



TECHNIKA TRANSPORTU SZYNOWEGO

Dariusz KARCZMARZ, Przemysław MĄDRZYCKI, Wojciech PUCHALSKI

OPRACOWANIE I BADANIE SYMULATORA DIAGNOSTYCZNEGO STATKU POWIETRZNEGO W TECHNOLOGII WIRTUALNEJ. ZASTOSOWANIE NOWYCH TECHNOLOGII W SZKOLENIU SPECJALISTÓW TECHNIKI LOTNICZEJ

Streszczenie

W artykule omówione zostało wykorzystanie techniki wirtualnej rzeczywistości (VR) w budowie symulatora diagnostycznego statku powietrznego. Zastosowanie technologii VR umożliwiło stworzenie uniwersalnego narzędzia szkoleniowego dla naziemnego i pokładowego personelu technicznego. Symulator, w sposób wirtualny odwzorowuje statek powietrzny, jego podstawowe elementy techniczne oraz występujące uszkodzenia i ich objawy. W strukturze logicznej symulatora zostały zaimplementowane uszkodzenia występujące na rzeczywistym statku powietrznym wraz z jego objawami (sygnalizacja, wskazania niepoprawnej pracy, nieprawidłowe parametry pracy). Symulator jest wyposażony w system monitorowania czynności wykonanych przez szkolonego oraz system oceny poprawności działania szkolonego.

WSTĘP

Symulatory odgrywają coraz większą rolę w szkoleniu zarówno pilotów jak i personelu lotniczego. W zależności od przewidywanego zastosowania, symulatory różnią się między sobą zastosowanym sprzętem, sposobem odwzorowania kokpitu samolotu oraz osiąganym realizmem. Symulatory mogą bazować na prostym odwzorowaniu kokpitu samolotu na komputerze klasy PC, poprzez bardziej skomplikowane układy w postaci bardziej realistycznego odwzorowania kokpitu wraz z działającymi niektórymi wskaźnikami, aż do skomplikowanych symulatorów z pełnym odzwierciedleniem kokpitu i otoczenia, umieszczonych na platformie symulującej ruch statku powietrznego.

Symulatory diagnostyczne umożliwiają realizację szkolenia praktycznego bez konieczności dysponowania rzeczywistym statkiem powietrznym. Upraszcza to proces logistycznego zabezpieczenia zajęć, powoduje znaczne obniżenie kosztów szkoleń oraz zwiększa ich efektywność, gdyż na rzeczywistym statku powietrznym nie można wykonywać szeregu czynności możliwych do wykonania na symulatorze.

Symulatory diagnostyczne pojawiły się stosunkowo niedawno (wiele lat po pierwszych symulatorach lotu) i są obecnie coraz częściej wykorzystywane zarówno w lotnictwie wojskowym, jak i cywilnym.

Opracowany symulator powstał w ramach projektu „Opracowanie i badania symulatora diagnostycznego statku powietrznego w technologii wirtualnej” nr UDA-POIG.01.03.01-00-201/09-00, który uzyskał 36 miesięczne finansowanie z Programu Operacyjnego „Innowacyjna Gospodarka”, w ramach osi priorytetowej „Badania i rozwój nowoczesnych technologii” i zostanie włączony do bieżącego trybu szkolenia w Wyższej Szkole Oficerskiej Sił Powietrznych. W efekcie powstał nowoczesny symulator, który dzięki wykorzystaniu nowoczesnych metod nauczania i symulacji zwiększy efektywność szkolenia, ograniczy eksploatację rzeczywistych samolotów, upowszechni dostęp do wiedzy oraz wpłynie na poprawę bezpieczeństwa latania.

