

Wojciech **SKARKA**  
Wojciech **MOCZULSKI**  
Marcin **JANUSZKA**

## INTERAKTYWNE TECHNOLOGIE W PROCESIE KSZTAŁCENIA

**Streszczenie:** W artykule autorzy prezentują nowoczesne technologie mogące znaleźć zastosowanie w procesie kształcenia. Opisano technologie interaktywnych modeli 3D oraz poszerzonej rzeczywistości. Szczególną uwagę zwrócono na możliwości wzajemnego uzupełniania się tych technologii oraz metodyki budowania systemów wykorzystujących te technologie. Opisany jest przykładowy system komputerowego wspomagania użytkownika w trakcie szkolenia w zakresie obsługi eksploatacyjnej oraz w trakcie samej obsługi. Opisany system wykorzystuje nowoczesne techniki wizualizacji – tzw. „poszerzoną rzeczywistość” (AR), pozwalające łączyć interaktywny, komputerowo generowany świat ze światem rzeczywistym w taki sposób, aby stanowiły one jedno zsyntezowane środowisko. Osoba szkolona z wykorzystaniem opisywanego systemu ma możliwość uzyskania niezbędnych informacji w chwili wystąpienia zapotrzebowania na nie.

**Słowa kluczowe:** poszerzona rzeczywistość, interaktywne technologie, kształcenie, CAx.

### 1. WPROWADZENIE

Technologie interaktywne znane są szerokiemu gronu użytkowników przede wszystkim z popularnych zastosowań w życiu codziennym i rozrywce. Takie technologie mogą być także stosowane w technice i procesie kształcenia. Pojęcie interaktywności najczęściej stosowane jest w informatyce, telewizji i multimediami. W tym kontekście, ma za zadanie podkreślić zdolność programu lub urządzenia do jednoczesnego odbierania informacji i reagowania na nią. Interaktywność (ang. interactivity, łac. interactus – dosłownie: czyn wzajemny) to pojęcie z dziedziny komunikacji [20]. Oznacza zdolność do wzajemnego oddziaływania na siebie przez komunikujące się strony. Spośród szerokiego zakresu tych technologii w zakresie kształcenia i w zastosowaniach technicznych oraz wspomaganiu eksploatacji maszyn na szczególną uwagę zasługują dwie z nich: interaktywne komputerowe modele geometryczne oraz systemy „poszerzonej rzeczywistości”. Potencjał tych dwóch technologii tkwi w następujących aspektach:

- a) przeniesieniu komunikacji z płaszczyzny tekstowej na obrazową – komputerowe modele geometryczne,
- b) dostosowaniu prezentowanych informacji do aktualnej sytuacji i wymagań użytkownika poprzez odpowiednią interakcję,
- c) nałożeniu tych informacji na aktualny obraz lub stan rzeczywistości wspomagający przestrzenne widzenie.

Procesy kształcenia mogą być w efektywny sposób wspomagane poprzez zastosowanie nowoczesnych systemów tzw. „poszerzonej rzeczywistości” (ang. *augmented reality*, AR). Termin „poszerzona (rozszerzona lub wzbogacona) rzeczywistość” opisuje systemy, w których komputerowo generowana informacja nakładana jest na obraz świata rzeczywistego, w taki sposób, aby stanowiły one jedno zsyntezowane środowisko [1]. W przeciwieństwie do bardziej popularnej „wirtualnej rzeczywistości”, w której użytkownik jest całkowicie zanurzony w środowisku wirtualnym, „poszerzona rzeczywistość” daje swobodę działania w środowisku rzeczywistym przy możliwości wzbogacania percepcji

człowieka za pomocą wirtualnych obiektów [3]. Elementy wzbogacające rzeczywistość mogą mieć różne formy np. trójwymiarowych modeli, napisów, schematów, zdjęć, filmów, informacji dźwiękowych.

