

SYMULATOR PROCEDURALNO-DIAGNOSTYCZNY PRZECIWLOTNICZEGO ZESTAWU RAKIETOWEGO W TECHNOLOGII WIRTUALNEJ Z ELEMENTAMI TECHNOLOGII POSZERZONEJ RZECZYWISTOŚCI - TECHNOLOGIA OPRACOWANIA WIRTUALNEGO ŚRODOWISKA^[1]

Artykuł przedstawia główne aspekty tworzenia wirtualnego środowiska trójwymiarowego na przykładzie prezentowanego symulatora. Opisano w nim podstawowe działania projektowe niezbędne do wykonania w procesie kreowania wirtualnej rzeczywistości oraz sposoby realizacji interakcji pomiędzy operatorem a obiektami będącymi elementami symulatora.

WSTĘP

Zaawansowane systemy szkoleniowe coraz częściej wykorzystują technologie świata wirtualnego. Wiąże się to ze stworzeniem wirtualnych modeli obiektów wykonanych w technologii 3D i odwzorowaniem ich wszystkich cech, właściwości i zachowań. W odniesieniu do urządzeń techniki wojskowej dostępna jest najczęściej jedynie dokumentacja wykonana w postaci grafik 2D i opisy techniczne. W celu stworzenia modelu 3D i odpowiedniego oprogramowania go w środowisku świata wirtualnego niezbędne jest wykonanie szeregu procesów graficznych i informatycznych zapewniających zachowanie odpowiednich interakcji z obiektem.

Bazując na doświadczeniach zdobytych w trakcie realizowanych projektów, opracowano powtarzalny algorytm postępowania oparty na dostępnych narzędziach programistycznych i graficznych zapewniający płynną i jednoznaczną konwersję materiałów początkowych (2D) do grafiki (3D) środowiska wirtualnego. Taka technologia pozwala na ujednoczenie procesów konwersji obiektów przedstawionych w postaci dwuwymiarowej grafiki rastrowej do obiektów trójwymiarowych, ich eksportowania do obszaru wirtualnej rzeczywistości i tworzenia z nimi interakcji. Jest ona wykorzystywana przez naszych projektantów podczas opracowywania symulacyjnych systemów szkoleniowych. Jednym z takich systemów jest „Symulator diagnostyczno-proceduralny przeciwlotniczego zestawu raketowego w technologii wirtualnej z elementami technologii poszerzonej rzeczywistości”.

1. WIRTUALNA RZECZYWISTOŚĆ

Jedną z definicji wirtualnej rzeczywistości, sformułowaną przez Jarona Laniera i Steve'a Brysona, która w przekonaniu autorów dobrze odzwierciedla jej istotę stanowi, iż: „Rzeczywistość wirtualna jest sposobem użycia technologii komputerowej w tworzeniu efektu interaktywnego, trójwymiarowego świata, w którym obiekty dają wrażenie przestrzennej (fizycznej?) obecności.” (“Virtual Reality is the use of computer technology to create the effect of an interactive three-dimensional world in which the objects have a sense of spatial presence.”).

I³ = Interaction (interakcja) + Immersion (zagłębienie) + Imagination (wyobraźnia)

Człowiek postrzega rzeczywistość poprzez cztery podstawowe zmysły, czyli:

- wzrok;
- słuch;
- smak;
- powonienie.

2. MODELOWANIE TRÓJWYMIAROWYCH OBIEKTÓW

2.1. Przygotowanie

Modelowanie obiektu 3D jest realizowane w kilku etapach. Pierwszy z nich polega na przygotowaniu szczegółowych opisów uwzględniających jego budowę i zasadę działania. Przy opracowywaniu symulatora wspomagającego szkolenie w zakresie realizacji procedur diagnostycznych urządzenia technicznego, istotne jest dogłębne poznanie i opisanie współzależności wszystkich jego elementów. Następnie należy opracować szczegółową dokumentację graficzną modelowanego obiektu zawierającą zdjęcia, dwuwymiarowe rysunki oraz dokładne wymiary wszystkich jego części składowych. Dla wszystkich ruchomych elementów należy określić środek (ang.: Pivot Point) oraz osie obrotu, po których ma się odbywać ich ruch. Zazwyczaj jest on umieszczany w centrum geometrycznym obiektu ale może być również przeniesiony w dowolne miejsce w obrębie sceny. Przeniesienie środka obrotu umożliwia obracanie obiektu wokół różnych punktów.