1. WYMAGANIA STAWIANE SYMULATOROM DIAGNOSTYCZNYM

Jednym z problemów, z jakimi wiąże się szkolenie lotnicze, zarówno w lotnictwie cywilnym jak i wojskowym, jest bezpieczeństwo lotów. Przygotowanie teoretyczne pilota do wykonywanego lotu jest niezwykle ważne i ten aspekt jest zwykle eksponowany, jako mający kluczowe znaczenie. Często nie dostrzega się, iż równie ważne jest właściwe przygotowanie statku powietrznego do lotu, gdyż system obsługi posiada strukturę, która powinna umożliwiać wychwytywanie przesłanek do powstania uszkodzeń i niesprawności i nie dopuszczać do powstawania ich w locie.

Duży nacisk na bezpieczeństwo lotów spowodował, iż wraz z rozwojem lotnictwa, nastąpił rozwój urządzeń, w których piloci mogą bezpiecznie, na ziemi ćwiczyć swoje umiejętności praktyczne bez konieczności odbywania realnego lotu. Należy zaznaczyć, iż dość długo symulatory lotnicze zaspokajały wyłącznie potrzeby szkolenia pilotów, a problem wirtualnego doskonalenia personelu technicznego był rozpatrywany wyjątkowo rzadko i symulatory czynności obsługowych nie rozwijały się równoległe z symulatorami przeznaczonymi dla pilotów. Niemniej jednak dostrzeżono, iż symulatory można wykorzystywać nie tylko do szkolenia lotniczego, ale również do szkolenia naziemnego personelu technicznego. Pojawienie się symulatorów obsługi technicznych było efektem poszukiwań metod poprawy jakości wykonywanych obsług i zmniejszenia kosztów szkoleń z wykorzystaniem realnych statków powietrznych. Nie bez znaczenia była również konieczność wyłączenia statku powietrznego z eksploatacji i wykonywania na nim dodatkowych czynności obsługowych, generujących dalsze koszty. Poza tym zauważono, iż w miejscu wykonywania pracy, personel techniczny nie zawsze posiada ciągły kontakt z obsługiwanym samolotem, czy śmigłowcem, co może skutkować obniżeniem jakości wykonywanych obsług. Okazało się wtedy, że symulatory można znakomicie wykorzystać celem samokształcenia lub przypomnienia zasad wykonywania czynności obsługowych, nawet w przypadku braku rzeczywistego statku powietrznego, co stało się jedną z ich głównych zalet.

1.1. Właściwości symulatora diagnostycznego

Wraz z pojawieniem się z organizacji eksploatujących statki powietrzne, temat symulatorów obsługowych został poważnie potraktowany przez ośrodki badawcze i firmy zajmujące się dotychczas wyłącznie budową symulatorów pilotażowych. Pierwsze symulatory obsługowe budowano w oparciu o kabiny rzeczywistych statków powietrznych, następnie wraz z rozwojem technik komputerowych pojawiły się rozwiązania całkowicie wirtualne.

Od początku, ideą konstruktorów była budowa urządzeń pozwalających możliwie wiernie odtwarzać kabiny samolotów i śmigłowców z większością działających w nich urządzeń.

W epoce pierwszych symulatorów, umożliwienie działania urządzeń stanowiło poważne wyzwanie i zwykle było realizowane w oparciu o całe systemy przejęte z realnego statku powietrznego. Na ówczesnym etapie symulator był częścią samolotu czy śmigłowca pozbawioną kadłuba i silników i właściwie tylko ograniczenia lokalowe stały na przeszkodzie wykorzystania całego statku powietrznego jako symulatora.

Rozwój technologii informatycznych pozwolił na stworzenie symulatorów, w których zarówno kabina załogi jak i sylwetka samolotu mogła być całkowicie wirtualna. Jednak nie spowodowało to zaprzestania budowy i rozwoju symulatorów, których wyposażenie było oparte na rzeczywistych elementach i obecnie obydwie koncepcje funkcjonują niezależnie.

Współczesne, zaawansowane symulatory obsługowe umożliwiają wykonywanie większości czynności obsługowych na konkretnym statku powietrznym. Wiernie odtworzone i wyposażone w działające urządzenia kabiny, pozwalają:

- wykonywać standardowe sprawdzenia;
- przeprowadzać przeglądy wyposażenia kabin;
- programowo wprowadzać pojawiające się podczas wykonywania czynności obsługowych usterki;
- imitować stany awaryjne, błędne działanie urządzeń;
- wykonywać wirtualne uruchomienia silników i innych urządzeń zewnętrznych;
- przeprowadzać regulacje i strojenie wyposażenia;
- archiwizować pracę na symulatorze;
- oceniać jakość wykonywanych czynności.

