

Andrzej RYPULAK

## WYKORZYSTANIE ROZSZERZONEJ RZECZYWISTOŚCI DO PRAKTYCZNEGO SZKOLENIA PERSONELU LOTNICZEGO

### Streszczenie

Właściwa eksploatacja skomplikowanego sprzętu lotniczego wymaga wysokiej wiedzy i umiejętności personelu lotniczego. W celu przygotowania personelu o takich umiejętnościach niezbędni są nie tylko doświadczeni instruktorzy, ale również baza dydaktyczna umożliwiająca prowadzenie zajęć na wysokim poziomie. Ze względu na specyfikę wykonywanych zadań system przygotowania personelu latającego i technicznego jest nieco inny. Jednak w obu przypadkach w fazie kształcenia teoretycznego coraz szerzej stosowane są metody e-learningowe, zaś w fazie praktycznej symulatory. Wraz z rozwojem technologii informatycznych pojawiła się również możliwość wykorzystania systemów rozszerzonej rzeczywistości do nauczania umiejętności praktycznych przyszłych inżynierów i pilotów. W artykule przedstawiono możliwości oraz zalety tego środowiska oraz pierwsze próby jego implementacji do tych celów.

### WSTĘP

Dynamiczny rozwój transportu lotniczego na początku XX wieku i związanych z nim katastrof spowodował konieczność zwrócenia uwagi na zapewnienie bezpieczeństwa załogom i pasażerom statków powietrznych (SP). Czynniki wpływającymi na bezpieczeństwo systemu lotniczego są: stan techniczny statku powietrznego, zdolności systemów łączności, nawigacji i dozorowania, prawidłowości działania służb zarządzania przestrzenią powietrzną, naziemnego i latającego personelu oraz oddziaływania środowiska. Z przeprowadzonych analiz przyczyn wypadków lotniczych wynika, że udział czynnika ludzkiego stanowi aż 80%, z czego 65% to błąd członków załogi statku powietrznego [6]. Pod pojęciem czynnik ludzki, należy rozumieć odpowiedni poziom wiedzy teoretycznej i umiejętności praktycznych: personelu latającego, obsługującego statki powietrzne, zarządzającego ruchem lotniczym oraz zabezpieczeniem logistycznym.

Biorąc pod uwagę powyższe, problematyka właściwego przygotowania personelu lotniczego (załóg oraz personelu technicznego obsługującego statki powietrzne) zarówno pod względem wiedzy teoretycznej jak i umiejętności praktycznych niemal od początku powstania lotnictwa jest jednym z najistotniejszych obszarów zainteresowania władz lotniczych.

W wyniku wieloletnich doświadczeń ukształtował się system kształcenia personelu lotniczego, składający się z dwóch podstawowych faz: kształcenia teoretycznego oraz praktycznego. W trakcie kształcenia teoretycznego młody adept lotnictwa zapoznawany jest z budową oraz zasadami funkcjonowania urządzeń i systemów statków powietrznych, natomiast podczas fazy praktycznej z wykonywaniem przeglądów, obsług i napraw elementów i systemów SP.

W początkowym etapie rozwoju lotnictwa kształcenie teoretyczne odbywało się z wykorzystaniem typowych pomocy dydaktycznych w postaci: skryptów, opisów technicznych statków powietrznych, plansz ze schematami i rysunkami, urządzeń i ich przekrojów. Zajęcia praktyczne odbywały się w hangarze, z wykorzystaniem rzeczywistych statków powietrznych. Dzięki stałemu doskonaleniu metod i form kształcenia, a także dzięki błyskawicznemu rozwojowi elektroniki stało się możliwe tworzenie zupełnie nowych systemów dydaktycznych. Wprowadzane w chwili obecnej do eksploatacji samoloty i śmigłowce takie jak: Eurofighter, F-22, F-18, Tiger, to nie tylko statki powietrzne i sprzęt obsługi naziemnej, ale również kompletny system szkoleniowy przeznaczony zarówno dla pilotów, jak

i personelu technicznego. Systemy te są projektowane przez wyspecjalizowane firmy takie jak: Vega, Wicat Systems, PLATO learning systems i składają się z podsystemu szkolenia (*Training Delivery System*) oraz zarządzania szkoleniem (*Training Management System*) (rys. 1.).