2.2. Wybór oprogramowania i sprzętu

Po dokładnym rozpoznaniu i opisaniu modelowanego obiektu należy określić i skompletować niezbędne narzędzia programowe oraz techniczne, które zagwarantują powodzenie w realizacji projektu. Do obróbki obiektów dwuwymiarowych wykorzystywane jest oprogramowanie umożliwiające obsługę grafiki wektorowej i rastrowej. Obiekty trójwymiarowe są opracowywane z wykorzystaniem zaawansowanych pakietów programowych do tworzenia grafiki 3D. Animacje i interakcje są opracowywane w specjalnym środowisku programowym, które daje możliwość kreowania wirtualnej rzeczywistości i tworzenia interakcji z nią. Dobierając oprogramowanie należy

zwrócić uwagę na jego kompatybilność, rozumianą jako możliwość wymiany (importowania i eksportowania) tworzonych obiektów graficznych pomiędzy poszczególnymi środowiskami programowymi. Modelowanie obiektów trójwymiarowych można dzisiaj realizować w oparciu o mocne komputery klasy PC wyposażone w odpowiedniej wielkości pamięć RAM oraz wydajne karty graficzne. Do prezentacji wirtualnej rzeczywistości stosuje się monitory o dużej rozdzielczości lub wielkoformatowe systemy wizualizacji. Interakcja jest realizowana najczęściej za pośrednictwem nakładek dotykowych obsługujących tzw. wielodotyk. Stosowane są również wysokiej jakości zestawy do generowania efektów dźwiękowych.

2.3. Opracowanie modelu 3D

Dla ustalenia uwagi w artykule opisano sposób postępowania przy opracowaniu wirtualnych pulpity sterujących pracą Stanowiska Oficera Strzelającego (SOS) w Kabinie Dowodzenia i Naprowadzania (KDN) przeciwlotniczego zestawu rakietowego (pZR). Rzeczywiste stanowisko przedstawiono na rysunku 1.

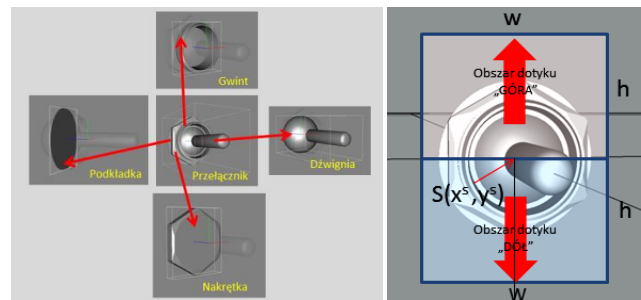


Rys. 1. Stanowisko Oficera Strzelającego w Kabinie Dowodzenia i Naprowadzania przeciwlotniczego zestawu rakietowego

SOS składa się dolnego (PDOS) i górnego (PGOS) panelu sterującego oraz monitora do wizualizacji sytuacji powietrznej oraz stanu zestawu. Elementami wykonawczymi, wykorzystywanymi w trakcie pracy na tym stanowisku są:

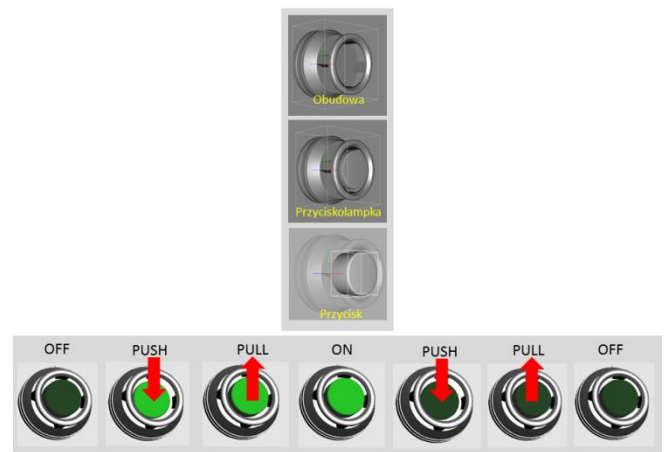
- przełączniki dwustabilne;
- przyciski monostabilne;
- przycisko-lampki;
- pokrętła;
- klapy zabezpieczające;
- diody sygnalizacyjne.

Pierwszy etap wirtualizacji SOS polega na odtworzeniu PDOS i PGOS w oparciu o trójwymiarowe elementy wykonawcze, których rozmiar, wygląd i rozmieszczenie na poszczególnych panelach dostatecznie wiernie odzwierciedla rzeczywistość. W tym celu opracowano ich dokładne modele 3D. Rysunek 2 obrazuje budowę przełącznika oraz sposób jego animacji za pośrednictwem dotyku.