Dodatkowo, wyposażone w wirtualną sylwetkę statku powietrznego z możliwością inspekcji luków wyposażenia, symulatory umożliwiają:

- przeprowadzanie przeglądów na zewnątrz;
- wykonywanie czynności obsługowych wymagających kontroli zewnętrznych elementów statku powietrznego.

1.2. Struktury symulatora diagnostycznego

Celem budowy symulatora było opracowanie urządzenia odtwarzającego wirtualną rzeczywistość, będącego pełnowartościowym substytutem realnych elementów statku powietrznego. Symulator powinien umożliwiać wykonywanie wybranych procedur obsługowych bez konieczności wykorzystywania statku powietrznego. W związku z tym przyjęto, że niezbędne jest wykonanie w postaci graficznej:

- kompletnej wirtualnej kabiny samolotu,
- wiernego modelu sylwetki samolotu bez martwych obszarów,
- odwzorowania wnętrza luków i wzierników.

Wykonany model powinien zostać zaimplementowany do odpowiedniego środowiska, umożliwiającego wykonywanie czynności obsługowych na wirtualnym obiekcie.

Jednocześnie symulator eliminuje konieczność bezwzględnego uczestnictwa wykładowcy w procesie szkolenia poprzez umożliwienie samodzielnego doskonalenia wykonywania procedur obsługowych przez szkolonego.

Symulator składa się z następujących elementów:

- stanowisko szkolonego – kabina samolotu (rys. 1);



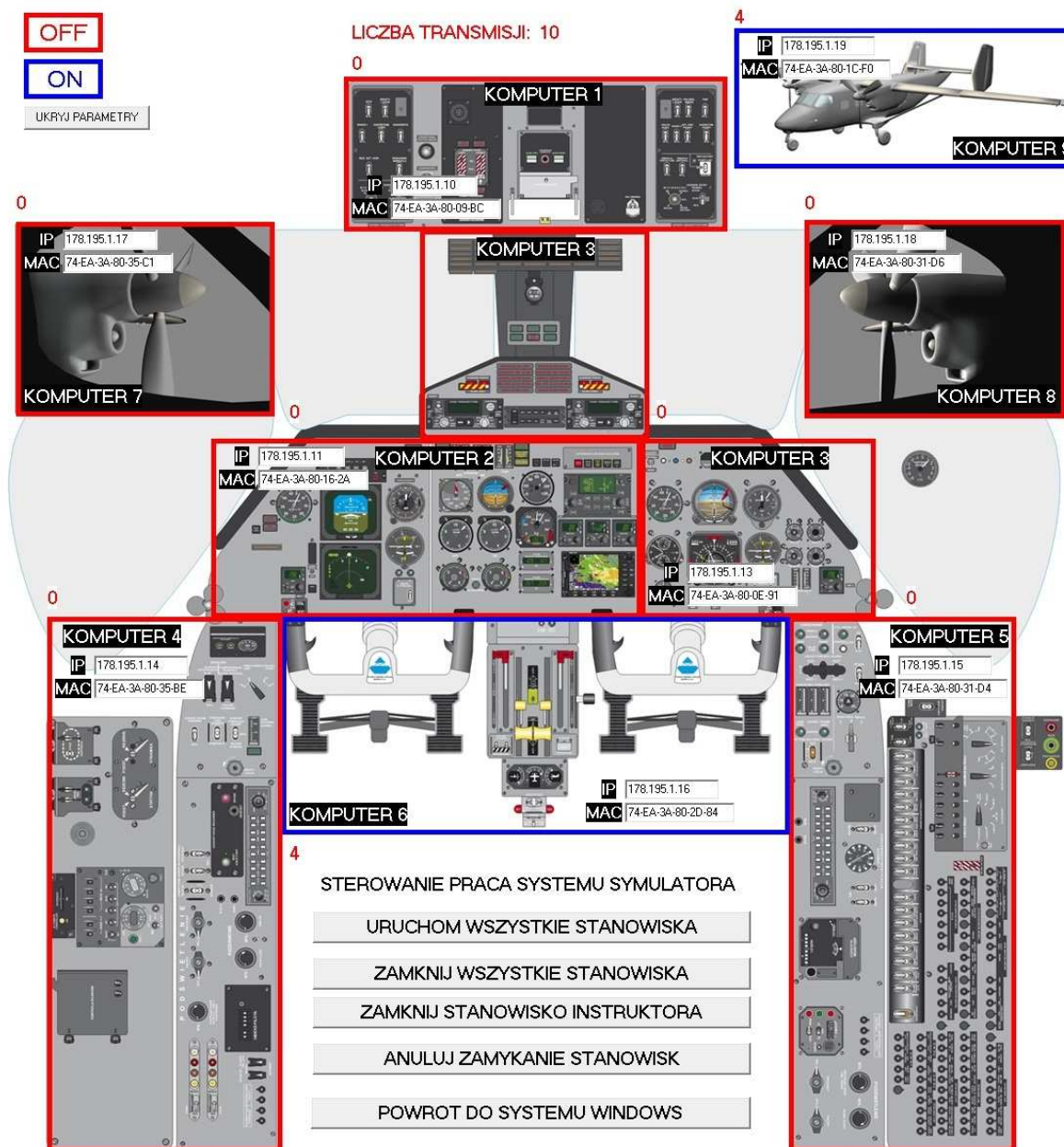
Rys. 1. Stanowisko szkolonego – kabina samolotu

