

## **STRESZCZENIE**

## **ABSTRACT**

## SPIS TREŚCI

1. OPIS I CEL PROJEKTU .....	5
1.1. Inspiracja .....	5
1.2. Opis projektu .....	5
1.3. Główne cele projektu .....	5
1.4. Interesariusze i użytkownicy .....	5
2. SPECYFIKACJA WYMAGAŃ PROJEKTU .....	6
2.1. Wymagania funkcjonalne .....	6
2.2. Wymagania jakościowe .....	6
2.3. Wymagania techniczne .....	6
2.4. Przypadki użycia .....	6
3. PRZYGOTOWYWANIE DANYCH WEJŚCIOWYCH .....	7
3.1. Źródło danych .....	7
3.2. Pobieranie i dekompresja .....	7
3.3. Parsowanie informacji .....	7
3.4. Tworzenie struktury grafu .....	7
3.5. Narzędzie WikiGraph Parser .....	7
4. IMPLEMENTACJA GŁÓWNEJ APLIKACJI WIKIGRAPH .....	8
4.1. Model danych .....	8
4.2. Wizualna reprezentacja węzłów i połączeń .....	8
4.3. Tryby poruszania się i widoki węzła .....	8
4.4. Historia przeglądania oraz zaprogramowane trasy .....	8
4.5. Integracja z jaskinią .....	8
4.6. Konsola operatora .....	8
4.7. Linia czasu .....	8
5. KONFIGURACJA I URUCHAMIANIE .....	9
6. PODSUMOWANIE .....	10
Wykaz literatury .....	11
Wykaz rysunków .....	11
Wykaz tabel .....	12

## **WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ I SKRÓTÓW**

LZWP, Laboratorium Laboratorium Zanurzonej Wizualizacji Przestrzennej, znajdujące się w budynku A wydziału ETI Politechniki Gdańskiej.

Duża Jaskinia główna jaskinia rzeczywistości wirtualnej, składająca się z sześciu ścian.

Średnia Jaskinia jaskinia rzeczywistości wirtualnej składająca się z czterech ścian - prawej, lewej, frontальной oraz dolnej.

Mała Jaskinia środowisko stworzone z czterech monitorów, pomniejszona wersja średniej jaskini.

## **1. OPIS I CEL PROJEKTU**

### **1.1. Inspiracja**

W 2003 roku niejaki Barrett Lyon, informatyk oraz artysta, postawił sobie za cel stworzenie wiernego odwzorowania połączeń między komputerami w sieci Internet. Wizualizacja grafu miała być zrealizowana za pomocą kolorowych linii oraz punktów. W ten sposób, w październiku 2003 roku powstał open source-owy Projekt Opte. Głównym celem tego projektu było zilustrowanie wciąż szybko rozwijającego się Internetu oraz wyróżnienie regionów, które w tamtych czasach doświadczały gwałtowny wzrost łączności z Internetem. Projekt szybko zyskał dużą popularność, a jeden z efektów końcowych można było zobaczyć na żywo w Muzeum Sztuki Nowoczesnej w Nowym Jorku. Przykładową wizualizację zaprezentowano na Rysunku 1. Twórca Opte Project w artykule dla Time[1] krótko podsumował swoją motywację: The Internet is really big, very connected and extremely complex. It's this whole world you can't see. That's the fun part of visualizing it.