Technika „poszerzonej rzeczywistości” jako przykład techniki komputerowej jest niezwykle interesująca, aczkolwiek dopiero w ostatnich latach zaczęła się rozwijać na zachodzie Europy, w Stanach Zjednoczonych i Japonii. Badania poświęcone tematyce „poszerzonej rzeczywistości” prowadzone są w stosunkowo wąskim zakresie przez nieliczne ośrodki naukowe. Jedne z pierwszych prac badawczych, służących rozwojowi systemów bazujących na technikach komputerowych „poszerzonej rzeczywistości”, zapoczątkowane zostały na początku lat 90. ubiegłego wieku [7]. W 1990 roku naukowcy w firmie Boeing opracowali system wspomagający pracowników podczas układania dużej ilości kabli w budowanych samolotach. Zainteresowanie zagadnieniami związanymi z nowoczesnymi metodami wizualizacji wynikało głównie z faktu, że zauważono wiele korzyści płynących z ich stosowania dla zwiększenia efektywności i intuicyjności wykonywanych przez człowieka działań (w szczególności działań złożonych, a takim są projektowanie i konstruowanie). Systemy wspomagające użytkownika, bazujące na „poszerzonej rzeczywistości” dały ponadto możliwość realizacji zadań równoległe w środowisku rzeczywistym i wirtualnym (brak takiej możliwości w systemach „wirtualnej rzeczywistości”) wraz z możliwością bardziej wydajnej współpracy pomiędzy kilkoma użytkownikami (współpraca grupowa) [2].

Obecnie opracowywane na świecie systemy „poszerzonej rzeczywistości” dla zastosowań edukacyjnych znajdują zastosowanie między innymi w [1]: szkoleniach inżynierskich - w zakresie projektowania, konstruowania maszyn i eksploatacji maszyn (np. obsługi technicznej, operatorskiej), szkoleniach medycznych - z zakresu chirurgii i ratownictwa (np. wirtualne operacje, symulacja akcji ratunkowej), nauczaniu początkowym - zgodnie z zasadą „nauka przez zabawę”, na wirtualnych modelach w rzeczywistym środowisku (np. odtwarzanie scen historycznych, symulacje zjawisk fizycznych, prezentacje modeli anatomicznych), pomocy w sytuacjach z życia codziennego.

## **2. WYZWANIA W ZAKRESIE SZKOLEŃ**

Coraz większa złożoność świata i postęp techniczny stawiają nowe wymagania przed wspomaganiami procesów kształcenia. Szczególnie widoczne to jest przy przygotowaniu służb obsługi, remontowych, eksploatacyjnych nowych maszyn i urządzeń. Jeszcze kilka lat temu możliwe było przygotowanie takich służb poprzez zapoznanie z obsługiwanyimi obiektami, procedurami ich obsługi, wykształcenie umiejętności personelu itp. Dzisiejsza złożoność tych obiektów, integracja różnych dziedzin techniki (mechaniki, elektroniki, technik informatycznych), globalizacja, wielowariantowość, skrócenie czasów projektowania i przygotowania do użytkowania, redukcja czasu i kosztów dla poszczególnych działań z całości czasu rozwoju obiektów technicznych wymuszają poszukiwanie nowych technik i metod przygotowania personelu obsługi i ich kształcenia. Odpowiedzią na te nowe wyzwania mogą być między innymi:

- a) odejście od technik tekstowych na rzecz technik obrazowych (rysunki, zdjęcia, modele geometryczne, interaktywne modele geometryczne, animacje);
- b) zastosowanie komputerowych narzędzi i systemów w tym także interaktywnych, CBT (Computer-Based Training), ETM (Electronic Technical Manual), IETM (Interactive Electronic Technical Manual), AR (Augmented Reality), VR (Virtual Reality)

- c) odejście od modelu pełnego szkolenia na rzecz metod dostarczania informacji w odpowiednim momencie zaistnienia potrzeby ich przekazania – zastosowanie metod „Just in Time” (JITx);
- d) zastosowanie technik komputerowych do zdobywania praktycznych umiejętności poprzez zastosowanie trenerów i symulatorów sprzętowo-komputerowych lub komputerowych).

### **3. INTERAKTYWNA DOKUMENTACJA TECHNICZNO- RUCHOWA**

Jednym z podstawowych źródeł informacji eksploatacyjnych dołączanych do maszyn oraz stosowanych przez personel eksploatujący jest dokumentacja techniczno-ruchowa (DTR). Dotychczas dokumentacja taka była stosowana w formie dokumentu tekstowo-obrazkowego w tradycyjnej postaci książki. Od wielu lat stosowana jest także forma dokumentu elektronicznego. W zależności od zastosowanych do tworzenia tego dokumentu technik komputerowych wyróżnia się następujący podział elektronicznej dokumentacji techniczno-ruchowej [21]:

TYP I - elektroniczny dokument

Klasa 1 - dokument o strukturze liniowej podobnie jak typowa książka. Spis treści jest zbiorem odniesień do poszczególnych fragmentów dokumentu - rozdziałów. Odniesienia te są realizowane przez tzw. hiperlinki.

