

Mgr inż. Marcin JANUSZKA, email: marcin.januszka@polsl.pl
Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn, Politechnika Śląska

TECHNIKI POSZERZONEJ RZECZYWISTOŚCI W PROCESIE OPRACOWANIA PRODUKTU¹

Streszczenie: W artykule przedstawiono system do wspomagania prac projektowo-konstrukcyjnych w ramach różnych etapów procesu opracowania produktu (środka technicznego): projektowania koncepcyjnego, projektowania konstrukcyjnego, projektowania technologicznego oraz opracowania różnorodnych nowoczesnych dokumentacji. System bazuje na metodzie wizualizacji wykorzystującej techniki tzw. poszerzonej rzeczywistości (ang. augmented reality, AR). Poszerzona rzeczywistość pozwala łączyć komputerowo generowany świat wirtualny ze światem rzeczywistym w taki sposób aby stanowiły one jedno zsyntezowane środowisko. Wykorzystanie nowoczesnych technik wizualizacji tj. AR w procesie opracowania produktu pozwala na znaczne zwiększenie efektywności tego procesu.

AUGMENTED REALITY TECHNIQUES IN PRODUCT DEVELOPMENT PROCESS

Abstract: This paper describes a system aiding a design work in the different stages of the product development process: conceptual design, constructional design, technological design and development of a modern documentation. The system is based on the method of visualization using an augmented reality techniques. Augmented reality allows to combine a computer generated virtual world with a real world in such a way that they appear as one environment. Using advanced visualization techniques such as AR in the product development process can significantly increase the efficiency of this process.

1. WPROWADZENIE

We współczesnym świecie stawianych jest wiele wymagań dla rynku, który powinien oferować klientom zaspokojenie ich potrzeb, w jak najkrótszym czasie i po możliwie najniższej cenie. Duży wpływ na koszty ma projektant. Niewłaściwie przyjęte założenia lub błędne decyzje wymagają zawsze wprowadzenia zmian projektowych. Zmiany mogą być przeprowadzane na różnych etapach opracowania produktu (przyszłego środka technicznego). Im później ma to jednak miejsce tym bardziej ograniczają się możliwości ich wprowadzenia i rosną koszty ich wprowadzenia. Dlatego im projektant będzie miał dostęp do wydajniejszych metod i środków wspomagania tym jego decyzje będą trafniejsze, a tym samym ograniczona zostanie konieczność wprowadzania zmian projektowych.

Obecnie w każdym nowoczesnym biurze projektowo-konstrukcyjnym mamy do czynienia z technikami komputerowymi. Większość czynności realizowanych podczas procesu projektowo-konstrukcyjnego może być wspomagana komputerowo [2]. Inżynier ma do dyspozycji wiele systemów wspomagających wszystkie fazy rozwoju środka technicznego: począwszy od koncepcji, poprzez konstrukcję i technologię, normowanie prac i zapotrzebowania materiałowego, planowanie i generowanie programów na urządzenia sterowane numerycznie, a kończąc na zarządzaniu przedsiębiorstwem. Konieczność skrócenia czasu opracowania produktu wymusza działania, których celem jest automatyzacja poszczególnych faz rozwoju tego produktu. Automatyzacja może być osiągnięta poprzez komputerową integrację danych, czyli przy wykorzystaniu metod i narzędzi komputerowych [2].

Przez ostatnie kilkanaście lat na świecie i w kraju badania prowadzone nad metodami wizualizacji podczas projektowania i konstruowania w różnych etapach rozwoju produktu dotyczyły głównie techniki wirtualnej rzeczywistości. Wyniki badań w tym zakresie prezentują liczne zagraniczne oraz krajowe jednostki naukowe. W ostatnich

¹ Praca naukowa finansowana ze środków budżetowych na naukę w latach 2010-2012 jako projekt badawczy.

latach podejmowane są próby wspomaganie różnych etapów procesu opracowania produktu poprzez zastosowanie technik tzw. poszerzonej (rozszerzonej lub wzbogaconej) rzeczywistości (ang. augmented reality, AR). Coraz bardziej powszechne zainteresowanie technikami poszerzonej rzeczywistości wiąże się z korzyściami jakie one ze sobą niosą – przede wszystkim możliwością dodania do tego, co odbieramy własnymi zmysłami, informacji płynących z komputera [1]. Zamiast całkowicie zastąpić świat otaczający człowieka sztucznym – wirtualnym – światem (jak ma to miejsce w przypadku np. wirtualnej rzeczywistości), AR umożliwia wzbogacenie tego świata poprzez dodanie potrzebnych informacji i wiedzy, które mogą zwiększyć pewność działania człowieka. Nowoczesne techniki wizualizacji, jak poszerzona rzeczywistość pozwalają przedstawiać świat wirtualny w sposób niezwykle intuicyjny np. w postaci trójwymiarowej z możliwością oglądania przedmiotów z dowolnej perspektywy, o teksturach nieodróżnialnych od rzeczywistych tekstur realnych przedmiotów, w dowolnej skali [4].