Rys. 1. System szkolenia personelu latającego i technicznego

Zasadnicze różnice nowych systemów w stosunku do tradycyjnych polegają na środkach technicznych, które wykorzystywane są w procesie kształcenia. Są to wykorzystywane w fazie kształcenia teoretycznego komputerowe systemy dydaktyczne CBT (*Computer Base Training*), zaś w fazie praktycznej różnej klasy symulatory. W przypadku szkolenia pilotów są to: Full Flight Simulator (FFS), Flight Training Device (FTD), Flight and Navigation Procedures Trainer (FNPT), Basic Instrument Training Device (BITD) natomiast dla personelu technicznego: *Hardware Based Trainer (HBT)* oraz *Virtual Based Trainer (VBT)*.

### 1. ROZSZERZONA RZECZYWISTOŚĆ W ZASTOSOWANIU DYDAKTYCZNYCH

Przedstawione powyżej nowe środki dydaktyczne w postaci systemów CBT oraz symulatorów mają szereg zalet pozwalających na zwiększenie efektywności nauczania oraz zmniejszenie jego kosztów. Mają jednak również ograniczenia, gdyż wykorzystywane są w typowym środowisku nauczania jakim jest budynek ośrodka szkolenia czy uczelni, które określają granice dla ich zastosowania.

Końcowy etap szkolenia praktycznego powinien być realizowany z wykorzystaniem rzeczywistego statku powietrznego oraz narzędzi i przyrządów w rzeczywistym środowisku obsługowym jakim jest hangar. Wykonywanie przeglądów statku powietrznego, identyfikacja urządzeń i systemów na płatowcu, wyszukiwanie i wizualna identyfikacja korozji, zewnętrznych symptomów uszkodzeń, badań nieniszczących czy diagnozowanie zdatności systemów statków powietrznych powinno być nauczane z wykorzystaniem rzeczywistego statku powietrznego, narzędzi i przyrządów. Również wiele zagadnień, które zwykle nauczane są we wstępnej, teoretycznej fazie szkolenia, takich jak np. rozmieszczenie urządzeń i agregatów na płatowcu powinno odbywać w realnym środowisku.

Jest jednak kilka przyczyn z powodu, których hangar, realne środowisko obsługowe SP, nie jest optymalnym miejscem dla prowadzenia nauczania umiejętności praktycznych metodą tradycyjną. Przy czym przez metodę tradycyjną należy rozumieć szkolenie pod nadzorem instruktora demonstrującego i objaśniającego wykonywanie czynności praktycznych związanych z obsługą i naprawą statku powietrznego.

Po pierwsze, ze względu na zwykle ograniczoną ilość miejsca na samolocie szkolenie praktyczne powinno odbywać się z udziałem jednego szkolonego i jednego instruktora. Większa ilość szkolonych powoduje konieczność ich podziału na mniejsze grupy, z których część wykonuje zadania nie związane bezpośrednio z wykonywaniem czynności praktycznych.

Po drugie, środowisko obsługowe statków powietrznych jest hałaśliwe (pracujące sprężarki, pompy hydrauliczne, itp.) co utrudnia kontakt głosowy pomiędzy instruktorem i szkolonym.