- stanowisko szkolonego – wirtualny kadłub samolotu (rys. 2),



Rys. 2. Stanowisko szkolonego – wirtualny kadłub samolotu

- stanowisko instruktora (rys. 3);



Rys. 3. Stanowisko instruktora – interfejs graficzny

Symulator funkcjonuje w 2 trybach: bez uszkodzeń i z uszkodzeniami. Dzięki temu możliwe jest przeprowadzanie szkoleń personelu naziemnego zarówno na początkowym etapie szkolenia (w trybie bez uszkodzeń), z podpowiedziami, dzięki czemu osoba szkolona wyrobi sobie odpowiednie odruchy i zapamięta kolejność wykonywania odpowiednich procedur sprawdzających, przewidzianych dla danej ścieżki diagnostycznej. Na dalszym etapie szkolenia osoba szkolona powinna wykonywać całą procedurę obsługi przedlotowej samodzielnie, bez podpowiedzi. Kolejnym etapem szkolenia jest praca na symulatorze w trybie z uszkodzeniami – na podstawie wskazań przyrządów w kabinie będzie musiał wykryć niesprawność zadaną przez instruktora, a następnie ją usunąć, korzystając z wirtualnego modelu kadłuba. Istnieje również możliwość przeprowadzania na symulatorze egzaminów, po skończonym szkoleniu. W przypadku trybu pracy z uszkodzeniami czynności wykonywane przez osobę szkoloną są następujące:

- wykonanie w odpowiedniej kolejności sprawdzeń przewidzianych dla danej procedury obsługowe;

- wykrycie uszkodzenia, na podstawie nieprawidłowych odczytów wskaźników w kokpicie;
- zidentyfikowanie uszkodzenia;
- wyjście z kabiny i przejście do stanowiska z wirtualnym modelem samolotu;
- wybranie na wirtualnym modelu samolotu odpowiedniego luku i otworenie go;
- wybranie z menu umieszczonego obok zobrazowania wnętrza luku odpowiedniej opcji, powodującej zdaniem osoby szkolonej usunięcie uszkodzenia (np.: wymiana agregatu, wymiana bezpiecznika);
- zamknięcie luku;
- powrót do wirtualnego kokpitu;
- rozpoczęcie jeszcze raz wykonywania w odpowiedniej kolejności sprawdzeń przewidzianych dla danej procedury obsługowej.