### **1.2. Opis projektu**

Tak jak w przypadku Opte Project, głównym zadaniem projektu jest przygotowanie grafu oraz jego wizualizacja. Nie jest to jednak graf połączeń sieci Internet, lecz sieć artykułów i kategorii internetowej encyklopedii Wikipedia. Tworzona jest ona na podstawie odnośników znajdujących się w treści artykułu, prowadzących do innych, tematycznie powiązanych, artykułów. Nasza aplikacja oferuje nowy i innowacyjny sposób na przeglądanie Wikipedii: poprzez wizualizację połączeń pomiędzy artykułami. Dostępne są również narzędzia pozwalające na sprawne poruszanie się po grafie jak i dodatkowe funkcjonalności służące podstawowej analizie prezentowanych danych. W celu pogłębienia immersji aplikacja została napisana na środowisko jaskini zanurzonej rzeczywistości wirtualnej znajdującej się w LZWP (Laboratorium Zanurzonej Wizualizacji Przestrzennej). Mając do dyspozycji widok ze wszystkich stron można przenieść użytkownika w dowolne miejsce skomplikowanego grafu co pozwoli mu przyjrzeć się połączeniom z bliska i lepiej zrozumieć strukturę Wikipedii.

### **1.3. Główne cele projektu**

Głównym celem projektu jest zainteresowanie oraz inspiracja odbiorców nietypowym przedstawieniem znanego konceptu. Znaczącym czynnikiem jest tu zmiana medium przez które użytkownicy zwykle odbierają Wikipedię. Zamiast traktować ją jako zbiór artykułów skupiamy się na uwidocznieniu związków między nimi, które mogłyby być trudne do uchwycenia podczas przeglądania stron encyklopedii w przeglądarce internetowej. Aplikacja wzbogaci nieustannie powiększający się zestaw materiałów dydaktycznych przygotowywanych w środowisku Laboratorium Zanurzonej Wizualizacji Przestrzennej na Politechnice Gdańskiej. Różnorodne aplikacje pozwalają lepiej zaprezentować możliwości rozwiązań wizualizacji przestrzennej gościom odwiedzającym LZWP. Dodatkowym celem jest zwiększenie liczby chętnych na wydział ETI (kierunek Informatyka) oraz Katedrę Inteligentnych Systemów Interaktywnych. Wzbudzenie zainteresowania ofero-

waną przez wydział technologią może pozytywnie wpłynąć na liczbę składanych aplikacji oraz na prestiż kierunku.

#### **1.4. *Interesariusze i użytkownicy***

Projekt jest realizowany jako projekt inżynierski pod opieką dr inż. Jacka Lebieźdź. Jest on głównym interesariuszem, a także jednym z użytkowników. Pozostałymi użytkownikami są osoby pracujące w laboratorium, goście zaproszeni w celu prezentacji jego możliwości i oprogramowania oraz zespół deweloperski opracowujący aplikację. Szczegółowa lista interesariuszy i użytkowników zamieszczona została w Tabeli 1.

## 2. SPECYFIKACJA WYMAGAŃ PROJEKTU

### 2.1. Wymagania funkcjonalne

Ten rozdział obejmuje opis wymagań funkcjonalnych, jakościowych oraz technicznych projektu, a także kilka przypadków użycia. Był przygotowywany przed rozpoczęciem prac nad aplikacją i zostanie zwalidowany i skomentowany w podsumowaniu pracy.