Rys. 2. Trójwymiarowy model przełącznika

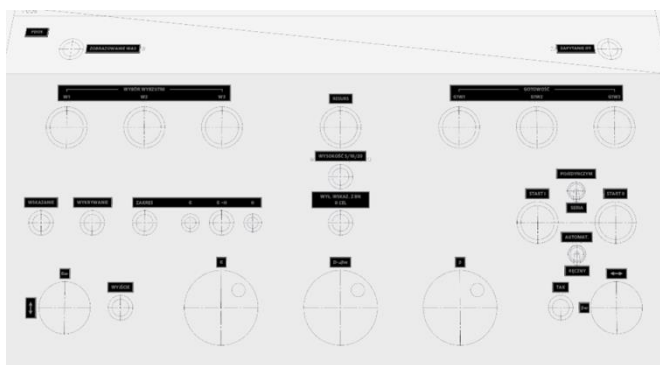
Wirtualny przełącznik składa się z trzech elementów nieruchomych (podkładka, gwint, nakrętka) oraz ruchomej dźwigni. Obsługa przełącznika dwupozycyjnego „GÓRA-DÓŁ” polega na dotknięciu odpowiedniego obszaru dotyku. Środek tego obszaru $S(x^s, y^s)$ jest rzutem na płaszczyznę ekranu monitora środka trójwymiarowego przełącznika w przestrzeni 3D, a jego wielkość określają wartości w – szerokość oraz h – wysokość. Zmiana położenia przełącznika generuje odpowiedni komunikat wysyłany za pośrednictwem sieci lokalnej ETHERNET i zmienia jego stan. Innym elementem wykonawczym jest przycisko-lampka, której budowę oraz sposób animacji przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Trójwymiarowy model przycisko-lampki

Wirtualna przycisko-lampka składa się z nieruchomej obudowy oraz podświetlanego przycisku. Wciśnięcie i przytrzymanie (PUSH) będącego w stanie wyłączonym (OFF) przycisku powoduje wysłanie odpowiedniego komunikatu oraz zwrotnego polecenia jej zapalenia. Po zwolnieniu przycisku (PULL) przycisko-lampka zmienia swój stan na włączona (ON). Podobnie wygląda procedura jej wyłączenia.

Kolejnym etapem tworzenia wirtualnego stanowiska Oficera Strzelającego było stworzenie tak zwanych wykrojników (podkładów graficznych) z zaznaczonymi miejscami rozmieszczenia poszczególnych elementów wykonawczych (podkłady pomocnicze). Do wyboru importu, pozycjonowania, skalowania oraz orientowanie obiektów 3D na ekranach monitorów opracowano specjalny program tak zwany edytor. Po skonfigurowaniu każdego z paneli program edytora generuje plik tekstowy, w którym jest zawarty pełny opis konfiguracji tego panelu. Na tej podstawie oprogramowanie użytkowe symulatora proceduralno-diagnostycznego realizuje wizualizację poszczególnych paneli stanowisk Kabiny Dowodzenia i Naprowadzania przeciwlotniczego zestawu rakietowego. Poniżej przedstawiono podkład graficzny dla Panelu Dolnego Oficera Strzelającego.



Rys. 4. Podkład graficzny PDOS

Ostatecznym efektem projektowania są w pełni funkcjonalne, wirtualne panele wizualizowane na ekranach z nakładkami dotykowymi. Na rysunku 5 przedstawiono rzeczywiste stanowisko Oficera Strzelającego (z lewej) oraz jego wirtualną replikę (z prawej).



Rys. 5. Stanowiska Oficera Strzelającego - rzeczywiste (z lewej) i wirtualne (z prawej)

PODSUMOWANIE

Dynamiczny rozwój technologii sprzętowych i informatycznych daje nowe możliwości w zakresie projektowania i opracowywania systemów symulacyjnych dla szeroko pojętego szkolenia. Współczesne narzędzia umożliwiają kreowanie wirtualnej rzeczywistości, która z dużą dokładnością odzwierciedla obiekty oraz zjawiska istniejące w realnym świecie. Korzystając z takich możliwości w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych podjęto się opracowania „Symulatora proceduralno-diagnostycznego przeciwlotniczego zestawu raketowego w technologii wirtualnej z elementami technologii poszerzonej rzeczywistości”, który jest dedykowany do szkolenia obsług w zakresie realizacji procedur diagnostycznych i wybranych elementów pracy bojowej. W artykule opisano na przykładzie wybranych elementów sposób tworzenia interaktywnych obiektów 3D i ich eksportowania do wirtualnej rzeczywistości. Dokładniejsze przedstawienie tej problematyki autorzy planują zrealizować podczas prezentacji na konferencji.