2. BUDOWA SYSTEMU POSZERZONEJ RZECZYWISTOŚCI

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 tj. [1]: 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 tj. [1]: wyświetlacze montowane na głowie (ang. *Head Mounted Display, HMD*), wyświetlacze trzymane w rękach (ang. *Hand Held Display, HHD*), wyświetlacze montowane 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].

Podstawowe komponenty sprzętowe dla opracowanego w Katedrze Podstaw Konstrukcji Maszyn Politechniki Śląskiej systemu AR wspomagającego projektantów i konstruktorów, w trakcie realizacji procesu opracowania produktu to (rys. 1): komputer-stacja robocza CAD, wyświetlacz nagłowny (ang. *Head Mounted Display, HMD*) I-glasses i-3PC 3D, optyczny system śledzący wykorzystujący kamerę internetową Logitech HD Webcam C910 oraz zestaw drukowanych markerów. Do wyświetlacza HMD przymocowana jest kamera. Kamera rejestruje obraz świata otaczającego użytkownika systemu i przesyła zarejestrowane obrazy do komputera. Za pomocą wyświetlacza HMD 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 oraz BuildAR [6]. Oprogramowanie to bazuje na technice komputerowej analizy 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 zastosowane oprogramowanie wykorzystuje drukowane markery i wyświetlacz HMD z kamerą. Szczegółowo proces nakładania obiektów wirtualnych na obraz świata rzeczywistego autor przedstawia m.in. w [4] i [5]



Rys. 1 Komponenty systemu AR

3. SYSTEM AR W PROCESIE OPRACOWANIA PRODUKTU

Poszerzona rzeczywistość może stanowić doskonałe narzędzie wspomagające projektantów i konstruktorów w pracy, w ramach różnych etapów procesu opracowania produktu [4][5]. W dalszej części artykułu zaprezentowane zostały możliwości zastosowania opracowanego w Katedrze Podstaw Konstrukcji Maszyn Politechniki Śląskiej systemu poszerzonej rzeczywistości.

3.1 Zastosowanie AR w projektowaniu koncepcyjnym

W jednym z pierwszym etapów opracowania produktu tj. projektowaniu koncepcyjnym kreowane oraz prezentowane są pomysły. Kreowanie pomysłów następuje najczęściej w wyniku komunikacji bezpośredniej z występowaniem dwóch typów myślenia: asocjacyjnego (skojarzeniowego) i logicznego. W takim przypadku odpowiednia wizualizacja pomysłów (tzw. myślenie wizualne) odgrywa istotną rolę. Pomysły często powstają lub są omawiane w trakcie licznych rozmów prowadzonych pomiędzy projektantami oraz klientem. W trakcie prezentacji przez projektantów pewnych propozycji rozwiązań klient często nie ma odpowiedniego wyobrażenia o przyszłym produkcie oraz jego funkcjonalności, szczególnie jeżeli ma do czynienia wyłącznie z płaskimi szkicami na papierze lub monitorze komputera, których nie jest w stanie zrozumieć ze względu na brak pewnej wiedzy. Zarówno dla projektanta jak i dla klienta istotne jest z aby jeden rozumiał drugiego. Omawianie rozwiązań z klientem wspomagane technikami AR (rys. 2) pozwalającymi na przestrzenną wizualizację pomysłów może usprawnić współpracę projektanta z tym klientem oraz wyeliminować nieporozumienia pomiędzy nimi. Poszerzona rzeczywistość pozwoli lepiej zaprezentować pomysły (konceptcje) i intencje projektantów klientowi, który często posiada mniejszą wiedzę w danej dziedzinie. Prezentacja trójwymiarowych modeli o małym stopniu uszczegółowienia (z jakimi mamy do czynienia na tym etapie procesu opracowania produktu) nie zawsze jest wystarczająca do prawidłowego zrozumienia i postrzegania pomysłów prezentowanych przez projektantów. Istotna jest potrzeba prezentowania przyszłego środka technicznego, w taki

sposób, aby klient miał możliwość zobaczenia, jak będzie on wyglądał i działał w przyszłym otoczeniu (środowisku). W ten sposób można zaprezentować koncepcję np. wariantów wyposażenia, czy ergonomicznego rozmieszczenia elementów wewnątrz kokpitu. Różne rozwiązania koncepcyjne mogą być prezentowane klientowi, który bierze udział w procesie konceptowania, a po uzyskaniu i uwzględnieniu jego uwag w szybki sposób zmodyfikowane i ponownie zaprezentowane.