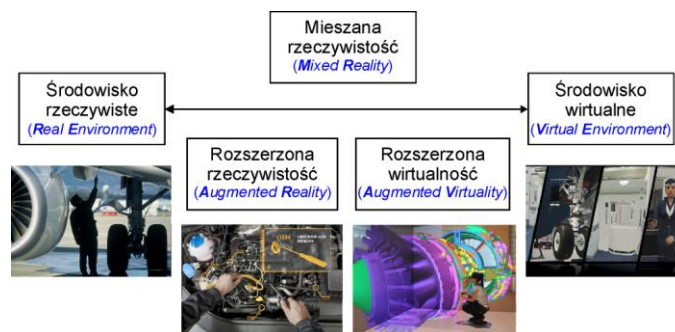
Kolejne utrudnienie występuje w przypadku nauczania złożonych czynności obsługowych np. związanych z obsługą silnika, gdy wymagane są wielokrotne powtórzenia, aby zapewnić ich pełne opanowanie. Nie jest to możliwe w przypadku nawet niewielkiej grupy szkolących się.

Ostatnim ograniczeniem nauczania tradycyjnego z udziałem instruktora jest możliwość występowania różnic w nauczaniu, w przypadku gdy realizowane jest przez różnych instruktorów, z których każdy może mieć indywidualny sposób podejścia do realizacji czynności obsługowych SP. Wszystkie te czynniki powodują, że tradycyjna metoda nauczania umiejętności praktycznych nie jest metodą doskonałą.

Wyeliminowanie przedstawionych ograniczeń może stać się możliwe poprzez wykorzystanie w procesie nauczania technologii rozszerzonej rzeczywistości (*Augmented Reality - AR*).

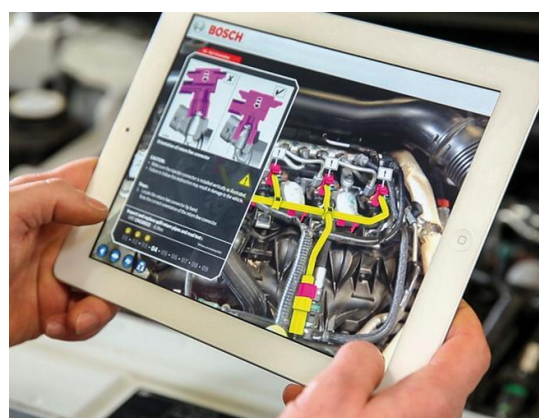
Rozszerzona rzeczywistość jest nowym zagadnieniem, nad którym intensywne prace badawcze prowadzone są dopiero od połowy lat dziewięćdziesiątych XX wieku, chociaż sama idea powstała w latach dwudziestych XX wieku. Definicję pojęcia AR podał Ronald Azuma [1], który określił rozszerzoną rzeczywistość jako system, w którym jednocześnie muszą istnieć trzy czynniki: możliwości połączenia świata wirtualnego z realnym, interaktywność treści w czasie rzeczywistym oraz swobody ruchu w trzech wymiarach. W 1994 roku Paul Milgram oraz Fumio Kishino [8] zdefiniowali mieszaną rzeczywistość (ang. *mixed reality - MR*) (rys. 2.), w której elementy ze świata wirtualnego przenikają i łączą się ze światem rzeczywistym. Na jednym z krańców schematu umieścili środowisko rzeczywiste, zaś na drugim środowisko wirtualne. Zgodnie z tą koncepcją rzeczywistość może być rozszerzana o wirtualne elementy, a wirtualność o elementy rzeczywiste. Rozszerzona rzeczywistość może być tworzona w oparciu o różne dane, przede wszystkim te dotyczące ludzkich zmysłów. Ze względu na to, że najprościej jest nałożyć pliki graficzne i dźwiękowe na odpowiadające im wirtualne obiekty w chwili obecnej najlepiej rozwinięte są aplikacje wykorzystujące zmysły wzroku i słuchu użytkownika. Prowadzone

są również badania nad zaangażowaniem kolejnych zmysłów ludzkich [9].



Rys. 2. Schemat ciągłości rzeczywistość – wirtualność

W zależności od sposobu wizualizacji można wyróżnić dwie podstawowe metody: z wykorzystaniem tabletu (smartfonu) (fot. 1.) lub okularów z technologią see-through (rys. 2.).



Fot. 1. Wizualizacja rozszerzonej rzeczywistości z wykorzystaniem tabletu



Fot. 2. Wizualizacja rozszerzonej rzeczywistości z wykorzystaniem okularów z technologią see-through

Każda z tych metod ma swoje zalety i wady. W przypadku wykorzystywania tabletu czujnikiem obrazu jest kamera. Na uzyskany przez nią obraz nakładane są elementy wirtualne (opisy, wyjaśnienia, instrukcje postępowania, obrazy, filmy instruktażowe, itp.) Zaletą tego rozwiązania jest brak okularów na głowie, łatwiejsza możliwość obserwacji tła zewnętrznego obrazu będącego w polu wizualizacji kamery, zwykle większa wydajność tabletu dzięki czemu obraz wyświetlany jest płynnie. Wadą jest konieczność zaangażowania co najmniej jednej ręki do trzymania i przemieszczania tabletu.

Łączenie sfer wirtualnej z realną w okularach wykorzystujących technologię see-through odbywa się na płaszczyźnie przezroczystej

stego wyświetlacza. Oznacza to, że użytkownik utrzymuje nieprzerwany kontakt wzrokowy z otoczeniem, podczas gdy elementy wirtualne nakładane są na niego w czasie rzeczywistym. Zaletą okularów jest możliwość wykorzystania obydwu rąk do wykonywania czynności. Natomiast wadami są występujące błędy w lokalizacji obrazu oraz konieczność noszenia okularów i dodatkowych urządzeń sterujących.

Z punktu widzenia użyteczności w procesie nauczania umiejętności praktycznych, bez względu na zastosowany sposób wizualizacji, technologia AR posiada zalety, które niwelują wady tradycyjnej metody nauczania z instruktorem.

Pozwala bowiem na indywidualne szkolenie, gdyż rolę instruktora pełni system nakładania wirtualnych treści na obraz rzeczywisty widziany przez szkolonego. Mogą to być opisy urządzeń i instalacji, procedury kolejności wizualnej inspekcji, instrukcje demontażu, montażu, itp.) Dzięki temu uzyskuje się:

1. Zwiększenie efektywności wykorzystania sprzętu lotniczego oraz środowiska, w którym się on znajduje, gdyż dzięki właściwemu dobraniu zróżnicowanych co do miejsca realizacji ćwiczeń, istnieje możliwość szkolenia więcej niż jednej osoby jednocześnie na tym samym statku powietrznym.
2. Odseparowanie szkolonego od hałasu występującego w hangarze dzięki wykorzystaniu słuchawek.
3. Możliwość wielokrotnego powtarzania treści nauczania, w zależności od indywidualnej potrzeby szkolonego.
4. Ujednolicenie treści, metod realizacji czynności i wykorzystania wiedzy najlepszych ekspertów w danej dziedzinie.

Wynikające niejako z powyższych zalet są również zwiększenie efektywności nauczania umiejętności praktycznych oraz zmniejszenie kosztów szkolenia.

Teoretyczne podwaliny określające możliwe obszary zastosowania technologii AR do nauczania umiejętności praktycznych młodych adeptów lotnictwa zostały określone przez Toma Haritos i Dan Macchiarella [4], których praca stała się początkiem zainteresowania AR kolejnych badaczy. Do chwili obecnej powstało szereg prototypowych systemów AR mających zastosowanie we wspomaganiu procesu obsługowego maszyn i urządzeń [5], wspomagania nauczania w ogólności [11, 12] oraz nauczania specjalistów lotniczych [2, 3, 10].