2. SYMULATOR DIAGNOSTYCZNY SAMOLOTU M-28 W SZKOLENIU PERSONELU LOTNICZEGO

Od 4 lat w Wyższej Szkole Sił Powietrznych w Dęblinie jest wdrożony i wykorzystywany e-learningowy system szkoleniowy SOWA, opracowany przez Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych we współpracy z wykładowcami z WSOSP. Obecnie jest w nim osadzony materiał dydaktyczny dotyczący 2 typów statków powietrznych: samolotu M-28 oraz śmigłowca W-3. System ten spotkał się z bardzo pozytywnymi opiniami osób szkolonych oraz kadry nauczycielskiej. Rosnące zainteresowanie nowoczesnymi metodami szkoleniowymi oraz bardzo pozytywne opinie użytkowników systemu e-learningowego spowodowały opracowanie koncepcji zwiększenia możliwości szkoleniowych. Służy temu nowy symulator diagnostyczny samolotu M-28, opracowany w technologii wirtualnej. Założeniem symulatora jest, aby w sposób wirtualny obrazował on statek powietrzny, jego kokpit i podstawowe elementy techniczne oraz występujące uszkodzenia (określone na podstawie wieloletnich doświadczeń eksploatacyjnych samolotu).

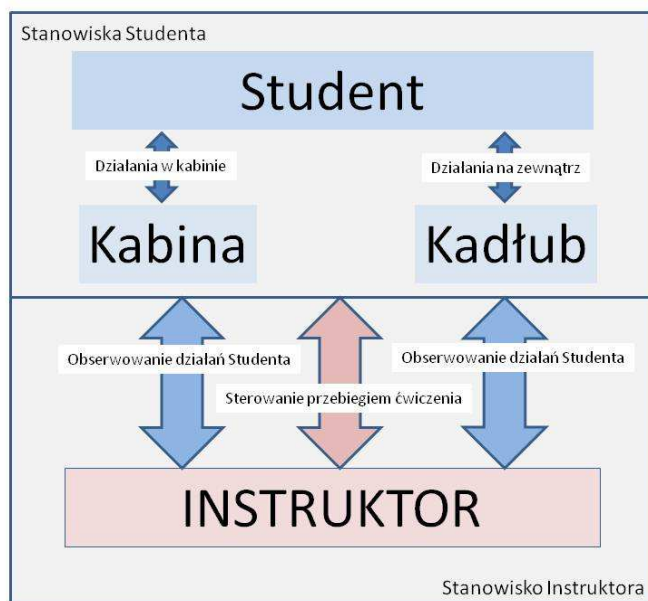
Połączenie systemu e-learningowego i symulatora diagnostycznego samolotu M-28 umożliwiło stworzenie nowej generacji szkolenia personelu technicznego w oparciu o kompleksowe i interaktywne rozwiązania wirtualne. W oparciu o przyjęte rozwiązania techniczne poszerzone zostały możliwości przygotowania i realizacji zajęć dydaktycznych obejmujące:

- przygotowanie materiału dydaktycznego w postaci multimedialnych lekcji,
- prowadzenie wykładu w oparciu o przygotowaną lekcję,
- przeprowadzenie treningu obsługi technicznej i kontroli zainstalowanych podsystemów,
- przeprowadzenie analizy i usuwanie usterek.