Rys. 2 Prezentacja klientowi koncepcji produktu (myśliwca) oraz wariantów wyposażenia (uzbrojenia)

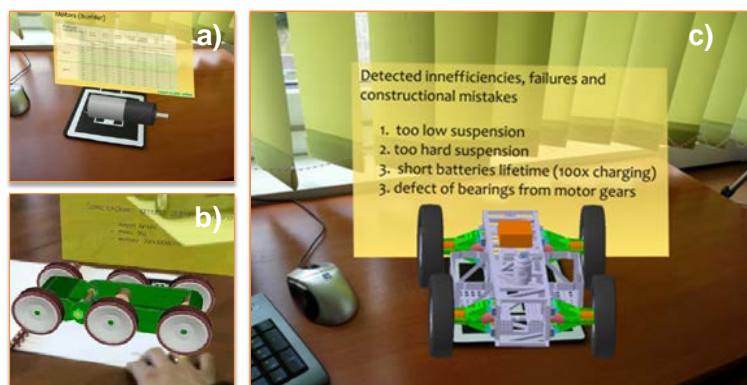
System poszerzonej rzeczywistości może służyć projektantom lub grupie projektowej podczas sesji burzy mózgów do efektywniejszego wyboru rozwiązania optymalnego z grona potencjalnych rozwiązań. Dla podjęcia prawidłowej decyzji i oceny koncepcji bardzo często istotne jest odpowiednie przedstawianie (wizualizacja) danego projektu. Dzięki nowoczesnym systemom wizualizacji możliwe jest zwiększenie czytelności projektowanych układów.

Projektowane układy mają bardzo często pewien związek z innymi istniejącymi już w otaczającym nas świecie obiektami lub układami, są elementami składowymi większych układów lub działają w ich otoczeniu. Wykorzystanie poszerzonej rzeczywistości daje nam możliwość efektywnej oceny projektu koncepcyjnego w odniesieniu do układów rzeczywistych poprzez wizualizację trójwymiarowych obiektów nałożonych na obiekty rzeczywiste. W ten sposób można do dalszego rozwoju dokonać wyboru rozwiązania optymalnego np. przeprojektowywanych przycisków i przełączników deski rozdzielczej samochodu. Różne koncepcje w postaci wirtualnych modeli wyświetlane mogą być w miejscu istniejącej rzeczywistej deski rozdzielczej samochodu w celu porównania i oceny np. pod kątem ergonomii i estetyki.