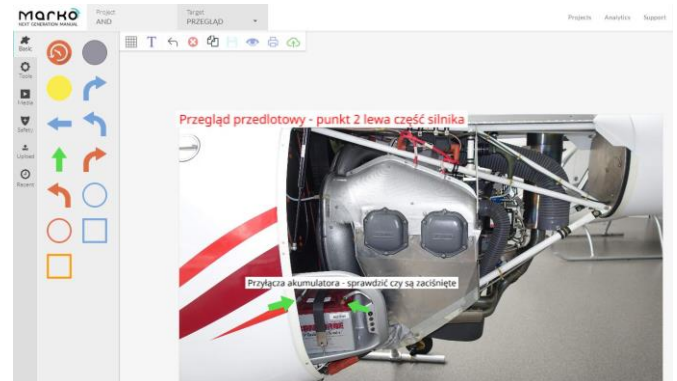
## 2. BADANIE MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA ROZSZERZONEJ RZECZYWISTOŚCI DO PRAKTYCZNEGO SZKOLENIA PERSONELU LOTNICZEGO

Prace nad wykorzystaniem technologii Augmented Reality podjęto również w Katedrze Awioniki i Systemów Sterowania. Przeprowadzono wstępne badania jej zastosowania do nauczania wykonywania przeglądu przedlotowego śmigłowca Guimbal Cabri G2 (fot. 3).



Fot. 3. Śmigłowiec Guimbal Cabri G2

Wykorzystując aplikację „Marko: next generation manual” [7] opracowano checkliście przeglądu lewej części silnika śmigłowca (rys. 3), którą zaimplementowano na okulary rozszerzonej rzeczywistości Moverio BT-200 (fot. 4). Checklista tworzona jest poprzez nałożenie na uprzednio wykonane zdjęcia śmigłowca elementów graficznych wskazujących miejsce wykonania czynności sprawdzającej wraz z jej opisem.



Rys. 3. Jedna ze stron checklisty przeglądu lewej komory silnika śmigłowca Guimbal Cabri G2



Fot. 4. Okulary Moverio BT-200 wykonane w technologii see-through

Szkolony, obserwując przez okulary fragment śmigłowca przeznaczony do przeglądu (fot. 5), przeprowadza skanowanie widzanego obrazu przez okulary celem rozpoznania charakterystycznych elementów obrazu.



Fot. 5. Wykonywanie przeglądu w okularach Moverio BT-200

Po zakończeniu skanowania na rzeczywistym, widzianym przez okulary, obrazie wyświetlane są opisy kolejnych czynności do realizacji w ramach przeglądu śmigłowca. Elementami wyświetlanymi mogą być: opisy urządzeń, czynności do wykonania, dodatkowe rysunki, dokumenty w formacie PDF, piktogramy występujące w aplikacji oraz zaprojektowane przez użytkownika. Operując sterownikiem okularów szkolony ma możliwość zmiany wyświetlania kolejnych zestawów okien z elementami wirtualnymi, które przedstawiane są we właściwych miejscach obserwowanego obrazu (fot. 6) w zakresie zmian kąta obserwacji przez uczącego się wynoszącym kilkanaście stopni.



Fot. 6. Obraz widziany przez szkolonego w okularze Moverio BT-200

Zaletą wykorzystywanego oprogramowania „Marko: next generation manual” są: prostota jego wykorzystania przez szkolonego, możliwość tworzenia własnych elementów wirtualnych wykorzystywanych do tworzenia kursu oraz brak konieczności stosowania markerów wymaganych przez niektóre systemy rozszerzonej rzeczywistości umożliwiające identyfikację poszczególnych elementów urządzeń i instalacji (fot. 7). Wadą jest konieczność skanowania kolejnych fragmentów obrazu śmigłowca w celu ich rozpoznania w przypadku konieczności wykonania pełnego przeglądu śmigłowca (lewa część przedziału silnika, lewa przednia część kadłuba, itd.).



Fot. 7. Markery wykorzystywane w technologii rozszerzonej rzeczywistości do rozpoznania elementów obserwowanego obrazu

## PODSUMOWANIE

Zastosowanie technologii AR w chwili obecnej wiąże się z trudnościami, z których większość jest natury technologicznej. Jest to wciąż duży i nieporęczny sprzęt, chociaż postęp w tej dziedzinie jest bardzo szybki zaś przygotowywane do wprowadzenia na rynek okulary AR Moverio BT-300 mają masę 60g i w niewielkim stopniu swoimi rozmiarami odbiegają od zwykłych okularów (fot. 8).