BIBLIOGRAFIA

1. Mądrzycki P., Butlewski K., Golański P., Marchwicki R., Perz-Osowska M., Puchalski W., Diagnostic simulator of the M-28 Aircraft for the Ground Engineering Crew in Virtual Technology, „Polish Journal of Environmental Studies”, 2011, Vol. 20, No.5A.
2. Szczepański C., Mądrzycki P., Karczmars D., Puchalski W., Butlewski K., Marchwicki R.: „System komputerowego wspomaganie projektowania

i optymalizacji interfejsów człowiek – system techniczny na przykładzie kokpitu wojskowego statku powietrznego”, XII Konferencja Naukowo – Techniczna – Automatykacja – Nowości i Perspektywy. WARSZAWA 02-04.04 2008.

3. Mądrzycki P., Butlewski K., Golański P., Marchwicki R., Perz-Osowska M., Puchalski W.: „Diagnostic Simulator of the M-28 aircraft for the ground engineering crew in virtual technology” XIII Konferencja Automatykacji i Eksploatacji Systemów Sterowania i Łączności ASMOR 2011, 12-14.11.2011, Jastrzębia Góra.
4. Perz-Osowska M., Mądrzycki P., Karczmars D.: "Usage of virtual technology in training given to ground engineering crew" AIAA Aerospace Sciences - Flight Sciences and Information Systems Event - AIAA Modelling and Simulation Technologies (MST) Conference, 19-22.08.2013, Boston, USA, DOI: 10.2514/6.2013-5229.
5. Mądrzycki P., Karczmars D., Rypulak A., Komorek A.: "The e-Learning and simulation based techniques in the training given to the aviation engineering staff", eChallenges e-2011, 26-28.10.2011, Florencja.
6. Burek M., Mądrzycki P., Butlewski K., Golański P., Marchwicki R., Perz-Osowska M., Puchalski W., Wykorzystanie technologii wirtualnej rzeczywistości dla interakcji człowiek-maszyna w symulatorze diagnostycznym statku powietrznego, XXXIX Ogólnopolskie Sympozjum DIAGNOSTYKA MASZYN (nazwisko, inicjał), Wisła, 2012.
7. Burek M., Mądrzycki P., Butlewski K., Golański P., Marchwicki R., Perz-Osowska M., Puchalski W., Diagnostic simulator for the ground engineering crew in virtual technology, eChallenges e-2012 Conference Proceedings, ISBN:978-1-905824-35-9, Lisbon, Portugal, 2012.
8. Opracowanie zbiorowe "Badanie możliwości wykorzystania detektora ruchu i okularów HMD do interakcji z modelami 3D w e-learningowych systemach szkoleniowych", BT ITWL 7697/50, ITWL, Warszawa 2013.
9. Opracowanie zbiorowe "Opracowanie technologii tworzenia wirtualnego bytu obiektu technicznego w celu prowadzenia szkolenia i wirtualnej diagnostyki", BT ITWL 8056/50, ITWL, Warszawa 2014.
10. Mądrzycki P., Karczmars D., Golański P.: "Usage of diagnostic simulator for ground engineering crew" 17th International Conference in Knowledge Based and Intelligent Information and Engineering Systems KES 2013, 09-11.09.2013 Kitakyushu, Japonia, Procedia Computer Science, Vol. 22, 2013, pages 395-400, ISSN: 1877-0509.
11. Gahan A., 3ds Max Modeling for Games, Focal Press, 2013, ISBN 13:978-0-240-81582-4.

Air-defense system - procedural and diagnostic simulator in virtual and augmented reality technology – development of virtual environment

The article presents major aspects of a three-dimensional virtual environment development by the presented simulator. Fundamentals of project's activities which were indispensable for carrying out in development process of virtual reality and also the way of achieving interaction between operator and subjects as being parts of simulator has been reported.

Autorzy:

mgr inż. **Dariusz Karczmars** - Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych,
mgr inż. **Krzysztof Butlewski** - Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych,
dr inż. **Przemysław Mądrzycki** - Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych,
mgr inż. **Wojciech Puchalski** - Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych,
mgr inż. **Marek Szczekala** - Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych,
ppłk mgr inż. **Marcin Zasada** - Zarząd Obrony Przeciwlotniczej i Przeciwrakietowej DG RSZ RP

[1] Niniejszy artykuł został opracowany w ramach realizacji Projektu nr O ROB 0050 03 001, finansowanego przez NCBiR w ramach konkursu nr 3/2012 na rzecz obronności i bezpieczeństwa państwa