3.2 Zastosowanie AR w projektowaniu i konstruowaniu

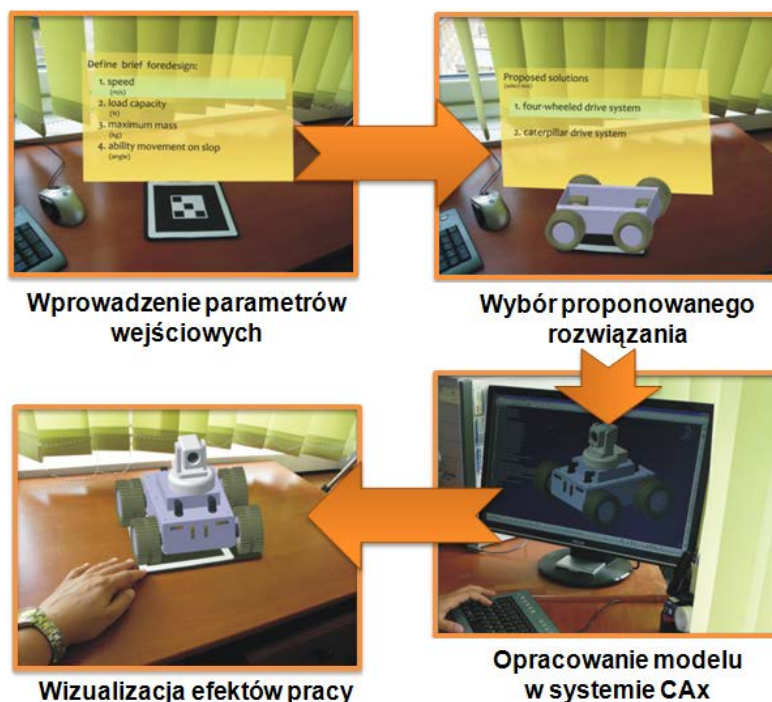
W procesach projektowo konstrukcyjnych wynik projektowania jest bezpośrednio zależny od posiadanej wiedzy. Aby polepszyć pracę zespołów projektowo-konstrukcyjnych należy dać tym zespołom narzędzia które pozwolą im identyfikować, zapisywać, pielęgnować i w szczególności stosować wiedzę. Odpowiednia wiedza jest podstawą, aby właściwie zaprojektować niezawodny środek techniczny. Istotny jest efektywny sposób przekazywania tej wiedzy projektantowi. Przeglądanie danych z bazy danych, niezbędnych dla projektanta w trakcie pracy również może odbywać się właśnie w trybie AR (rys. 3). System AR powinien umożliwiać wyświetlanie informacji w postaci opisów, schematów, tabel, wykresów, zdjęć, animacji, filmów wzbogacanych informacjami głosowymi. Dane takie mogą być powiązane z trójwymiarowymi modelami istniejących rozwiązań konstrukcyjnych, których dane te dotyczą. Informacje wyświetlane wokół użytkownika systemu powinny być przydatne w trakcie realizacji przez niego prac projektowo-konstrukcyjnych. Projektant chcąc dobrać istniejący układ napędowy do projektowanego pojazdu może np. zapoznać się z tabelami oraz opisami istniejących i

zapisanych w bazie rozwiązań konstrukcyjnych, obejrzeć trójwymiarowy model danego rozwiązania, a po zaakceptowaniu wyeksportować go do projektu realizowanego w systemie CAx. Wyeksportowane wirtualne modele można użyć w procesie cyfrowego prototypowania produktu.



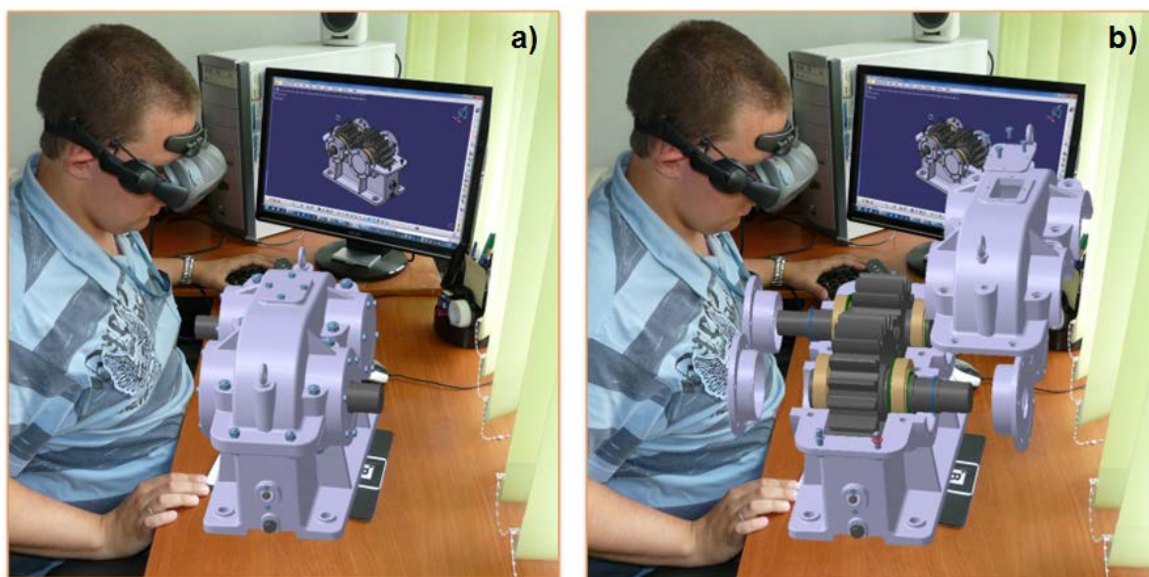
Rys. 3. Przegląd z bazy danych istniejących rozwiązań stosowanych w robotach mobilnych: a) analiza silników, b) analiza układu zawieszenia, c) zapoznanie się z wykrytymi na etapie eksploatacji wadami istniejącego rozwiązania

Dalej idącą formą wspomagania projektanta i konstruktora jest integracja systemu AR z systemem doradczym oraz systemem CAx (rys. 4). System AR mógłby wyświetlać projektantowi podpowiedzi (np. propozycje rozwiązań konstrukcyjnych, wskazówki dotyczące doboru cech konstrukcyjnych projektowanego układu) pochodzące z systemu wspomagania podejmowania decyzji (systemu doradczego). Rozwiązania sugerowane przez system doradczy, w postaci modeli 3D mogą być wyeksportowane do systemu CAD. Warunkiem jest ich dostępność w bazie danych zawierającej modele elementów lub pewnych większych układów. Wyeksportowane modele mogą zostać użyte w procesie opracowania nowego produktu (zmodyfikowane, rozbudowane), a po zakończeniu procesu projektowo-konstrukcyjnego ponownie wyświetlone w trybie AR w celu dokonania niezbędnych ocen i analiz.



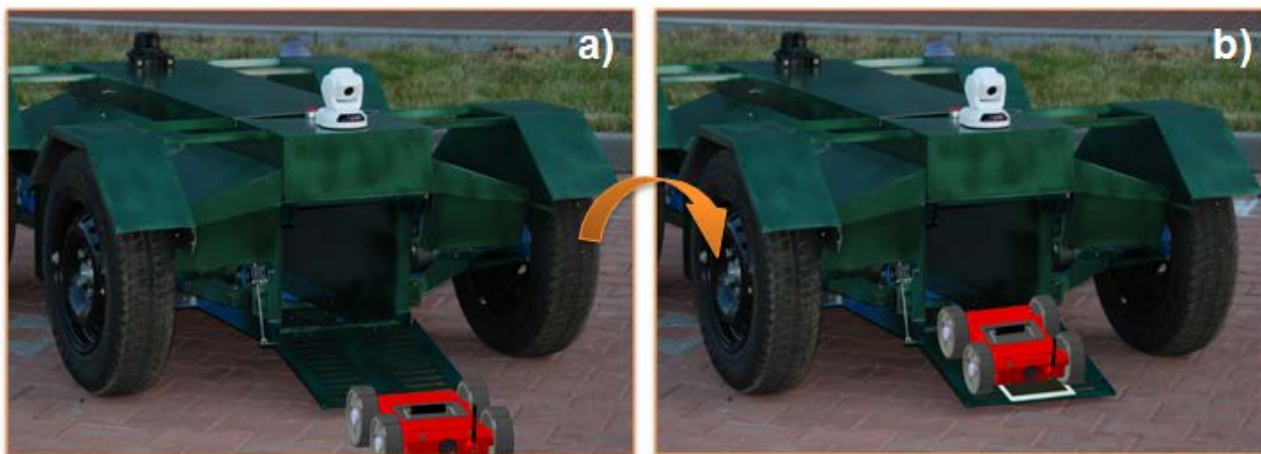
Rys. 4 Działanie systemu AR zintegrowanego z systemem doradczym oraz systemem klasy CAx

Systemy bazujące na technikach poszerzonej rzeczywistości stwarzają możliwość efektywnej wizualizacji w trakcie różnych etapów procesu konstruowania (modelowania, optymalizacji, symulacji). Obecnie opracowywane są projekty coraz bardziej skomplikowanych układów, co coraz bardziej utrudnia możliwość wyobrażenia sobie, jak będzie funkcjonować i wyglądać wytwór i jego różne podsystemy składowe także osobom biorącym udział w procesie jego rozwoju (głównie projektantom i konstruktorom). W przypadku oceny opracowanego rozwiązania przez grupę projektantów dzięki zastosowaniu systemu AR, każdy z projektantów ma możliwość oglądania efektów pracy w trybie AR w intuicyjny sposób, ze swojej perspektywy oraz w dowolnej skali (w tym 1:1). Wizualizacja w trybie AR daje możliwość zmiany perspektywy patrzenia na wyświetlany trójwymiarowy model. Możliwa jest zmiana położenia użytkownika względem statycznie umiejscowionego wirtualnego modelu, jak i odwrotne działanie - poruszanie modelem przy braku zmiany położenia użytkownika. Każdy z użytkowników ma widok na model ze swojej własnej perspektywy oraz ma możliwość interakcji (także manipulowania położeniem i orientacją) z wyświetlanymi obiektami. Stwarza to możliwość lepszego zrozumienia proponowanych w projekcie rozwiązań i pozwoli skrócić czas podejmowania decyzji. Poszerzona rzeczywistość może zostać wykorzystana przez projektanta do wizualizacji efektów swoich prac projektowo-konstrukcyjnych w postaci modeli 3D (rys. 5) lub symulacji (np. kinematycznej) celem weryfikacji wykonanej pracy.



Rys. 5 Wizualna analiza w trybie AR opracowanego projektu reduktora

W niektórych przypadkach wykorzystanie systemu AR może usprawnić proces oceny danego rozwiązania (np. weryfikację wymiarową). Wyobraźmy sobie sytuację, że chcemy sprawdzić czy opracowane rozwiązanie małego robota mobilnego gwarantuje, że wjedzie on po rampie wjazdowej i zmieści się w przestrzeni ładunkowej dużego robota transportowego (rys. 6). Wykorzystanie systemu AR eliminuje konieczność dokonania pomiarów i pewnych obliczeń, a oceny możemy dokonać wzrokowo, w prosty sposób. Zastosowanie AR często ogranicza konieczność opracowania czasochłonnych modeli otoczenia (nawet uproszczonych) projektowanego obiektu, gdyż weryfikacji możemy dokonać z wykorzystaniem fizycznie istniejącego obiektu.



Rys. 6 Weryfikacja możliwości wjazdu projektowanego robota inspekcyjnego do przestrzeni ładunkowej rzeczywistego robota transportowego

3.3 Zastosowanie AR w projektowaniu technologicznym

Techniki wirtualne mogą znacząco usprawnić działania projektantów odpowiedzialnych za m.in.: projektowanie procesów i systemów wytwarzania oraz montażu przyszłego środka technicznego, projektowanie urządzeń technologicznych niezbędnych do wytworzenia produktu, projektowanie rozmieszczenia tych urządzeń na hali produkcyjnej oraz analizę ergonomii stanowisk pracy [3].

W systemach produkcyjnych często dokonywane są zmiany (tj. zmiana istniejących maszyn na inne) lub uzupełnienie parku maszynowego o nowe maszyny. W takiej sytuacji projektant wspomagany systemem AR może przemieszczając się po hali produkcyjnej wizualizować brakujące maszyny. Możliwe jest także zastępowanie istniejących rzeczywistych maszyn innymi wirtualnymi maszynami. W ten sposób możliwe jest planowanie rozmieszczenia maszyn lub analiza założeń i ograniczeń dla maszyn dodawanych do systemu wytwórczego. Wykorzystanie poszerzonej rzeczywistości pozwala w sposób zbliżony do rzeczywistości wizualizować całe linie lub gniazda produkcyjne oraz symulować ich działanie łącznie z efektami dźwiękowymi na tle istniejącej hali produkcyjnej.

Prawidłowo zaprojektowane stanowisko pracy pozwala operatorowi pracować we właściwy sposób, eliminując tym samym ryzyko urazów oraz stresu. Środowisko poszerzonej rzeczywistości stanowi idealne rozwiązanie dla analizy opracowanego projektu stanowiska pracy (maszyny wytwórczej) pod kątem ergonomii. Podejście takie umożliwia prezentację opracowanego wirtualnego projektu maszyny w rzeczywistym środowisku jej działania, ograniczając tym samym potrzebę tworzenia rzeczywistych makiet. Zastosowanie AR pozwoli na dokonanie analizy np.: wymiarów urządzenia pod kątem dostosowania do wzrostu człowieka, rozmieszczenia wyświetlaczy lub przycisków z punktu widzenia ergonomii. Osoba dokonując analizy pod kątem ergonomii może mieć możliwość interakcji z wirtualną maszyną.

3.4 Opracowywanie dokumentacji w nowoczesnej formie

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). Aby obniżyć koszty opracowania dokumentacji konieczne jest komputerowe wspomaganie tych działań. W przypadku różnego rodzaju 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. Dokumentacja powstaje wtedy bez wspomagania komputerowego, nawet jeśli sam proces projektowo-konstrukcyjny był silnie wspomagany

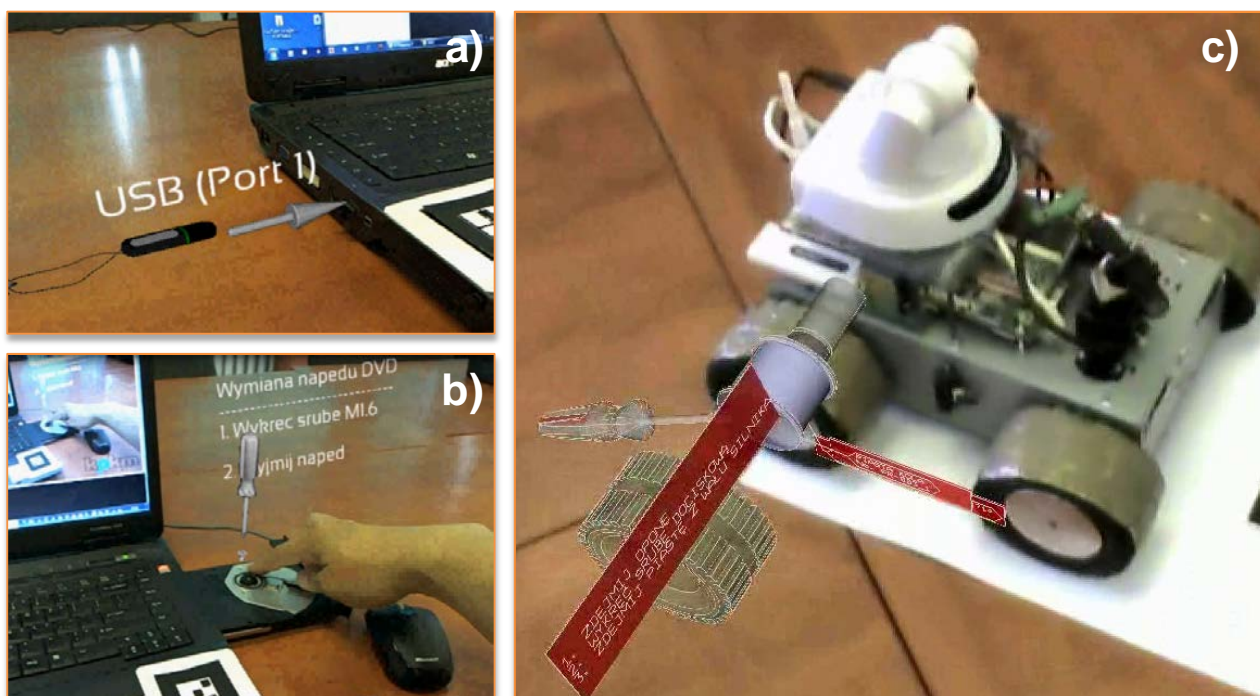
komputerowo. Zastosowanie technik komputerowych, jak np. poszerzona rzeczywistość może znacznie skrócić czas opracowania dokumentacji. System AR daje osobie przygotowującej dokumentację bardziej czytelne informacje o produkcie, którego ta dokumentacja dotyczy. Trójwymiarowy interaktywny model produktu 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 równolegle z procesem projektowania danego urządzenia.

Dodatkowa korzyść płynąca z zastosowania poszerzonej rzeczywistości to, że dokumentacja opracowana w ten sposób może spowodować lepszą czytelność dla osób z niej korzystających. Obecnie informacje dotyczące montażu, 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 rozpraszające 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 i dokładnie w chwili kiedy są mu one potrzebne („just-in-time”) (rys. 7). Przekazywane za pośrednictwem systemu AR instrukcje (wzbogacone animacjami 3D oraz filmami) powinny być także bardziej jasne dla użytkownika niż opisy tekstowe czy rysunki 2D. Instrukcje wizualizowane w trybie AR mogą zawierać:

- tekstowy opis sposobu realizacji danej czynności (możliwość wzbogacenia o filmy),
- 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,
- wizualną symulację danej czynności (np. sposób demontażu koła w pojeździe, czy podłączenia urządzenia peryferyjnego).

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 naprawy skomplikowanego i drogiego obiektu bez obawy o możliwość jego zniszczenia lub uszkodzenia.

Podstawowa korzyść wynikająca z zastosowania tego typu systemów to możliwość wspomaganie człowieka, który normalnie nie musi posiadać wiedzy i doświadczenia koniecznych do realizacji danej czynności (montażu, naprawy). System wyświetlając odpowiednie sekwencje działań oraz instrukcje jak je realizować wspomagałby użytkownika w sposób bardziej efektywny niż gdyby miał on korzystać z „płaskich instrukcji”.