Z uwagi na postawione wymagania dla symulatora diagnostycznego, takie jak:

- symulator będzie realizowany dla statku powietrznego M-28 (wybrana wersja);
- statek powietrzny będzie odwzorowany w środowisku wirtualnym;
- kadłub samolotu będzie wykonany w trójwymiarowej (3D) technologii graficznej;
- odwzorowane będzie wnętrze kabiny z przyrządami pokładowymi, organami sterowania i włącznikami poszczególnych systemów;
- elementy sterowania i włączniki będą interaktywne;
- w symulatorze będzie zawarta baza typowych uszkodzeń, jakie wystąpiły na samolocie M-28 wraz z ich objawami i wizualizacją;
- w symulatorze zostanie zawarta logika ścieżki diagnostycznej (Uszkodzenie → Objawy → Sygnalizacja → Detekcja → Identyfikacja → Usunięcie);
- symulator diagnostyczny będzie narzędziem przeznaczonym do kształcenia personelu latającego i technicznego w Wyższej Szkole Oficerskiej Sił Powietrznych w Dęblinie;

została opracowana struktura funkcjonalna symulatora diagnostycznego przedstawiona na rysunku 4.



Rys. 4. Struktura funkcjonalna symulatora diagnostycznego

Struktura techniczna symulatora została dobrana tak, aby zapewnić uzyskanie funkcjonalności opisanej powyżej. W doborze odpowiedniego środowiska sprzętowo-programowego, w początkowym etapie prac, przeprowadzono analizę procesów systemowych, podział zadań dla poszczególnych stanowisk komputerowych, jak również określenie podstawowych modułów programowych.

W rezultacie, pomimo znacznie większych możliwości technicznych niektórych stanowisk komputerowych, obniżyły się planowane koszty eksploatacji całego symulatora diagnostycznego, uzyskano również większą uniwersalność całego systemu.

PODSUMOWANIE

Z uwagi na rolę symulatora diagnostycznego, który ma kształcić kadre techniczną, w symulatorze diagnostycznym przyjęto rozwiązania skalowalne, umożliwiające rozwijanie i rozbudowę programową symulatora. Aby sprostać tak przyjętym wymaganiom, dobrano odpowiednią infrastrukturę techniczną umożliwiającą realizację wyżej wymienionych funkcji. Na obecnym etapie realizacji została zamknięta struktura techniczna i programowa symulatora. Obecnie symulator jest w fazie końcowych badań funkcjonalnych i jest przygotowywany do etapu badań użytkowych w Wyższej Szkole Oficerskiej Sił Powietrznych.

DEVELOPMENT AND TESTS OF A DIAGNOSTIC SIMULATOR OF AN AIRCRAFT WITH VIRTUALISATION TECHNOLOGY APPLIED. USAGE OF NEW TECHNOLOGIES FOR TRAINING SPECIALISTS IN AERONAUTICAL ENGINEERING

Abstract

The usage of the virtual reality technology (VR) in development of a diagnostic simulator of an aircraft is presented in the paper. VR technology has enabled the creation of universal training tool for ground and flight engineering crew. The simulator virtually presents aircraft's fuselage and cockpit, their basic technical elements, malfunctions that can occur and their symptoms. Simulator is equipped in a system that monitors actions taken by trainee and evaluates their correctness.

BIBLIOGRAFIA

1. Mądrzycki P., Butlewski K., Golański P., Marchwicki R., Perz-Osowska M., Puchalski W., 2011, *Diagnostic simulator of the M-28 Aircraft for the Ground Engineering Crew in Virtual Technology*, Polish Journal of Environmental Studies, 20, 5A.
2. Mądrzycki P., Karczmarz D., Rypulak A., Komorek A., *The e-Learning and simulation-based techniques in the training given to the aviation engineering staff*, e-Challenges 2011, 26-28 October 2011, Florence, Italy.
3. *Projekt koncepcyjny oraz proponowana kompletacja programowo-sprzętowa symulatora – Raport Punkt Kontrolny 200*, ITWL, Warszawa 2010.
4. *Integracja elementów symulatora i wyniki badań interakcji – Raport Punkt Kontrolny 600*, ITWL, Warszawa 2011.
5. Kapp K., O'Driscoll T., *Learning in 3D. Adding a New Dimension to Enterprise Learning and Collaboration*, Jon Wiley & Sons Inc., San Francisco 2010.

Autorzy:

mgr inż. Dariusz KARCZMARZ – Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych
dr inż. Przemysław MĄDRZYCKI – Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych
mgr inż. Wojciech PUCHALSKI – Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych