” rozgrywała się w realiach średniowiecznej Europy. Polegała ona na symulowaniu ówczesnych bitew przy użyciu ołowianych figurek, które mogły uosabiać zarówno całe oddziały, jak i pojedynczych bohaterów. W dosyć krótkim czasie stworzono dodatkowe reguły dla jednostek elfów, krasnoludów i czarodziejów, a także wyjątkowy scenariusz do gry autorstwa Dave’a Arnesona, który przewidywał udział herosów i czarowników w zadaniu, jakim było eksplorowanie fikcyjnego zamku Blackmoor. W ten sposób pojawiła się koncepcja rozgrywki nie dla całych armii, a dla pojedynczych bohaterów. Rozgłos jaki uzyskał scenariusz był ogromny. W efekcie doszło do nawiązania kontaktu między jego autorem, a twórcą gry – Garym Gygaxem. Wynikiem ich współpracy było rozbudowanie kilkustronicowego scenariusza do obszernego zbioru reguł, które w przyszłości miały zostać wydane pod inną nazwą.

U schyłku 1973 roku pojawiła się pierwsza odsłona popularnej aż do dziś gry „Dungeons and Dragons” (skrót DnD) autorstwa Ernesta Gary’ego Gygaxa i Dave’a Arnesona. Na jej podstawie utworzono trzy kolejne wydania, gry komputerowe, karciane, książki, film. Popularność z jaką spotkała się Dnd zaskoczyła nawet jej twórców. Fakt, że na samym początku nie było jasnych, szczegółowo sformułowanych zasad gry, sprawił że w dosyć krótkim czasie na światło dzienne wyszły liczne modyfikacje i reguły proponowane przez fanów. Było to korzystne, ponieważ każdy z odbiorców był w stanie dostosować formę gry do własnych potrzeb. Z drugiej strony, autorzy byli zmuszeni opanować chaos jaki powstał na skutek tych właśnie indywidualnych modyfikacji. Prawdopodobnie to właśnie wszechstronność przyczyniła się do niezwykłego wzrostu popularności gry, który z kolei przełożył się na fakt, że 1500 egzemplarzy wyprzedano w ciągu zaledwie kilku miesięcy.

Dnd można uznać za prekursora gier fabularnych, na którym wzorowano się przez ostatnie 40 lat. To właśnie ta gra zapoczątkowała nurt jaki dzisiaj znany jest pod pojęciem „RPG”. Większość pozycji znajdujących się obecnie na rynku zachowuje ogólne założenia jakimi kierowali się Gygax i Arneson, dlatego też to oni najczęściej określani są mianem „ojców gier fabularnych”.

## 2.1. Sposób prowadzenia rozgrywki

Gry fabularne są pojęciem obszernym. Ich forma, sposób przeprowadzania rozgrywki może się różnić w zależności od środowiska bądź indywidualnych oczekiwań graczy. Dlatego też na potrzeby pracy omówiony zostanie tylko jeden najpopularniejszy sposób, który został wykorzystany przy testowaniu aplikacji.

Chcąc najprościej zdefiniować na czym dokładnie polega rozgrywka RPG warto posłużyć się innymi terminami, pod którymi znane są gry fabularne: gry narracyjne, gry wyobraźni. Najprościej będzie porównać je do dziecięcej zabawy w policjantów i złodziei, w której to każde dziecko przyjmuje rolę któregoś z nich i próbuje ją odgrywać. Inną analogią może być teatr improwizowany, w którym aktorzy nie mają narzuconego z góry scenariusza, tylko są zapoznani z ogólnymi założeniami swojej roli. To, co zrobią na scenie, zależy jedynie od ich kreatywności [2].

W grach wyobraźni gracze nie wykonują fizycznie czynności, którą chcieliby wykonać jako postać, tylko opisują jej przebieg. Dlatego RPG można zdefiniować jako: spotkanie niewielkiej grupy znajomych, w trakcie którego wyobrażają sobie inny świat, będący miejscem przeprowadzanej przez nich rozgrywki.

Inną, być może bardziej trafną definicją, będzie sytuacja, w której widz oglądając film, miałby zająć miejsce głównego bohatera.

## 2.2. Świat gry

Świat gry odgrywa znaczącą rolę w rozgrywkach gier fabularnych. Właściwie nie da się zacząć rozgrywki bez jego wcześniejszego zdefiniowania.

W przytoczonej historii gier fabularnych przedstawiono grę planszową, której akcja rozgrywała się w średniowiecznej Europie. W późniejszym okresie autorzy „Chainmail” wprowadzili dodatkowo postacie elfów, czarodziejów i krasnoludów. W efekcie powstała fikcyjna rzeczywistość podobna do tej, która znana jest z kart historii, z dodatkiem motywów fantastycznych, bądź mitologicznych. Można to przedstawić na przykładzie prozy:

Zanim autor książki przystąpi do realizacji swojej wizji, musi określić czas i miejsce akcji oraz ogólne założenia świata, w który zamierza wprowadzić czytelnika.

W przypadku gier fabularnych sytuacja jest identyczna. Gracze muszą określić, w jakich realiach ma się odbywać ich rozgrywka.

### **2.3. Mistrz Gry i jego rola**

Na potrzeby pracy wybrano najpopularniejszą formę grania w gry fabularne. Ta z kolei zakłada istnienie graczy (najczęściej w liczbie trzech) oraz Mistrza Gry. O ile rola graczy ogranicza się do elementów przedstawionych już w poprzedniej części pracy - czyli odgrywania swojej postaci i deklarowania wykonywanych czynności, to funkcja Mistrza Gry jest bardziej skomplikowana.

Mistrz Gry jest osobą, która tworzy odmienną rzeczywistość oraz przekazuje co ważniejsze informacje jakimi gracze powinni dysponować np.: co widzą, co słyszą, co czują ich postaci. Dodatkowo, decyduje on w jaki sposób świat reaguje na ich poczynania.

Wykorzystując analogię do gier komputerowych można określić Mistrza Gry jako superkomputer ze sztuczną inteligencją, który na bieżąco generuje świat gry, przeciwników i, co najważniejsze, reaguje na poczynania graczy. W zakresie jego kompetencji jest także przygotowanie zarysu fabuły, postaci niezależnych (nie kontrolowanych przez graczy), bądź okoliczności świata, w jakich gra zostaje rozpoczęta. Dodatkowo, powinien określać reguły, jakie panują w trakcie rozgrywki. Widać teraz jak wielkie zadanie stoi przed człowiekiem pełniącym tę rolę. Najpierw musi on sam wyobrazić sobie scenerię w jakiej znajdują się gracze, a potem możliwie najlepiej to opisać.

### **2.4. Wykorzystanie muzyki i efektów dźwiękowych**

Chcąc przekazać atmosferę miejsca, bądź sytuacji, w której znajdują się gracze, Mistrz Gry nie jest zmuszony korzystać jedynie ze swojego warsztatu literackiego. Może on sięgnąć po możliwości jakie niesie ze sobą wykorzystanie muzyki o odpowiednim nastroju. W tym celu sięga najczęściej po muzykę filmową. Gracze intuicyjnie odbierają nastrój utworu, który z kolei wpływa na nich do tego stopnia, że mogą odczuwać oni strach, radość, czy gotowość do walki. Przy użyciu prostego zestawu, jakim może być dyskretnie schowany telefon oraz para głośników, pojawia się

możliwość przeniesienia rozgrywki na zupełnie inny poziom zaangażowania. W czasie gdy postacie graczy konfrontują się z antagonistą, w głośnikach puszczana jest muzyka kojarzona z walką, gdy postacie graczy mają do czynienia z istotą rodem z filmów grozy, słyszą muzykę o właśnie takim charakterze.

Warto wspomnieć o samych efektach dźwiękowych. Najczęściej są to przygotowywane w programach typu daw gotowe ścieżki zawierające odgłosy ogniska, kroków, zwierząt itp. Pomagają one graczom jak i Mistrzowi Gry w przeniesieniu się do rzeczywistości, w której prowadzona jest rozgrywka.

## 2.5. Wykorzystanie uwarunkowań

W przypadku prowadzenia regularnych rozgrywek z tą samą grupą graczy pojawia się dodatkowy, interesujący aspekt dotyczący muzyki. Mowa tutaj o warunkowaniu. Najlepiej wyjaśnia to eksperyment Pawłowa, który zaowocował utworzeniem teorii warunkowania klasycznego (Pawłowowskiego) [3].

W latach 1849-1936 Pawłow zajmował się badaniami nad fizjologią psów. Dokładnie chodziło o sam odruch wydzielania śliny. Zauważył on wtedy, że niektóre z psów, w szczególności te, które przebywały w laboratorium dłużej, wydzielają ślinę już na samo wejście badacza do laboratorium. Nie była to odruchowa reakcja. Zaczęła ona zachodzić dopiero wtedy, gdy pies nauczył się, że wejście sygnalizuje pokarm. Pies skojarzył wrażenie wzrokowe, jakim było wejście Pawłowa, z bodźcem bezwarunkowym, jakim był pokarm, i efekcie zareagował na to reakcją warunkową, czyli wydzielaniem śliny.

*wejście Pawłowa → pokarm → ślinienie się*

Przekładając tę teorię na gry fabularne: stali gracze uczą się z czym kojarzyć którąś ze stałych ścieżek dźwiękowych. Nie dość, że muzyka sama w sobie wywołuje w nich reakcje emocjonalne, to jeszcze na podstawie uwarunkowania dochodzi do skojarzenia sytuacji bieżącej ze wszystkimi, które miały miejsce wcześniej. Tak też na nowo przeżywają oni napięcie związane z pojedynkiem, z przeciwnikiem, który kiedyś okazał się dla nich zbyt silny, bądź od razu szykują się do zdecydowanych deklaracji, pomimo faktu, że narracja Mistrza Gry nie wskazuje na to, by fabuła miała przybrać

nowy, niebezpieczny kierunek. Oprócz tego pojawiają się także naturalne uwarunkowania. Takie jak np. instynktowne reakcje na dźwięki grzmotu albo ogniska.

### **3. Aplikacja**

Na tym etapie autor zadał sobie pytanie: czy można spotęgować reakcje na efekty dźwiękowe, takie jak np.: strach wywołany odgłosami kroków zwierzęcia, wykorzystując przy tym zmiany położenia źródła w panoramie dźwięku?

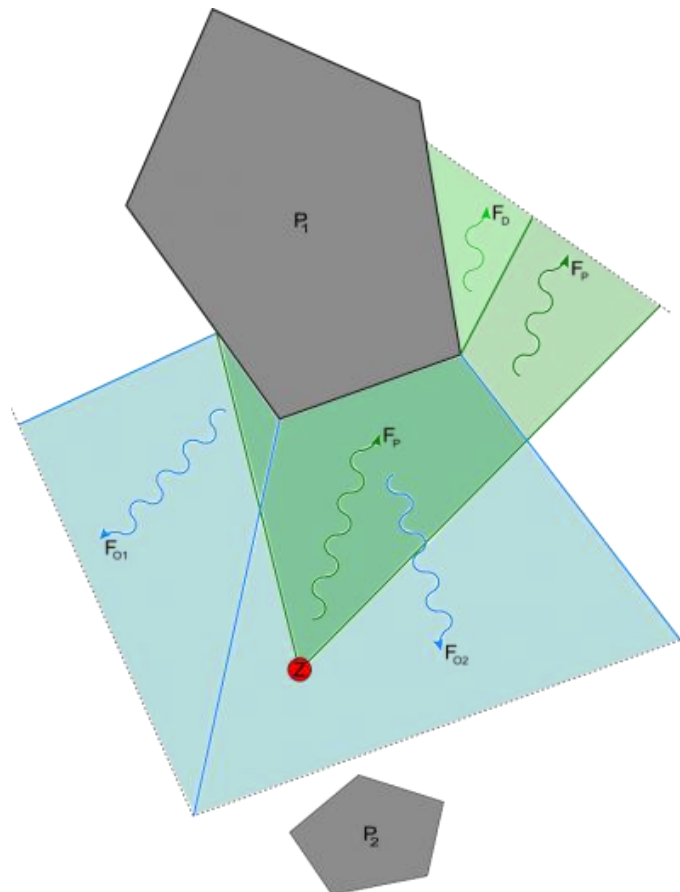
W ten sposób powstała koncepcja programu, umożliwiającego sterowanie panoramą, przy wykorzystaniu zestawu 5:1. Miał on być tak zbudowany, aby mógł z niego korzystać Mistrz Gry prowadząc jednocześnie rozgrywkę. W związku z tym sformułowano następujące warunki:

- program powinien być prosty w obsłudze (intuicyjny)
- wykluczone było występowanie opóźnień wywołanych procesami zachodzącymi w tle

#### **3.1. Silnik audio – RAYA**

Chcąc uzyskać oczekiwany efekt, należało skorzystać z silnika audio, który zagwarantowałby oczekiwane rezultaty. W tym celu wykorzystano efekty pracy Zespołu Przetwarzania Sygnałów Akademii Górniczo-Hutniczej nad projektem badawczym RAYAV [4].

Zespół podjął udaną próbę stworzenia silnika audio do gier komputerowych, który generowałby wrażenie naturalnej akustyki pomieszczeń w grach komputerowych. Silnik audio RAYA, będący częścią projektu badawczego, opiera się na wykorzystaniu metody śledzenia wiązek, dzięki czemu skutecznie modeluje zjawiska propagacji fali dźwiękowej w ośrodku materialnym.



Rys. 3.1 przedstawiający działanie metody śledzenia wiązek: Z – źródło dźwięku, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> – przeszkody, F<sub>p</sub> – wiązka pierwotna, F<sub>D</sub> – wiązka powstała w wyniku zjawiska dyfrakcji, F<sub>O1</sub>, F<sub>O2</sub> – wiązki powstałe w wyniku zjawiska odbicia, źródło: [www.dsp.agh.edu.pl](http://www.dsp.agh.edu.pl)

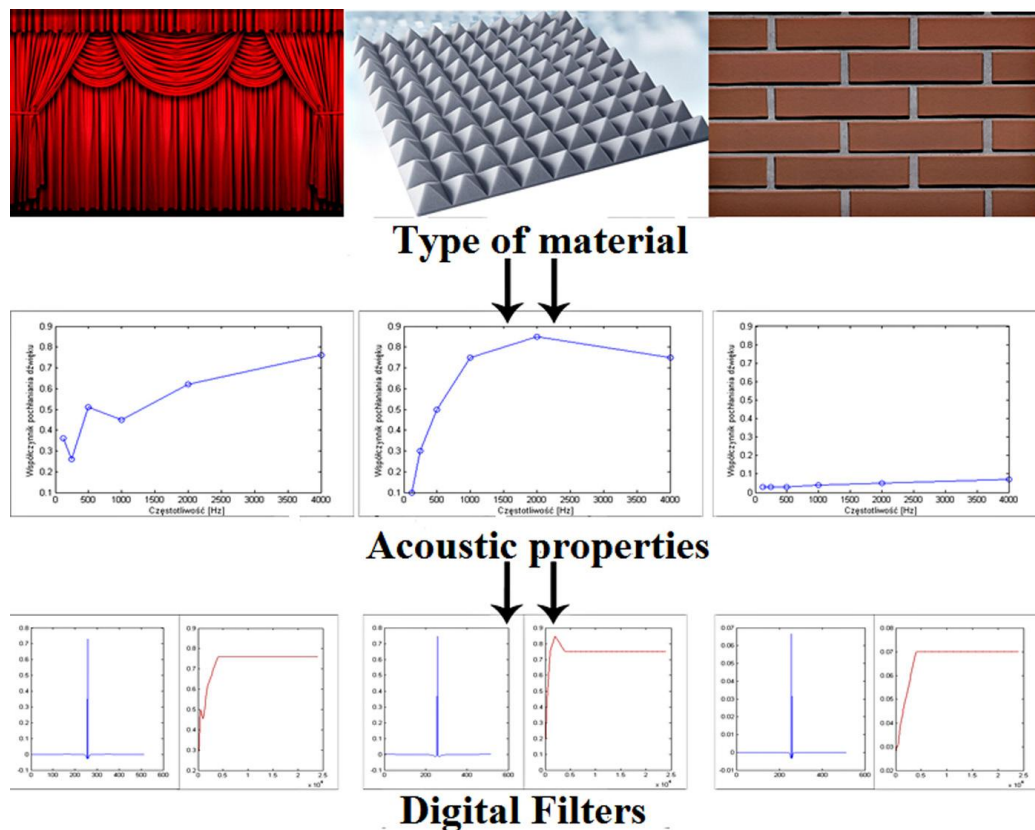
Umożliwia on symulacje efektów takich jak pochłanianie i rozpraszanie dźwięku. Dodatkowo, uwzględnia także dyfrakcję oraz transmisję fali. W efekcie gracz jest w stanie usłyszeć źródło dźwięku, znajdujące się także za przeszkodami. Postawiono także nacisk na skuteczne symulowanie pierwszych odbić oraz pogłosu jako, że to one definiują właściwości pomieszczenia. Podobny sposób symulacji dźwięku znany jest m. in. z programu Catt Acoustics, z tą różnicą, że RAYA wszystkie obliczenia wykonuje w czasie rzeczywistym, zużywając do dziesięciu procent możliwych zasobów współczesnego procesora [5]. Powodem dla którego stało się to osiągalne był fakt, że zadbano o to, by wyeliminować te wiązki, które nie miały decydującego wpływu na końcowe wrażenie słuchowe [6].

Największą zaletą RAYA, wyróżniającą go na tle innych silników audio jest fakt, że najmniejsze zmiany położenia źródła prowadzą do otrzymania odmiennej odpowiedzi impulsowej pomieszczenia.

	Existing engines	RAYAV sound engine
Edges diffraction support	can be mocked by multiple raycasting and collision checking	Fully supported
Diffuse reflections	Not supported	Fully supported
Sound reflections	Partially supported (can be gathered from render information)	Fully supported
Directional sound	Fully supported	Fully supported (can be used to reduce amount of computation)
Audio output generated from physical paths of sound	Not supported (simulation of neighborhood areas sounds is possible with additional gameplay logic)	Fully supported
Scene shape has an impact on final sound	Partially supported (based on predefined parameters from level areas, made by level artists, which is a time-consuming and error-prone process).	Fully supported
Materials of the scene have impact on final sound	Partially supported (based on predefined parameters from level areas, made by level artists, which is a time-consuming and error-prone process).	Fully supported

Rys 3.2 przedstawiający zestawienie możliwości RAYA oraz innych silników audio, źródło: [5]

Za model służący do symulacji dźwięku stosuje się uproszczoną geometrię poziomów gry komputerowej. Nie wymaga to tak wielkich nakładów pracy jak w przypadku scen graficznych, z powodu samej natury dźwięku. Uproszczenie scen odbywa się poprzez pominięcie elementów małych, nie mających znaczenia dla procesu jego powstawania. Takimi elementami mogą być na przykład lusterka samochodu. Każda z użytych powierzchni w modelu musi mieć przyporządkowany materiał, wraz z jego właściwościami akustycznymi. W tym celu można skorzystać z gotowej bazy, bądź stworzyć własne.



Rys 3.3 przedstawiający akustyczne właściwości materiałów, źródło: [5]



## 3.2. Wybranie języka programowania

Przed rozpoczęciem jakichkolwiek działań należało zdecydować o wyborze języka programowania. Silnik audio był dostępny w formie zewnętrznej biblioteki w języku C++ oraz C#. Jako że na potrzeby pracy autor i tak musiał nauczyć się jednego z nich, wybór padł na język C#. Wynikało to głównie z ułatwienia jakie gwarantowało środowisko Visual Studio, w postaci intuicyjnego edytora interfejsu graficznego aplikacji.

## 3.3. Interfejs graficzny

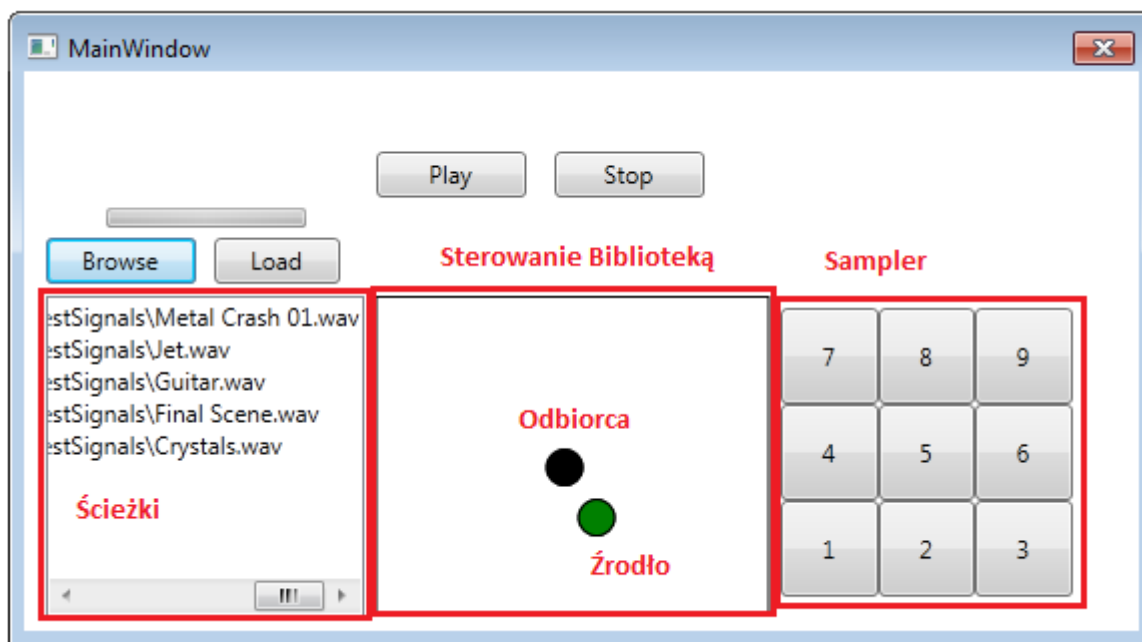
Zgodnie z pierwszym założeniem aplikacja, powinna być prosta w obsłudze, po to, aby można było w łatwy sposób edytować położenie źródeł. Dlatego też przyjęto rozwiązanie, w którym połączono ze sobą graficzną reprezentację obiektów wraz z ich odpowiednikami w bibliotece RAYA. Jednakże nie jest to bezpośrednio odwzwierciedlenie pozycji ponieważ przeskalowanie położenia elipsy względem tła aplikacji jest nieliniowe:

$$\text{pozycja w bibliotece} = \left( \frac{\text{pozycja w gui}}{\text{const.}} \right)^3$$

Powodem, dla którego zastosowano potęgę już po przeskalowaniu pozycji była potrzeba łatwego przeskoku między dalekimi i bliskimi odległościami, tak, aby niewielkie ruchy myszką gwarantowały oczekiwaną zmianę. Nie można było zastosować potęgi parzystej ponieważ układ współrzędnych w modelu wykorzystywanego pomieszczenia, znajduje się w środku geometrycznym podstawy bryły. Ten sposób na przeskalowanie jest także wadą, w przypadku, gdy użytkownik nie przyzwyczyił się jeszcze do czułości zmian położenia i zmiana zachodzi szybciej niżby tego oczekiwał. Za model przyjęto puste prostopadłościenną pomieszczenie, a pozycje źródeł i odbiornika znajdowały się niewiele ponad poziomem podstawy.

GUI powstało w oparciu o technologię *Windows Presentation Foundation*, która stanowi element .NET Framework począwszy od wersji 3.0. Decydując się na WPF autor kierował się ewentualną potrzebą zaprogramowania odtwarzacza audio. Jak się

okazało w dalszej części pracy, wybór ten był prawidłowy. Oprócz C# zaistniała także konieczność opanowania podstaw języka XAML, będącego rozwinięciem XML [7]. Wynikało to z faktu, że jest on wykorzystywany przez WPF do zapisu właściwości elementów GUI. Do programowania aplikacji skorzystano z platformy .NET Framework w wersji 4.0.



Rys 3.4 przedstawiający interfejs graficzny zaprogramowanej aplikacji.

*Browse* – służy do uzupełniania listy ścieżek o dodatkowe pozycje znajdujące się w dowolnym miejscu na dysku.

*Play/Stop* – sterowanie biblioteką RAYA. Dodatkowo jest możliwość włączania i wyłączenia źródła poprzez wciśnięcie przycisku *P*.

*Load* – opcja chwilowo zablokowana. Służyła do dodawania kolejnych źródeł. Działanie aplikacji nie jest ograniczone do symulowania tylko jednego źródła dźwięku. Teoretycznie, ich liczba jest nieograniczona. Jednakże, w trakcie testów korzystano tylko z jednego źródła, jako, że na chwilę obecną nie ma łatwego sposobu na zmianę ścieżek w przypadku większej liczby źródeł.

*Okno ścieżek* – służy do przechowywania lokalizacji efektów dźwiękowych. Przypisanie ścieżki dźwiękowej do źródła odbywa się poprzez zaznaczenie jednej z nich. W przypadku dodatkowej liczby źródeł istnieje potrzeba rozróżnienia, do którego z nich chciałoby się przypisać zaznaczoną ścieżkę.

Ważnym jest, aby wybrane ścieżki nie zawierały żadnych komentarzy (tytuł, autor, wytwórnia etc.) oraz były w formacie wave, 16bit, 48kHz. W innym przypadku wykorzystywana biblioteka ich nie odtwarza.

*Sampler* – funkcja dodana już po wykonaniu testów, na życzenie graczy. Podwójne kliknięcie na jeden z przycisków umożliwia przyporządkowanie dowolnej ścieżki dźwiękowej. Późniejsze sterowanie odbywa się za pomocą klawiatury numerycznej. Sampler nie korzysta z biblioteki RAYA, wykorzystując natomiast klasę *MediaElement*. Dlatego też stanowi źródło oddzielnych efektów dźwiękowych niż te, którym poświęcona jest ta praca. Dzięki temu, można korzystać z obydwu możliwości na raz.

Za powiązanie ze sobą reprezentacji graficznych źródła i odbiorcy wraz z ich odpowiednikiem w używanej bibliotece odpowiada specjalnie napisana w tym celu klasa *Source*. Zawiera ona wszystkie potrzebne informacje takie jak: położenie źródeł, ścieżki, referencje do elementów GUI oraz ścieżki do efektów dźwiękowych. Dodatkowo zawiera ona metodę wykrywającą zmianę położenia elementów graficznych na tle aplikacji.

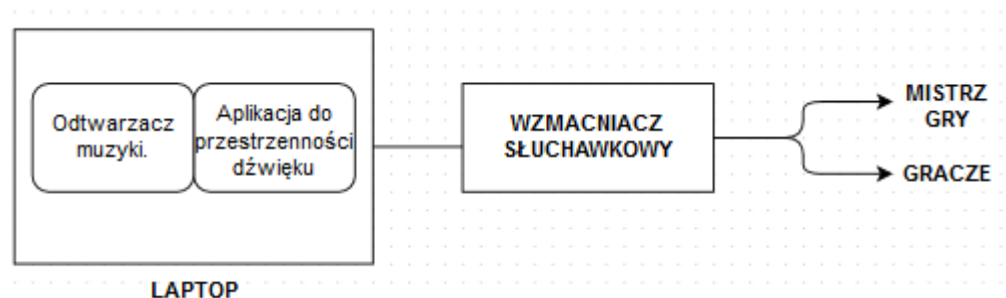
## **4. Testowanie**

Zakres pracy inżynierskiej obejmował przetestowanie aplikacji. W tym celu zorganizowano grupę trzech graczy, którzy posiadali co najmniej kilkuletnie doświadczenie z grami fabularnymi. Rola Mistrza Gry przypadła autorowi pracy. Do jego obowiązków należało wykonywanie wszystkich czynności opisanych w poprzedniej części pracy oraz korzystanie z aplikacji. Sesja, ponieważ tak nazywana jest pojedyncza rozgrywka w gry fabularne, miała zająć do trzech godzin.

### **4.1. Przygotowanie techniczne**

Początkowo aplikacja była budowana z myślą o wykorzystaniu przy użyciu zestawu 5:1. Jednakże, trudności związane z przeprowadzeniem testów w takiej formie skłoniły autora do skorzystania z alternatywnego rozwiązania, jakim było użycie

wzmacniacza słuchawkowego oraz par słuchawek dla każdego z biorących udział w rozgrywce. Mistrzowi Gry słuchawki służyły do kontrolowania działania aplikacji oraz muzyki.



Rys 4.1 przedstawiający sposób wysyłania sygnału audio.

Aplikacja oraz odtwarzacz muzyki funkcjonowały jako dwa oddzielne programy. Nie spowodowało to żadnych problemów związanych kartą dźwiękową. To rozwiązanie w żadnym stopniu nie utrudniało prowadzenia rozgrywki, dlatego też nasunął się wniosek, że nie ma potrzeby rozbudowywania aplikacji o funkcję odtwarzacza audio.

## 4.2. Przygotowanie ścieżek

Wykorzystywane ścieżki musiały być odpowiednio przygotowane. W tym celu skorzystano z programu FL Studio. Oczywiście chodziło tutaj o zwykłe zabiegi edycyjne, takie jak połączenie efektów dźwiękowych pobranych z Internetu w jedną wiarygodną ścieżkę. Wybrano takie efekty z darmowych internetowych zbiorów, które były możliwie najbardziej surowe, jako że za ich późniejsze przetworzenie odpowiadał silnik RAYA. Nie można było użyć trzech jednakowych dźwięków występujących zaraz po sobie, ponieważ byłoby to natychmiast wychwycone przez słuchaczy i efekt straciłby na autentyczności. Kolejność jak i odstępy czasowe między efektami musiały być tak dobrane, aby brzmiały one naturalnie. Na samym końcu należało jeszcze zadbać o jednakową głośność samych efektów oraz ścieżek względem siebie nawzajem.

## 4.3. Wybranie świata gry

W trakcie przygotowywania się do poprowadzenia rozgrywki, na jaw wyszły problemy, które koniecznie musiały być rozwiązane. Pierwszym z nich był fakt, że

zamiast zestawu 5:1 do testów użyto słuchawek. W związku z tym zaistniała potrzeba logicznego wyjaśnienia, dlaczego gracze w ogóle powinni je zakładać. Ten problem może nie być wystarczająco jasny, ponieważ jest związany głównie z postawą środowiska graczy: aby możliwie najmocniej zaangażować się w rozgrywkę, gracze potrzebują wyeliminowania wszystkich elementów, które mogłyby ich rozpraszać. Najprościej będzie wyjaśnić to na konkretnym przykładzie z rozgrywki w świecie Fantasy:

Fantasy, jest to pojęcie, które najczęściej kojarzone jest ze światem podobnym do czasów średniowiecznych, z dodatkiem elementów mitologicznych. Takim elementem może być magia albo niezwykle stworzenia np. smoki.

Z kilkuletniego doświadczenia autora jako Mistrza Gry wynika, że graczom, biorącym udział w rozgrywce w takich właśnie realiach przeszkadza jawne korzystanie z komputera bądź innych urządzeń elektronicznych. Wyjaśnienie jest prozaiczne: trudniej im sobie wyobrazić, że ich postać rzeczywiście znajduje się w odmiennej rzeczywistości, jeśli na widoku mają urządzenia niepasujące do konwencji. Niektórzy z nich wręcz jawnie się skarżą i proszą o to, by w trakcie prowadzenia rozgrywki z komputera nie korzystać.

Przedstawiony powyżej przykład wyjaśnia konieczność wykorzystania takiego świata, w przypadku którego użycie słuchawek byłoby uzasadnione. Jedną z pierwszych i bodajże najbardziej oczywistych opcji, było skorzystanie z możliwości, jakie niesie ze sobą konwencja science fiction. Dlatego też postaci graczy zostały umieszczone na fikcyjnej planecie, w specjalnych kombinezonach, podobnych do tych wykorzystywanych przez astronautów. W ten oto sposób, użycie słuchawek w trakcie rozgrywki zostało logicznie wyjaśnione. Dodatkowo, udało się wykorzystać elementy toru audio w taki sposób, aby pomagały one w zaangażowaniu w rozgrywkę.

#### **4.4. Scenariusz**

Scenariusz rozgrywki był kolejnym, niezwykle ważnym, elementem dla przeprowadzonych testów. Napisana fabuła musiała zrealizować główne założenie, jakim było wykorzystanie potencjału aplikacji. W związku z tym istniała konieczność, by postaci gry znalazły się we wcześniej przygotowanych miejscach oraz by gracze

brali udział we wcześniej przygotowanych scenach, w trakcie których będą słyszeć efekty dźwiękowe w panoramie.

Istnieją różne sposoby projektowania fabuły do gry fabularnej. Nierzadko są one podobne do tych stosowanych w grach komputerowych. W tym konkretnym przypadku autor zdecydował się na fabułę liniową.

W ten sposób powstała koncepcja planety, której powierzchnia zbudowana była z kryształów. Postacie graczy stanowiły grupę badawczą, mającą na celu zbadanie zagadkowego sygnału, który fragmentami przypominał sygnał SOS. Bohaterowie zmuszeni byli skierować się do miejsca, gdzie nie mogli używać swoich urządzeń z powodu problemów technicznych. Znaleźli się w sieci ścieżek przypominającej labirynt. Dążąc do wykonania celu, jakim było odnalezienie źródła sygnału, musieli kierować się tylko i wyłącznie zagadkowym sygnałem dźwiękowym, przemieszczającym się wzdłuż otaczającej ich ściany kryształów. Gracze byli zmuszeni skupić się na wrażeniach słuchowych oraz zdecydować, w którą stronę prowadzą ich dźwięki.

## **5. Efekt końcowy**

Na tym etapie warto wyjaśnić pewien aspekt roli Mistrza Gry. Dotychczas, w standardowo prowadzonej rozgrywce, Mistrz Gry informował graczy, z której strony oraz jakie dźwięki dochodzą do ich postaci. Przykładowo komunikat brzmiał: „Słyszysz za sobą czyjeś kroki”, „Z prawej strony dobiega do Ciebie dźwięk uderzającego metalu”. W rozwiązaniu proponowanym przez autora to gracze musieli skupić się na tym skąd i jakie dźwięki do nich dochodzą.

W dalszej części fabuły gracze mieli styczność jeszcze z kilkoma scenami, w których wykorzystana była aplikacja. Jej zastosowanie wzbogaciło rozgrywkę o dodatkowe wrażenia, które z kolei przełożyły się na zwiększenie zadowolenia graczy. Niestety, okazało się, że nie ma wyraźnej różnicy pomiędzy dźwiękiem dochodzącym z przodu odbiorcy i tym zza jego pleców. Gracze nie byli w stanie jasno określić, z którego z tych dwóch kierunków dochodzi dźwięk, dlatego też zaistniała konieczność, by czasem zasugerować im jeden z nich. Na chwilę obecną nie zostały wdrożone żadne poprawki umożliwiające poradzenie sobie z tym zagadnieniem, ale jest to problem wymagający rozwiązania.