Biorąc pod uwagę szybki postęp w dziedzinie nowych rozwiązań sprzętowych i programowych występujące w chwili obecnej ograniczenia zastosowania technologii AR będą odgrywały coraz mniejszą rolę pozwalając na wydobycie wszystkich jej niewątpliwych zalet.



Fot. 8. Okulary Moverio BT-300

Przeprowadzone badania nad zastosowaniem rozszerzonej rzeczywistości w szkoleniu stanowią wstęp do dalszych dociekań mających na celu opracowywanie kursów obejmujących pełen zakres przeglądu wykonywanego zarówno przez personel latający jak i techniczny, a następnie przeprowadzenie badań efektywności tej metody szkolenia na grupach personelu lotniczego.

## BIBLIOGRAFIA

1. Azuma, R. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Teleoperators and Virtual Environments*, z. 6, nr 4, August, 355-385.
2. De Crescenzo, F. i Fantini M. (2010). Implementing augmented reality to aircraft maintenance: a daily inspection case study. *Proc. of IDMME*.
3. De Crescenzo F., Fantini M., Persiani F., Di Stefano L., Pietro Azzari P. i Salti S. (2011). Augmented Reality for Aircraft Maintenance Training and Operations. *IEEE Computer Graphics and Applications*, Jan-Feb, 31(1), 96-101.
4. Haritos T. i Macchiarella N. D. (2005). A mobile application of augmented reality for aerospace maintenance training. *24th Digital Avionics Systems Conference*.
5. Henderson S.J. i Feiner S. K. (2007). Augmented Reality for Maintenance and Repair (ARMAR). *Columbia University Department of Computer Science*.
6. Kałużna, E. i Fellner A. (2014). Metody uwzględnienia czynnika ludzkiego zarządzaniu bezpieczeństwem systemu transportu lotniczego. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej*, z. 103, 99-111.
7. Marko: Next generation manual. Pozyskano z: [www.marko.tips](http://www.marko.tips)
8. Milgram P. i Kishino F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays, *IEICE Trans. Information Systems*, vol. E77-D, no. 12, 1321-1329.
9. Pardel P. (2009). Przegląd ważniejszych zagadnień rozszerzonej rzeczywistości. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Informatyka*, t. 30, nr 1 (82), 35-65.
10. Rios H., Hincapié M., Caponio A., Mercado E. i Mendivil E. G. (2011). Augmented Reality: An Advantageous Option for Complex Training and Maintenance Operations in Aeronautic Related Processes. *International conference, Virtual and Mixed Reality*, 87-96.
11. Skarka W., Moczulski W. i Januszka M. (2012). Interaktywne technologie w procesie kształcenia, *Szybkobieżne pojazdy gąsienicowe*, 29(1), 105-114.

12. Sokół M, Sokół M. (2015). Wybrane zastosowania rozwiązań opartych na rozszerzonej rzeczywistości w technologii edukacyjnej oraz życiu społecznym. Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej Nr 41, 51–56.

## THE USE OF AUGMENTED REALITY ENVIRONMENT FOR TEACHING PRACTICAL SKILLS AVIATION PERSONNEL

### *Abstract*

*Proper operation of complex aviation equipment requires high knowledge and skills of aviation personnel. To prepare for such personnel, they are indispen-*

*sable not only experienced instructors but also suitable didactic base allows conducting classes at a high level. Due to the nature of tasks preparation system for flight crew and maintenance personnel is a bit different. However, in both cases, the phase of theoretical are more widely used methods of e-learning, and in the phase of practical simulators. With the development of information technology there was also the possibility of using augmented reality systems for education practical skills of future engineers and pilots. The article presents the possibilities and advantages of the environment and the first attempts to implement these objectives.*

Autor:

dr inż. **Andrzej Rypulak** – Wyższa Szkoła Oficerska Sił Powietrznych w Dęblinie, Katedra Awioniki i Systemów Sterowania.