Klasa 2 - dokument o strukturze liniowej podobnie jak typowa książka. Spis treści jest zbiorem odniesień do poszczególnych fragmentów dokumentu - rozdziałów. Odniesienia te są realizowane przez tzw. hiperlinki dokument o strukturze liniowej podobnie jak typowa książka struktura książki, oprócz typowych odniesień do podrozdziałów dokument posiada więcej hiperlinków (rysunki, tabele, bibliografia).

Klasa 3 - struktura dokumentu nie jest typową strukturą liniową, jest bardziej swobodna, hiperlinki są realizowane do spisu treści, rysunków, tabel, bibliografii a także w zakresie dowolnych części dokumentu, w związku z taką strukturą dokumentu i strukturą hiperlinków drukowanie tej klasy dokumentu w odróżnieniu od klas 1 i 2 może być utrudnione.

TYP II – aplikacja komputerowa działająca samodzielnie lub zintegrowana jako część innej aplikacji o szerszym zakresie działania.

Klasa 4 – treść przechowywana jest w relacyjnej bazie danych, hiperlinki są realizowane przez relacje w bazie, treść może być dynamicznie dostosowywana do potrzeb użytkownika, nie jest możliwe wydrukowanie liniowo uporządkowanego dokumentu.

Klasa 5 – treść zintegrowana jest z systemem doradczym, który może wpływać na wyświetlane treści.

### **4. DOKUMENTACJA BAZUJĄCA NA POSZERZONEJ RZECZYWISTOŚCI**

Proces opracowywania różnego rodzaju dokumentacji związanych z produktem, w tym z jego wytworzeniem jest procesem drogim i kosztownym, szczególnie dla złożonych maszyn i urządzeń (tj. samochody, samoloty) [17]. Aby obniżyć koszty opracowania dokumentacji konieczne jest komputerowe wspomaganie tych działań.

Dokumentacja techniczno-ruchowa (DTR) maszyny lub urządzenia zawierać powinna wszystkie informacje istotne z punktu widzenia wszystkich faz ich eksploatacji. DTR zazwyczaj składa się z 3 elementów: dokumentacji technicznej, instrukcji obsługi, instrukcji konserwacji. W razie konieczności instrukcje powinny zawierać także wskazówki szkoleniowe. W przypadku dokumentacji techniczno-ruchowych (w tym dokumentacji obsługi i konserwacji) obecnie najczęściej projektant musi na bieżąco weryfikować opracowywaną przez siebie dokumentację z wykorzystaniem gotowego produktu lub

przynajmniej kosztownego fizycznego prototypu [17]. Dokumentacja powstaje wtedy bez wspomaganie komputerowe, nawet jeśli sam proces projektowo-konstrukcyjny był silnie wspomagany komputerowo. Zastosowanie technik komputerowych, jak np. poszerzona rzeczywistość, może znacznie skrócić czas opracowania dokumentacji. System AR daje osobie przygotowującej dokumentację bardziej czytelne informacje o produkcie, którego ta dokumentacja dotyczy. Trójwymiarowy interaktywny model produktu wyświetlany w przestrzeni otaczającej użytkownika może zastąpić fizyczny prototyp, na bazie którego w klasycznym podejściu tworzona była dokumentacja. W trakcie tworzenia dokumentacji z zastosowaniem AR wykorzystywane mogą być dane pochodzące z systemu CAx, przez co proces opracowania dokumentacji staje się bardziej zautomatyzowany i krótszy w czasie. Może on być ponadto realizowany równoległe z procesem projektowania danego urządzenia.

Dodatkowa korzyść płynąca z zastosowania poszerzonej rzeczywistości to, że dokumentacja opracowana w ten sposób może być bardziej czytelna dla osób z niej korzystających. Obecnie informacje dotyczące obsługi i napraw danej maszyny lub urządzenia najczęściej dostarczane są w formie drukowanych lub elektronicznych (na ekranie komputera) instrukcji zawierających opisy tekstowe, rysunki, zdjęcia, schematy. W takim przypadku osoba przeprowadzająca czynności obsługowe (operatorskie, techniczne) musi dzielić swoją uwagę pomiędzy czytanie i interpretowanie informacji w instrukcji, a czynności obsługowe. Takie zapoznawanie się z instrukcjami, szczególnie w przypadku obsługi urządzeń lub maszyn produkowanych jednostkowo (których obsługi każdorazowo trzeba się uczyć od nowa) jest bardzo rozprasające i powoduje niepotrzebne wydłużenie czasu obsługi. Poszerzona rzeczywistość stwarza możliwość dostarczania operatorowi niezbędnych informacji bez potrzeby zmiany ułożenia głowy i odwracania uwagi. Informacje mogą być wyświetlane przed użytkownikiem dokładnie w tym samym miejscu, w którym dokonuje on czynności obsługowych [7] i dokładnie w chwili wystąpienia zapotrzebowania na taką informację (ang. „Just-In-Time”, JIT). Przekazywane za pośrednictwem systemu AR instrukcje (wzbogacone animacjami 3D oraz filmami) powinny być także bardziej jasne dla użytkownika niż opisy tekstowe czy rysunki 2D [17]. Systemy tego typu mogą być ponadto wykorzystywane nie bezpośrednio w czasie pracy operatora, a już na etapie jego szkolenia. Przykładowo system taki mógłby wspomagać szkolenie montażu lub wymiany zamka do drzwi lub skrzyni biegów w samochodzie osobowym, prowadząc użytkownika krok po kroku przez kolejno wykonywane czynności [11].

System AR stosowany może być równie skutecznie we wspomaganie montażu [4]. System taki mógłby wspomagać monter, który normalnie nie musi posiadać wiedzy i doświadczenia koniecznych do realizacji czynności montażu. System, wyświetlając odpowiednie sekwencje działań oraz instrukcje, jak je realizować wspomagałby użytkownika w sposób bardziej efektywny, niż gdyby miał on korzystać z „płaskich instrukcji” [10].

#### **4.1. Komponenty i implementacja systemu**

W przypadku systemów bazujących na technologii „poszerzonej rzeczywistości” istotny jest wybór optymalnych rozwiązań sprzętowych, w zależności od przeznaczenia danego systemu.

Warunkiem prawidłowego przestrzennego powiązania świata rzeczywistego z wirtualnym w systemach AR jest precyzyjne śledzenie pozycji oraz ułożenia głowy lub oczu obserwatora. W większości wypadków nie ma potrzeby śledzenia położenia i orientacji całego ciała. Wśród interfejsów śledzących dla systemów AR wyróżniamy interfejsy śledzące głowę użytkownika [18], tj. mechaniczne, bezwładnościowe, magnetyczne, akustyczne, optyczne, hybrydowe (będące połączeniem co najmniej dwóch podstawowych układów śledzących) oraz interfejsy śledzące oko użytkownika, tj. optyczne, elektryczne, elektromagnetyczne.

Równie istotna, jak zagadnienie śledzenia, jest odpowiednia wizualizacja danych. Działanie systemu AR polega na dodaniu do tego, co obserwujemy za pomocą oczu, pewnych dodatkowych, generowanych przez komputer elementów. Istnieje wiele sposobów prezentowania użytkownikowi systemów AR komputerowo generowanych, wirtualnych danych. Dzięki zastosowaniu odpowiednich wyświetlaczy [1], tj. wyświetlaczy montowanych na głowie (*ang. Head Mounted Display, HMD*), wyświetlaczy trzymanyh w rękach (*ang. Hand Held Display, HHD*), wyświetlaczy montowanych na wysięgnikach (*ang. Binocular Omni-Orientation Monitor, BOOM*), a nawet standardowych monitorów lub projektorów, możemy pokazać to, czego normalnie nie widać.

Wybór odpowiedniego systemu śledzącego oraz wyświetlacza jest uzależniony od potrzeb użytkownika oraz tego, jakie możliwości daje i jakie ograniczenia posiada dany typ urządzenia [1].

Na potrzeby systemu „poszerzonej rzeczywistości” wspomagającego opracowywanie interaktywnej dokumentacji dla produktu (m.in. dokumentacji techniczno-ruchowej) oraz wspomagającego szkolenia z zakresu eksploatacji maszyn i urządzeń, wytypowane zostały następujące komponenty sprzętowe [5]:

- komputer- stacja robocza CAD,
- wyświetlacz nagłowny wideo (opcjonalnie możliwe jest zastosowanie tabletu PC),
- optyczny system śledzący (bazujący na komputerowej analizie obrazu), w skład którego wchodzi kamera HD oraz zestaw drukowanych markerów.

Do wyświetlacza HMD przymocowana jest kamera, która rejestruje obrazy świata otaczającego użytkownika systemu i przesyłają zarejestrowane obrazy do komputera. Za pomocą wyświetlacza możliwe jest natomiast dostarczenie użytkownikowi zsyntezowanego obrazu – obrazu środowiska rzeczywistego pochodzącego z kamery, wzbogaconego o komputerowo wygenerowane obiekty wirtualne.

W wykorzystywanym systemie śledzącym istotną rolę odgrywa specjalistyczne oprogramowanie ARToolKit [19]. ARToolKit bazuje na technice komputerowej analizie obrazu, która wykorzystywana jest w procesie precyzyjnego nakładania modeli w czasie rzeczywistym na obrazy świata rzeczywistego (z kamery). Do prawidłowego nakładania komputerowo generowanych obiektów na obraz świata rzeczywistego program ARToolKit wykorzystuje drukowane markery i wyświetlacz HMD. Każdy z markerów przedstawia cyfrowo zakodowany wzór, dlatego możliwa jest identyfikacja danego markera. Optyczny system śledzący, korzystający z kamery, bazujący na technice komputerowej analizie obrazu śledzi w czasie rzeczywistym położenie i orientację markera względem kamery oraz rozpoznaje jego symbol, dzięki czemu możliwe jest wyświetlanie odpowiedniego wirtualnego obiektu dokładnie w miejscu markera, zgodnie z jego położeniem i orientacją. Położenie i orientacja markera pozwalają zidentyfikować kierunek, w którym skierowany jest wzrok użytkownika (położenie głowy względem markera), w rezultacie czego świat realny oglądany przez wyświetlacz HMD wzbogacony jest w prawidłowy sposób o komputerowo generowane obiekty. Szczegółowo proces nakładania obiektów wirtualnych na obraz świata rzeczywistego autorzy przedstawiają m.in. w [5] i [6].

### **4.2. System wspomagający szkolenie w zakresie czynności obsługowych**

Dokumentacja techniczno-ruchowa opracowana z wykorzystaniem technik „poszerzonej rzeczywistości” stanowi doskonały środek wspomagający szkolenie w zakresie obsługi technicznej i operatorskiej danego typu maszyny lub urządzenia. Opracowany system bazujący na danych i informacjach pochodzących z tego typu dokumentacji stwarza użytkownikowi możliwość nabierania podstawowych umiejętności i wprawy w obsłudze danego rzeczywistego urządzenia przy maksymalnej eliminacji ryzyka uszkodzenia kosztownego sprzętu.

Początkowo szkolenie użytkownika może odbywać się wyłącznie przy wykorzystaniu interaktywnego wirtualnego modelu trójwymiarowego wyświetlanego w trybie AR. System umożliwia zapoznanie się z symulacją działania prezentowanego wirtualnego urządzenia/maszyny. Możliwa jest wizualizacja prezentowanego obiektu w typowych warunkach zastosowania np. wizualizacja działania mobilnego mostu w miejscu, gdzie będzie on rozkładany. Użytkownik ma możliwość ponadto zapoznać się z budową danego urządzenia/maszyny (rys. 1). Możliwe jest ręczne manipulowanie względem siebie poszczególnymi elementami wchodzącymi w skład danego urządzenia lub maszyny, a w ten sposób prezentacja procesów montażu, demontażu. Istnieje również możliwość prezentacji instrukcji naprawy danego podzespołu.



**Rys. 1. Zapoznanie się z budową i zasadą działania obiektu z wykorzystaniem wirtualnego modelu**

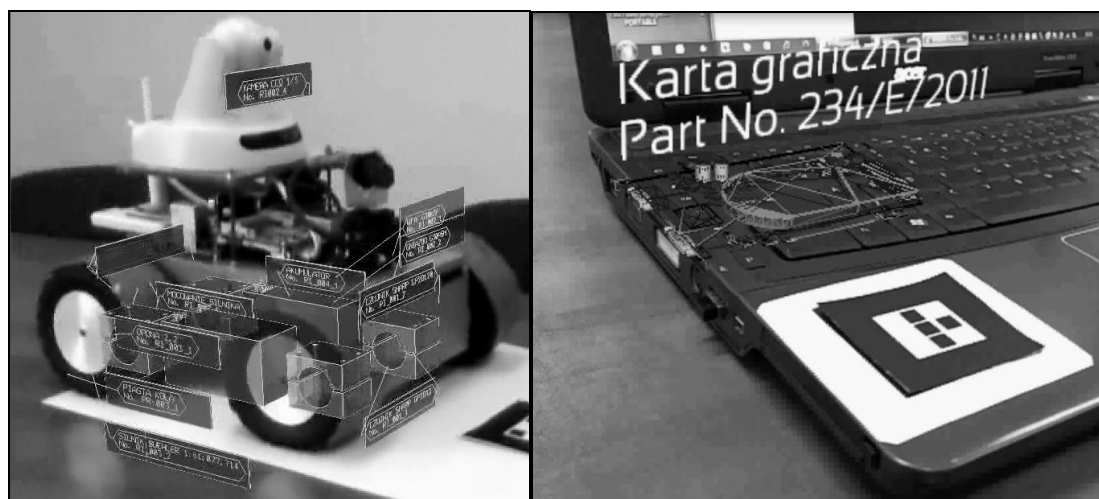
Opisywany system pozwala w wyjątkowych sytuacjach, kiedy nie jest możliwe wcześniejsze przeprowadzenie szkolenia z zakresu obsługi (np. technicznej) danego urządzenia/maszyny, poprawnie przeprowadzić proces obsługi (np. naprawę lub wymianę zużytej części). Osoba bez odpowiedniej wiedzy (wcześniejszego przeszkolenia) może być krok po kroku prowadzona przez system udzielający instrukcji, w jakiej kolejności oraz w jaki sposób należy realizować daną czynność. Odpowiednie instrukcje wykorzystujące elementy prezentowane w postaci tekstu, trójwymiarowych interaktywnych modeli, filmów wizualizowane są w miejscu fizycznego urządzenia, dla którego przeprowadzana jest obsługa.

Opisywany system pozwala użytkownikowi na:

- zapoznanie się z podstawowymi komponentami wchodzącymi w skład rzeczywistego urządzenia/maszyny (rys. 2),
- instrukcjami dotyczącymi obsługi operatorskiej (w tym instrukcjami uruchomienia),
- instrukcjami dotyczącymi obsługi technicznej (napraw, wymian).

Funkcjonalność umożliwiająca prezentację komponentów wykorzystywana jest do wizualizacji wnętrza obiektu. Możliwa jest wizualizacja rozmieszczenia poszczególnych

części, które nie są normalnie widoczne z zewnątrz (są ukryte pod obudową, rys. 2). Informacja taka stanowi odpowiedź dla niedoświadczonego użytkownika, jaka jest dokładna lokalizacja danej części (przydatna np. w przypadku potrzeby jej wymiany lub naprawy). Dodatkowo wyświetlane mogą być różnego rodzaju dane i informacje (np. katalogowe, tj. parametry, oznaczenia i numeracje) o wybranych komponentach. Przykładowo informacja o oznaczeniu symbolicznym danej części, umożliwi prawidłowy dobór części zamiennej, która będzie montowana w zamian za istniejącą



**Rys. 2. Zapoznaczenie się z budową obiektu z wykorzystaniem rzeczywistego obiektu:**  
a) komponenty robota mobilnego, b) umiejscowienie karty graficznej wewnątrz obudowy komputera

Najważniejszą funkcjonalnością systemu umożliwia wspomaganie czynności obsługowych (rys. 3). Użytkownik systemu wspomagany jest dzięki wyświetlaniu odpowiednich instrukcji, wykorzystujących interaktywne modele 3D nakładane na obraz obiektu fizycznego. Instrukcje „krok po kroku”, z wizualizacją czynności w czasie rzeczywistym powinny umożliwić sprawne przeprowadzenie czynności obsługowych także osobom bez wcześniejszego przeszkolenia. Taki sposób prezentacji instrukcji jest bardziej intuicyjny niż prezentacja instrukcji w klasycznej postaci (instrukcje drukowane). Instrukcje wizualizowane w trybie AR powinny zawierać:

- tekstowy opis sposobu realizacji danej czynności (możliwość wzbogacenia o filmy) (rys 3b),
- informacje o rodzaju wykorzystywanego narzędzia niezbędnego w trakcie realizacji czynności (np. typ i rozmiar klucza niezbędnego do demontażu pokrywy korpusu reduktora), w tym jego wizualizacja i symulacja sposobu użycia w trakcie realizacji danej czynności (rys. 3a, b),
- wizualną symulację danej czynności (np. sposób demontażu koła w pojeździe, czy podłączenia urządzenia peryferyjnego- rys. 3c).

Wiedza i dane na potrzeby systemu pozyskiwane są z procesu projektowania i konstruowania danej maszyny lub urządzenia, w ramach którego opracowywane są wirtualne modele 3D CAD.

Przykłady prezentowane na rys. 2 i rys. 3 dotyczą prostych obiektów, tj. reduktora, robota mobilnego czy komputera. System z powodzeniem może wspomagać użytkownika w trakcie obsługi lub szkolenia z obsługi o wiele bardziej skomplikowanych maszyn i urządzeń, tj. różnego rodzaju pojazdów, których obsługa jest często niezwykle skomplikowana i wymaga dużej wiedzy lub pewnego wspomagania komputerowego.



**Rys. 3. Instrukcje obsługi obiektu:**

- a) obsługa techniczna – demontaż koła robota mobilnego, b) obsługa techniczna – demontaż napędu optycznego
- c) obsługa operatorska – podłączenie przenośnej pamięci USB Flash Drive

## 5. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Pierwsze próby zastosowania interaktywnych elementów, w tym interaktywnych modeli geometrycznych w opracowywanych dokumentacjach techniczno-ruchowych autorów miały miejsce już kilkanaście lat temu [14] [15]. Natomiast pierwsze próby zastosowania systemu AR w procesie eksploatacji układów maszynowych w ramach badań w Katedrze Podstaw Konstrukcji Maszyn podjęte zostały dopiero kilka lat temu [8]. Analizując wyniki prowadzonych prac oraz obecnie realizowanych badań, można zauważyć spore korzyści płynące z zastosowania interaktywnych technologii oraz poszerzonej rzeczywistości szczególnie w procesie kształcenia w zakresie obsługi maszyn i urządzeń (głównie obsługi technicznej i operatorskiej).

Naturalną konsekwencją rozwoju wynikającą z zastosowania technologii komputerowych we wspomaganie eksploatacji systemów maszynowych jest strukturalizacja dotychczasowej tekstowej informacji i wprowadzenia technologii semantycznych [12] [13] [16]. Nowe wymagania wymuszają zastępowanie tekstowych, semantycznych ziaren informacji ziarnami wizualnymi i interaktywnymi. Doskonałym rozwiązaniem są interaktywne modele geometryczne. Kolejnym krokiem jest integracja ziaren tekstowych i modeli interaktywnych we wspólnym interfejsie poszerzonej rzeczywistości nałożona na aktualny stan obiektu technicznego będąca odpowiedzią na aktualną potrzebę informacyjną w procesie eksploatacji systemów technicznych.

Tryb poszerzonej rzeczywistości służący do wizualizacji wiedzy i danych może być bardziej intuicyjny niż tradycyjne sposoby wizualizacji z wykorzystaniem drukowanych instrukcji czy instrukcji wyświetlanych na płaskim ekranie komputerowym [9]. Wykorzystanie technik AR powinno ponadto skrócić czas zaangażowania personelu w przygotowanie różnego rodzaju dokumentacji, w stosunku do czasu opracowania



dokumentacji w modelu tradycyjnym (dla dokumentacji papierowej). Wynikać to powinno głównie z komputerowego wspomaganie procesu opracowania dokumentacji, gdzie wykorzystywane są istniejące gotowe modele 3D projektowanych układów. Dodatkowa korzyść płynąca z zastosowania poszerzonej rzeczywistości to, że dokumentacja opracowana w ten sposób może spowodować lepszą czytelność dla osób z niej korzystających (w tym osób szkolonych). Wiedza reprezentowana w formie modeli 3D przekazywana może być dokładnie w chwili występowania zapotrzebowania na nią i w taki sposób aby nie odwracać uwagi użytkownika od realizowanych w tym czasie przez niego czynności.

Techniki poszerzonej rzeczywistości stwarzają nowe możliwości w dziedzinie wspomaganie procesu kształcenia. Autorzy przedstawiają w artykule możliwości wykorzystania poszerzonej rzeczywistości w procesie kształcenia z zakresu obsługi technicznej i operatorskiej oraz do bezpośredniego wspomaganie często skomplikowanych czynności obsługowych. Prezentowane korzyści pozwalają mieć nadzieję, że pewnego dnia systemy tego typu staną się powszechnie stosowane i przyczynią się do racjonalizacji procesów kształcenia.

## 6. LITERATURA

- [1] AZUMA R.T.: A Survey of Augmented Reality. *Teleoperators and Virtual Environments* 6 (4), 1997, s. 355-385.
- [2] BILLINGHURST M., KATO H.: Collaborative mixed reality. In *Proceedings of the First International Symposium on Mixed Reality (ISMR 99)*, Springer Verlag, Berlin, 1999, s. 261–284.
- [3] DUNSTON P.S., WANG X., BILINGHURST M., HAMPSON B.: Mixed reality benefits for design perception. *ISARC*, Gaithersburg, 2002, s. 191-196.
- [4] FEINER, S., MACINTYRE, B., SELIGMANN, D.: Knowledge-based Augmented Reality. *Communications of the ACM*, 36(7), 1993, s. 53-62.
- [5] JANUSZKA M., MOCZULSKI W.: Augmented reality for machinery systems design and development. Pokojski J., Fukuda S., Salwiński J. (Eds.): *New World Situation – New Directions in Concurrent Engineering*, Springer, Berlin Heidelberg, 2010, s. 79-86.
- [6] JANUSZKA M., MOCZULSKI W.: Machinery design aided by augmented reality technology. *Computer Assisted Mechanics and Engineering Sciences*, No. 14, 2007, s. 621-630.
- [7] MIZELL D. W.: Virtual reality and augmented reality for aircraft design and manufacturing, *Proc. of WESCON/94 Conference: Idea/Microelectronics*, Anaheim (USA), 1994, s. 13–17.
- [8] MOCZULSKI W., PANFIL W., JANUSZKA M., MIKULSKI G.: Applications of augmented reality in machinery design, maintenance and diagnostics. In: R. Jablonski, M. Turkowski, R. Szewczyk, eds., *Recent Advantages in Mechatronics*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2007, s. 52-56.
- [9] NÖLLE S., KLINKER G.: Augmented Reality as a Comparison Tool in Automotive Industry. *Proc. of IEEE/ACM ISMAR 2006*, IEEE Computer Society, 2006, s. 249-250.
- [10] ONG S.K., NEE A.Y.C.: *Virtual and Augmented Reality Applications in Manufacturing* (1<sup>st</sup> ed.). Springer, 2004.
- [11] REINERS D., STRICKER D., KLINKER G., MULLER S.: Augmented reality for construction tasks: Doorlock assembly. *1st International Workshop on Augmented Reality-IWAR98*, San Francisco, 1998, s.31–46.

- [12] SKARKA W., Zastosowanie metod modelowania wiedzy w komputerowo wspomaganym projektowaniu. *Mechanik*, 12/2007, Warszawa, 2006, s. 1042-1046.
- [13] SKARKA W., Application of MOKA methodology in generative model creation using CATIA. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 20(5), Elsevier, 2006, s. 677-690.
- [14] SKARKA W., Wykorzystanie metod wirtualnego prototypowania do generowania elementów dokumentacji techniczno-ruchowej. *Mechanik*, 11/2004, Warszawa, 2004, s. 766-770.
- [15] SKARKA W., Wspomaganie procesu tworzenia dokumentacji techniczno-ruchowej dla wybranej grupy maszyn. Monografia. *Zeszyty naukowe Politechniki Śląskiej. Mechanika z.129*, Gliwice 1997.
- [16] SKARKA W., URBANEK G., Tworzenie dokumentacji techniczno-ruchowej w procesie projektowanie współbieżnego. *Systems: Journal of Transdisciplinary Systems Science*, Vol. 9, 2004, s. 778-785.
- [17] STOCK I., WEBER M., STEINMEIER E.: Metadata based authoring for technical documentation. In *SIGDOC'05*, Coventry (UK), 2005, ACM, s. 60-67.
- [18] ZHOU F., BEN-LIM DUH H., BILLINGHURST M.: Trends in Augmented Reality Tracking, Interaction and Display: a Review of Ten Years of ISMAR. *Proc. of the ISMAR'08*, Cambridge, 2008, s. 193-202.
- [19] ARToolKit Documentation [online] - HITLab. Data dostępu: 2011-07-22. Dostępne pod adresem: <<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/documentation>>.
- [20] Interaktywność [online], Wikipedia, Data dostępu: 2011-07-22, Dostępne pod adresem: <<http://pl.wikipedia.org/wiki/Interaktywno%C5%9B%C4%87>>.
- [21] IETM [online], Wikipedia, Data dostępu: 2011-07-22, Dostępne pod adresem: <<http://en.wikipedia.org/wiki/IETM>>.

## INTERACTIVE TECHNOLOGIES IN EDUCATION

**Abstract:** The authors present in the paper innovative interactive technologies which can be used in education process. A prototype system aiding the user during training (in maintenance service) and operating machinery, is presented by the authors. The system uses new technologies of visualization called Augmented Reality (AR) which allow to combine an interactive, computer generated world with an interactive real world in such a way that they appear as one synthesized environment. The user with the use of the system has possibility to receive necessary information and knowledge in place of the occurrence of demand and just in time.

**Key words:** augmented reality, interactive technologies, education, CAx

*Artykuł częściowo prezentuje wyniki badań realizowanych w ramach grantu nr. N N502 448339 pt. «Metoda wspomaganie procesu projektowania i konstruowania z zastosowaniem "poszerzonej rzeczywistości"», finansowanego przez MNiSW.*