## 5.1. Opinie i wnioski

Z punktu widzenia autora, korzystanie z aplikacji umożliwia przeniesienie gier fabularnych na zupełnie inny poziom rozgrywki i zaangażowania. Sama koncepcja wymaga udoskonalenia oraz, najprawdopodobniej, oddzielnej osoby do obsługi programu. Wiąże się to z czasem i uwagą jaka jest potrzebna do jego obsługi w przypadku tworzenia bardziej zaawansowanych scen. Jednakże, istnieje szansa na to, że dalsze zoptymalizowanie aplikacji pod względem działania lub zautomatyzowanie niektórych funkcji może sprawić, że ta osoba nie będzie potrzebna.

Interesujące dodatkowe spostrzeżenia mieli sami gracze. Sam pomysł uznali za warty uwagi i wykazali chęć dalszego udziału w kolejnych testach. Obecność efektów dźwiękowych oraz konieczność kierowania się słuchem przyjęta została pozytywnie u każdej z osób biorących w teście. Dodatkowo zauważyli u siebie wrażenie szybciej płynącego czasu w porównaniu do standardowych rozgrywek. Dwie osoby skarżyły się także na wzrost zmęczenia. Większość opinii wiązała się jednak z proponowanymi poprawkami do programu bądź wprowadzeniem kolejnych funkcji, takich jak np. uwzględniony już *sampler*.

## 5.2. Plany na przyszłość

Pojawiła się sugestia, by każdy z graczy doświadczał odmiennego wrażenia słuchowego, w zależności od położenia jego postaci. To rozwiązanie wymagałoby korzystania karty muzycznej, posiadającej cztery kanały stereofoniczne oraz co najmniej trzech oddzielnych instancji silnika audio, jako że aktualna wersja biblioteki nie przewiduje zadeklarowania większej liczby odbiorców. W takiej konfiguracji nie wiadomo czy właściwości portu USB umożliwiłyby wysyłanie polecenia z komputera, uwzględniając rozróżnienie na każdy z kanałów. Dodatkowo, występuje komplikacja w postaci dużej ilości danych, co znacznie zwiększyłoby obciążenie procesora.

Oprócz rozwoju strony technicznej aplikacji potrzebne jest również zastanowienie się nad poprawą interfejsu graficznego pod względem wygody użytkownika, lecz również zwykłego poczucia estetyki. Rozważyć można skorzystanie z darmowych bibliotek bądź stworzenie własnych grafik.

Wspomniano, że na potrzeby testowania wykorzystano tylko jedno źródło dźwięku, pomimo faktu, że program dopuszcza ich większą liczbę. W praktyce zmienianie scen odbywało się poprzez załadowanie kolejnej ścieżki do wykorzystywanego źródła. Najlepiej byłoby rozbudować program w taki sposób, żeby była możliwość wybrania z listy dowolnej ze scen. Następstwem wybrania którejś ze scen byłoby załadowanie w interfejsie graficznym wszystkich wykorzystanych źródeł, wraz z ich lokalizacją oraz przypisanymi ścieżkami.

Autor już wcześniej próbował dodać możliwość zapisywania stanu aplikacji, wraz z późniejszym jego odtworzeniem. Niestety nie zostało to jeszcze zrealizowane. Możliwe rozwiązania to: utworzenie pliku konfiguracyjnego bądź skorzystanie z możliwości, jakie oferuje użycie zasobów w środowisku Visual Studio.

### **5.3. Podsumowanie**

Na potrzeby pracy autor musiał nauczyć się umiejętności jaką jest programowanie. Dzięki temu odkrył jak interesujące mogą być obszary tej dziedziny oraz postanowił rozwijać się dalej w tym kierunku. Dostrzegł on wszechstronność tej umiejętności oraz możliwości jakie niesie ze sobą korzystanie z niej w różnych sferach swoich zainteresowań. Ucząc się na potrzeby pracy odkrył jak wiele darmowej wiedzy można nabyć przeglądając tutoriale, dokumentacje, bądź różne fora internetowe. Istnieje mnóstwo gotowych rozwiązań w postaci darmowego kodu, na podstawie, których można rozwijać swoje własne aplikacje, które następnie można wykorzystać do przeprowadzania innowacyjnych, oryginalnych przedsięwzięć.



## Bibliografia

- [1] Artykuł *Historia RPG*: <http://esensja.stopklatka.pl/gry/publicystyka/tekst.html?id=5831&strona=2#strony> (06.01.2015)
- [2] Portal poświęcony grom fabularnym: <http://www.gryfabularne.pl/> (06.01.2015)
- [3] Rosenhan D., Seligman M.: *Psychopatologia, t.1 rozdz. 3*, Warszawa, PTP 1994
- [4] Strona Zespołu Przetwarzania Sygnałów AGH: <http://www.dsp.agh.edu.pl> (08.01.2015)
- [5] B. Ziółko, T. Pędzimaż, Sz. Pałka, I. Gawlik, B. Miga, P. Bugiel: *Real-time 3D Audio Simulation in Video Games with RAYAV*, Making Games vol.1 2015.
- [6] Karbowniczek P.: *Wersja demonstracyjna silnika audio do gier RAYAV*, Kraków, AGH 2014
- [7] Dokumentacja języka C#: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/kx37x362.aspx> (12.01.2015)
- [8] O'Brien L, Eckel B.: *Thinking in C#*, New Jersey, Prentice Hall PTR 2003