Budowa aplikacji musi być zgodna z wymaganiami jaskini rzeczywistości wirtualnej. Aplikacja będzie uruchamiana się jednocześnie na wielu komputerach, dlatego dane muszą się aktualizować dostatecznie szybko, aby zachować płynność i zgodność wyświetlanych obrazów. Aplikacja musi posiadać kilka widoków przeglądania danych - widok grafu, widok szczegółowy oraz widok węzła, który dzieli się na widok artykułu i widok kategorii. Widok grafu jest głównym widokiem aplikacji. Użytkownik może się w nim swobodnie poruszać ("latać") we wszystkich kierunkach. Widoczne są artykuły i kategorie umieszczone w przestrzeni w formie "punktów". Obiekty są ze sobą ściśle powiązane, tworzą strukturę grafu (możliwe są jednak węzły nie posiadające żadnych połączeń). Same połączenia w widoku nie są wyświetlane w celu zachowania przejrzystości wyświetlanych informacji. Artykuły i kategorie można wskazywać, a następnie wybierać. Po wykonaniu tej czynności przechodzimy do widoku artykułu lub widoku kategorii - w zależności od typu wybranego węzła. Oba te widoki nazywamy w ogólności widokiem węzła. Widok węzła przedstawia wybrany węzeł na dolnym ekranie oraz połączenia z innymi węzłami. Aby ułatwić wskazywanie połączeń, połączone węzły będą pokazywane w formie otaczających użytkownika kopii "punktów" i będą zawieszane na krzywych biegnących od wybranego węzła z dolnego ekranu do oryginalnego "punktu". W zależności od tego, czy wybrany jest artykuł czy kategoria, mamy dwa tryby wyświetlania powiązań. Jeśli wybraliśmy artykuł, w pierwszym trybie wyświetlane są powiązane artykuły (w sensie wystąpienia linku do tego artykułu w wybranym artykule), a w drugim najniższe (najbardziej szczegółowe) kategorie, do których należy wybrany artykuł. W przypadku wybrania kategorii wyświetlane są albo artykuły i kategorie, które bezpośrednio należą do wybranej kategorii, albo najniższe kategorie, do których należy wybrana kategoria. Aby nie przytłaczać użytkownika zbyt dużą ilością informacji, wyświetlana jednocześnie liczba połączeń jest ograniczona, utworzone przedziały będzie można przewijać. Po wybraniu połączonego węzła przenosimy się do widoku nowo wybranego węzła. Możliwe jest cofanie się w historii przeglądania, a także ponowne wykonywanie cofniętej operacji. W tle widoczne są węzły z widoku grafu, jednak wyłączona jest możliwość ich wybierania w celu ułatwienia wskazywania powiązań. Nazwa wybranego węzła wyświetlana jest na górze i zmienia swoją pozycję poziomą śledząc ruch głowy użytkownika. Istnieje opcja automatycznego poruszania się po powiązaniach artykułów i kategorii, która ułatwia prezentację aplikacji. Polega ona na przechodzeniu do losowo wybranych węzłów powiązanych z aktualnie wybranym do momentu, w którym zostanie ona ręcznie zatrzymana. W każdym momencie możliwe jest opuszczenie widoku węzła i przejście do widoku grafu. Zostajemy wtedy ustawieni obok węzła, z którego widoku wyszliśmy. Z każdego widoku jest możliwe także przejście do widoku grafu z kamerą wycelowaną na główną kategorię całego grafu. Do widoku szczegółowego można przejść z poziomu widoku węzła. Wyświetlane są w nim statystyki dotyczące węzła i informacje ogólne na temat strony. W trybie grafu i trybie węzła na górnej części widoku widoczna jest także oś czasu. Pokazuje ona czas, z którego wyświetlany jest stan

grafu i wybraną jednostkę czasu. Zmienia ona swoje położenie na podstawie ruchów głowy użytkownika tak, aby zawsze znajdowała się nad nim. Zmiana czasu na osi powoduje pokazywanie tylko takich węzłów, które istniały w wybranym czasie (wraz z ich połączeniami).

Aplikacja wymaga zastosowania dwóch kontrolerów ze względu na dużą liczbę interakcji dostępną dla użytkownika. Aby zapewnić wyższą jakość obsługi zaimplementowana zostanie opcja wyboru układu przycisków - praworęczny oraz leworęczny. Wybór ten będzie możliwy przy starcie aplikacji. W momencie wyświetlania okna wyboru widoczna będzie także infografika z informacjami o sterowaniu. Będzie można otworzyć ją także w trakcie przeglądania danych. Z pozycji infografiki można także zmienić tryb sterowania za pomocą wyświetlanego przycisku. Za pomocą głównego kontrolera będzie można wskazywać i wybierać węzły zarówno w widoku grafu, jak i w widoku węzła. Za pomocą joysticka w każdym widoku można dokonywać ruchu kamerą. W widoku grafu służy on także do swobodnego poruszania się, a w widoku węzła do przesuwania grup połączeń. Cztery pozostałe przyciski służą do resetowania widoku do stanu początkowego (przycisk Home), cofania się w historii przeglądania (przycisk Back), ponownienia cofniętej historii przeglądania (przycisk Forward) oraz opuszczenia widoku węzła i przejście do widoku grafu (przycisk Exit). Kontroler pomocniczy wykorzystuje joystick oraz trzy przyciski. Joystick służy do manipulowania osią czasu. Za jego pomocą można zmieniać jednostkę czasu oraz dokonywać zmiany czasu. Pierwszy przycisk służy do automatycznej wycieczki po węzłach (przycisk Auto, ponowne jego naciśnięcie zatrzymuje wycieczkę) oraz do wyświetlenia szczegółów i statystyk wybranego artykułu (przycisk Details). Oba przyciski dostępne są tylko w trybie widoku węzła. Trzeci przycisk (przycisk Help) powoduje wyświetlenie pomocy z infografiką o sterowaniu, która jest dostępna w każdym widoku.

## **2.2. Wymagania jakościowe**

Niezawodność Aplikacja nie może posiadać żadnych błędów, które powodowałyby zaburzenie immersji. Należą do nich wszelkie błędy graficzne, błędy w interfejsie, jak również nieprawidłowe umiejscowienie węzłów i połączeń w przestrzeni. Aplikacja musi mieć także dobrze zaprojektowaną i przemyślaną strukturę grafu, ponieważ stanowi ona rdzeń programu. Jakiegokolwiek błędy z nią związane powodowałyby niezdolność do korzystania z aplikacji i niepowodzenie całego projektu. W przypadku wykrycia takich błędów powinny one uzyskać najwyższy priorytet i być naprawione w następnej wersji.

Użyteczność Aplikacja musi być estetyczna i wygodna w użyciu. Ważne jest zastosowanie nowoczesnych animacji i innowacyjnego interfejsu, pozwalającego zanurzyć się w wizualizacji. Użytkownik ma się poczuć, jakby naprawdę podróżował po stworzonym świecie. Interfejs musi wykorzystywać zalety jaskini rzeczywistości wirtualnej - możliwość ruchu użytkownika i śledzenie ruchów głowy. Sterowanie aplikacją, mimo dużej ilości interakcji, powinno być intuicyjne, a w razie problemów musi istnieć pomoc dla użytkownika.

Czas reakcji Aplikacja, ze względu na swoją specyfikę, musi być przyjemna w odbiorze dla użytkownika. Czas przejścia z widoku grafu do widoku węzła lub odwrotnie oraz czas podróży pomiędzy węzłami nie powinien trwać więcej niż 1,5 sekundy. Dopuszczalny jest długi czas uruchamiania aplikacji ze względu na wymóg zbudowania grafu z pliku, jednak nie powinien on trwać więcej niż 20 sekund, gdyż spowodowałoby to obniżenie zadowolenia użytkownika i spowolniłoby to prezentowanie możliwości jaskini odwiedzającym.



“Aby zapewnić widok dla wielu osób maksymalnie niezależny od pozycji okularów wiodących proponuję umiejscowić obiekty przede wszystkim w odległości odpowiadającej pozycji ścian jaskini.”

### **2.3. Wymagania techniczne**

Aby projekt został zaliczony, kluczowe jest jego poprawne działanie w środowisku jaskini rozszerzonej rzeczywistości wirtualnej. Na komputerach obsługujących jaskinię działa aktualnie system Windows 7. Aplikacje wykorzystujące jaskinię zbudowane są w oparciu o środowisko Unity. Użycie najnowszych wersji platformy nie jest zalecane z powodu braku kompatybilności. Z tego powodu projekt jest realizowany w Unity 2018.1.9 oraz używa platformy .NET 4.x. Do działania aplikacji są wymagane wcześniej przygotowane pliki danych, na podstawie których budowany jest graf artykułów i połączenia między nimi. Do realizacji funkcjonalności ekranu szczegółów i statystyk artykułu jest wymagane połączenie z internetem - docelowo w Dużej Jaskini. Początkowo testy będą wykonywane w Małej Jaskini LZWP. Dopiero, gdy aplikacja będzie działała na niej bez problemów, możliwe będzie przetestowanie aplikacji w Średniej, a następnie w Dużej Jaskini.

### **2.4. Przypadki użycia**

1. Przejście z węzła “Politechnika Gdańska” do węzła “Gdańsk” W celu wędrówki po powiązanych artykułach należy najpierw znaleźć interesujący nasz węzeł - “Politechnika Gdańska”. Do ruchu w widoku grafu użytkownik wykorzystuje joystick głównego kontrolera. Po odszukaniu węzła użytkownik wskazuje na niego kontrolerem i wybiera go za pomocą przycisku spustu. Po wybraniu wokół użytkownika pojawią się pierwsze alfabetycznie artykuły powiązane z aktualnie wybranym. W celu znalezienia artykułu “Gdańsk” należy przesunąć przedziały wyświetlanych powiązań naciskając przycisk na kontrolerze, aż go znajdziemy. Po jego wskazaniu i wybraniu przeszliśmy do interesującego nas artykułu. 2. Zmiana daty wyświetlanego grafu na 15-ty tydzień 2015 roku z daty 2-gi tydzień 2019 roku. Aby zmienić datę należy początkowo wybrać interesującą nas jednostkę. W tym wypadku najlepiej zacząć od zmiany roku - wybieramy jednostkę za pomocą joysticka na kontrolerze pomocniczym. Również za pomocą joysticka cofamy się cztery lata w czasie. Po cofnięciu się w latach, możemy wybrać dokładniejszą jednostkę, jaką jest tydzień. Czas przewijamy trzynastą razę do przodu. Po zaakceptowaniu zmian następuje przebudowanie grafu. Po ukończeniu operacji widoczny jest graf zawierający artykuły istniejące w wybranym momencie czasowym. 3. Wyświetlanie statystyk o artykule “Netflix”. Do przeprowadzenia tej operacji wymagane jest połączenie z Internetem. Proces wyświetlania statystyk rozpoczynamy od znalezienia i wybrania węzła. Użytkownik porusza się w widoku grafu za pomocą joysticka głównego kontrolera, wskazuje na węzeł i wybiera go używając przycisku spustu. Następnie wystarczy przejść do widoku szczegółowego za pomocą odpowiedniego przycisku na kontrolerze. Wokół użytkownika pojawi się okno podglądu szczegółowych informacji na temat artykułu wraz z jego krótką treścią i obrazem. 4. Wyświetlanie kategorii, do których należy artykuł “Jan Matejko”. Po znalezieniu artykułu w przestrzeni, po której poruszamy się za pomocą joysticka głównego kontrolera, należy go wskazać i wybrać za pomocą przycisku spustu. Wokół użytkownika pojawią się połączenia z innymi artykułami. W celu wyświetlenia do jakich kategorii należy artykuł wystarczy przełączyć tryb wyświetlania powiązań na tryb wyświetlania kategorii za pomocą odpowiedniego przycisku. Ukaze się wtedy alfabetycznie pierwszy zestaw kategorii, do których należy artykuł. Przedziały można przewijać za pomocą przycisku. 5. Wyświetlenie pomocy przy sterowaniu i

zmiana układu sterowania Aby wyświetlić pomoc dotyczącą sterowania aplikacją należy wcisnąć odpowiedni przycisk na kontrolerze. Ukaze się wtedy szczegółowa infografika z możliwościami sterowania, jakie oferują kontrolery. Jeśli nie odpowiada nam układ sterowania z powodu lewo- lub praworęczności, można ją zmienić wciskając przycisk wyświetlany na infografice. Następnie, po wskazaniu i wybraniu odpowiedniej opcji, układ zostanie zmieniony.