Rys. 7. Dokumentacja obsługi obiektu: a) obsługa operatorska – podłączenie przenośnej pamięci USB Flash Drive, b) obsługa techniczna – demontaż napędu optycznego, c) obsługa techniczna – demontaż koła robota mobilnego

4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Potrzeba prezentacji środka technicznego w sposób kompleksowy począwszy od fazy koncepcji, celem umożliwienia podejmowania odpowiednich decyzji co do wyboru optymalnych rozwiązań, wymaga udoskonalania metod wizualizacji. Odpowiednia wizualizacja umożliwi bowiem większą swobodę w podejmowaniu decyzji w fazie wyboru rozwiązań przyjętych dla wytworu oraz ułatwia unikanie błędów powstałych przy tworzeniu trójwymiarowych modeli cyfrowych. W tym zakresie duże możliwości niesie ze sobą wykorzystanie technik poszerzonej rzeczywistości.

Tryb poszerzonej rzeczywistości służący do wizualizacji opracowywanego przyszłego środka technicznego może być bardziej intuicyjny niż tradycyjne sposoby wizualizacji (np. na płaskich ekranach lub monitorach). 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 (np. serwisowa, montażowa) opracowana w ten sposób może spowodować lepszą czytelność dla osób z niej korzystających.

Badania naukowe prowadzone w kierunku efektywnej wizualizacji trójwymiarowych modeli układów maszynowych potwierdzają korzyści płynące z zastosowaniem poszerzonej rzeczywistości w obszarze projektowania i konstruowania. W ramach badań często dowodzi się znaczne skrócenie czasu opracowania przyszłego produktu, a tym samym zmniejszenie kosztów. Szczególnie zauważalne jest to w przypadku prac rozwojowych dla produktów wymagających przygotowywania dużych makiet rzeczywistych (np. prototypów samochodów) we wstępnych fazach procesu rozwoju produktu. Badania z zastosowaniem systemów AR wykazują, że dla projektanta prezentacja aktualnego stanu projektu urządzenia poprzez wirtualny model wyświetlany w

niezwykle realistyczny sposób jest jednakowo korzystna jak prezentacja prototypu fizycznego, koszty natomiast są nieporównywalnie mniejsze.

Także często zdarza się, że przyszły klient także chciałby zobaczyć swój projekt zanim trafi on do produkcji. Do tego celu również można wykorzystać realistyczne wizualizacje, pozwalające prezentować trójwymiarowe modele (z nałożonymi realistycznymi teksturami, cieniami, w odpowiednim oświetleniu) oraz różnego rodzaju interaktywne symulacje (w tym symulacje zachowania wytworu w rzeczywistych warunkach). Do takiej prezentacji wirtualnych prototypów przyszłemu klientowi może także znakomicie służyć system AR.

Technologia rzeczywistości poszerzonej znajduje się w stosunkowo wczesnej fazie rozwoju, stąd na chwilę obecną nie jest ona wykorzystywana powszechnie w systemach komputerowego wspomagania procesu opracowania produktu. Zdaniem autora szybki rozwój zasobów sprzętowych (w tym głównie wyświetlaczy HMD, systemów śledzących oraz samych komputerów) pozwoli na rozwój tej stosunkowo nowej technologii. Technologia ta niesie korzyści mogące w przyszłości spowodować stopniowe odejście od tradycyjnych systemów wirtualnej rzeczywistości.

LITERATURA

- [1] Azuma R.T., *A survey of augmented reality*. Teleoperators and Virtual Environments, 6, 4(1997): 355–385, 1997.
- [2] Chlebus E., *Techniki komputerowe CAx w inżynierii produkcji*. WNT, Warszawa, 2000.
- [3] Duda J., Pobożniak J., *Projektowanie procesów i systemów wytwarzania w środowisku PLM Delmia*. Mechanik, 1:55, 2001.
- [4] Januszka M., Moczulski W., *Augmented reality system for aiding engineering design process of machinery systems*, Journal of Systems Science and Systems Engineering, 20 (3): 294-309, Springer, 2011.
- [5] Moczulski W., Januszka M., Panfil W., *Aiding the processes of machinery design, maintenance and diagnostics using augmented reality*, Diagnostyka, 3(51): 83-86, 2009.
- [6] ARToolKit Documentation – HITLab, dostępne dn. 31 października 2011r.: <<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/documentation/>>