### **3. PRZYGOTOWYWANIE DANYCH WEJŚCIOWYCH**

#### **3.1. *Źródło danych***

#### **3.2. *Pobieranie i dekompresja***

#### **3.3. *Parsowanie informacji***

#### **3.4. *Tworzenie struktury grafu***

#### **3.5. *Narzędzie WikiGraph Parser***

## **4. IMPLEMENTACJA GŁÓWNEJ APLIKACJI WIKIGRAPH**

### **4.1. Model danych**

### **4.2. Wizualna reprezentacja węzłów i połączeń**

### **4.3. Tryby poruszania się i widoki węzła**

### **4.4. Historia przeglądania oraz zaprogramowane trasy**

Opis implementacji oraz działania.

Specyfika działania aplikacji, związana z wykonywaniem przez użytkownika akcji nawigacyjnych, oraz środowisko działania skłoniły do zaimplementowania funkcjonalności związanych z historią. Znacząco ułatwi i przyspieszy to poruszanie się po węzłach grafu. Bez możliwości skorzystania z historii użytkownik byłby zmuszony do każdorazowego szukania poprzedniego węzła w grafie bądź w odpowiednim widoku wybranego węzła. Co więcej, aby zapewnić powtarzalność podczas prezentacji, a także aby wyeksponować ciekawe przypadki połączeń pomiędzy węzłami, będzie możliwe zapisanie tras przeglądania. Odtwarzanie tras umożliwia dokładne planowanie prezentacji i eliminuje problemy wynikające z losowości wyświetlania węzłów.

Do historii zapisywane są tylko akcje kluczowe dla nawigacji - zmiana widoku wyświetlania oraz wybieranie węzłów. Inne działania użytkownika nie powodują znaczących zmian w nawigacji po grafie i ich przechowywanie jest bezcelowe. Po naciśnięciu Przycisku 2 na kontrolerze wywoływana jest poprzednia akcja wykonana przez użytkownika. Odpowiednio, aby ponowić cofniętą akcję, należy nacisnąć Przycisk 3. W przypadku braku akcji do ponowienia lub cofnięcia nie jest podejmowane żadne działanie. Wywoływanie i zapisywanie tras dostępne jest z poziomu konsoli operatora opisanej w następnym punkcie. (Much to do)

Akcje użytkownika są przechowywane jako odpowiednie klasy dziedziczące po klasie `UserAction`. Posiada ona wirtualne funkcje `Execute()` oraz `UnExecute()` służące odpowiednio ponawianiu i cofaniu akcji. Bezpośrednie operacje na historii wykonywane są przez `HistoryService`. Przechowuje on akcje użytkownika we dwu stosach: pierwszy służy zapisywaniu akcji do cofnięcia, drugi akcji do ponowienia. W momencie wciśnięcia przycisku 2 wywoływana jest funkcja `...`, która poza wykonaniem zdarzenia wywołującego cofnięcie akcji, zdejmuje tę akcję ze stosu akcji do cofania i wkłada na stos akcji do ponawiania.

Analogicznie do modułu historii zaprojektowane zostało odtwarzanie tras. Pliki zawierające trasy posiadają rozszerzenie `.wgroute`. Struktura pliku jest prosta - pierwsza cyfra służy rozróżnieniu akcji użytkownika. Jeśli jest to akcja wybrania węzła, to po średniku wpisywane jest ID węzła, który został wybrany.

**4.5. Integracja z jaskinią**

**4.6. Konsola operatora**

**4.7. Linia czasu**

## **5. KONFIGURACJA I URUCHAMIANIE**

## **6. PODSUMOWANIE**

## WYKAZ LITERATURY



## **WYKAZ RYSUNKÓW**

## WYKAZ TABEL