

Dr inż. Marcin Januszka
marcin.januszka@polsl.pl
Politechnika Śląska

Roman Pilch
roman.pilch@pilchr.pl
Z.P.H. Pilch

DIGITALIZACJA I WIZUALIZACJA 3D PRODUKTÓW Z SYSTEMEM POSZERZONEJ RZECZYWISTOŚCI

Streszczenie: Artykuł prezentuje zagadnienia intuicyjności dokumentacji produktowej i materiałów marketingowych. Zwiększenie intuicyjności istniejącej dokumentacji i materiałów marketingowych dokonano poprzez przeniesienie komunikacji z płaszczyzny dwuwymiarowej na interaktywną trójwymiarową, dzięki zastosowaniu technik poszerzonej rzeczywistości. Ogólnym rezultatem prac jest opracowany innowacyjny system bazujący na technikach poszerzonej rzeczywistości do wirtualizacji i wizualizacji produktów firmy PILCH – producenta zabawek z drewna. Prezentacja wirtualnego produktu głównie w formie trójwymiarowych i fotorealistycznych modeli realizowana jest bezpośrednio na stronach katalogów produktowych. Prezentacja może odbywać się przy użyciu drukowanego katalogu produktów przedsiębiorstwa, zawierającego specjalne markery lub wyłącznie przy użyciu samych markerów udostępnianych na stronie internetowej producenta, do samodzielnego wydruku. System bazuje na ogólnodostępnej darmowej przeglądarce scen poszerzonej rzeczywistości (BuildAR Viewer), tak aby swobodnie mogli z niego korzystać pracownicy i klienci przedsiębiorstwa.

Słowa kluczowe: poszerzona rzeczywistość, wizualizacja produktu, techniki interaktywne, model 3D, rekonstrukcja 3D

DIGITIZATION AND 3D VISUALIZATION OF PRODUCTS WITH THE USE OF AUGMENTED

Summary: The paper presents the issues on intuitiveness of product documentation and marketing materials. Increasing the intuitiveness of existing documentation and marketing materials was achieved by the transfer of communication from the classical level of communication with the use of 2D objects to an interactive three-dimensional level, with the use of augmented reality techniques. The result is an innovative system based on augmented reality techniques for digitization and visualization of PILCH company products. Virtual products presentation (mainly in the form of three-dimensional and realistic models) is carried out directly on the pages of products catalogs. The presentation can be done using the printed catalog containing special markers or with self-printing markers (from company website). The system is based on a public-domain free augmented reality browser (BuildAR Viewer) and therefore the system could be freely used by employees and customers of the company.

Keywords: augmented reality, product visualization, interactive techniques, 3D model, reconstruction 3D

1. WPROWADZENIE

Od dawna wszelkie formy prezentacji wspomagane są nowoczesnymi technikami komputerowymi, które pozwalają skutecznie przenieść komunikację z płaszczyzny tekstowej do multimedialnej – obrazowej [2]. W ostatnich latach na świecie intensywnie rozwijają się techniki komputerowe tzw. poszerzonej rzeczywistości (ang. augmented reality, AR). Techniki te idą dalej w sposobie komunikacji, tym samym prezentacji wszelkiej wiedzy, niż tradycyjne techniki multimedialne. Poszerzona rzeczywistość

pozwała łączyć interaktywny wirtualny (komputerowo generowany) świat ze światem rzeczywistym, tak aby stanowiły one wspólnie, zsyntezowane środowisko. W ten sposób poprzez odpowiednie wyświetlacze możemy zobaczyć w nowym wymiarze, w naszym otoczeniu, to czego normalnie nie widzimy za pomocą samych oczu. Obiektami wzbogacającymi obraz świata widziany przez człowieka mogą być wirtualne trójwymiarowe modele, filmy, zdjęcia, schematy, a także etykiety tekstowe, dodatkowo uzupełnione elementami dźwiękowymi. Wirtualne obiekty mogą być interaktywne oraz tak fotorealistycznie przedstawiane, że nie będziemy w stanie rozpoznać, że nie są one obiektami rzeczywistymi.

Zagadnienia komunikacji z klientem i odpowiedniego przedstawienia swojej oferty produktowej są traktowane jako niezwykle istotne przez wielu producentów. W ciągu ostatnich lat na świecie coraz częściej producenci wprowadzają interaktywne katalogi swoich produktów, zapewniające o wiele bardziej intuicyjne i efektowne sposoby prezentacji. Jedną z firm, która oferuje swoim klientom interaktywne katalogi jest IKEA. System interaktywnych katalogów IKEA stwarza możliwość obejrzenia wybranego produktu dla domu z wykorzystaniem poszerzonej rzeczywistości, aby upewnić się, że planowany zakup będzie pasował do wystroju oraz będzie miał idealny rozmiar, styl i kolor dopasowany do wnętrza [5]. Dodatkowo poza katalogiem wirtualne produkty wizualizowane mogą być w rzeczywistym miejscu ich przyszłego użytkownika (np. wirtualne łóżko w rzeczywistym pokoju sypialnym). Katalog jest niezwykle przydatny, gdyż jak wykazują badania sieci IKEA około czternaście procent ich klientów przyznało się do kupowania rzeczy, które były niewłaściwie dopasowane do miejsca ich użytkownika. Zastosowanie takiego interaktywnego katalogu w dużym stopniu, jeszcze przed zakupem pozwala ograniczyć to ryzyko do minimum.

Nieco inna forma prezentacji oferty produktowej zastosowana została przez producenta klocków LEGO. Firma oferuje swoim klientom system pozwalający na obejrzenie wirtualnego modelu wybranego zestawu klocków w skali 1:1, bezpośrednio na pudełku klocków [8]. Tym samym klient może zamiast na płaskim zdjęciu zobaczyć jak będzie wyglądał zestaw klocków po złożeniu. Daje to klientom o wiele lepsze wyobrażenie wielkości zestawu po złożeniu, co jest ciężkie do wyobrażenia sobie na podstawie zwykłego zdjęcia z pudełka.

W innej branży – motoryzacyjnej, gdzie działania marketingowe mają niezwykle istotny wpływ na poziom sprzedaży, niektórzy producenci w ostatnich latach również zaczęli stosować techniki poszerzonej rzeczywistości do prezentacji oferty produktowej. Producenci takich marek jak Nissan, Mini, Toyota udostępniają tradycyjne drukowane foldery reklamowe swoich samochodów wraz z dodatkową aplikacją pozwalającą wizualizować oferowane modele samochodów [4][6][7]. Wirtualne modele samochodów wyświetlane są w odpowiednim miejscu na drukowanym folderze. Klient za pomocą aplikacji poszerzonej rzeczywistości może zobaczyć jak danym model wygląda w różnych rodzajach nadwozia i kolorystyce lub konfiguracjach wyposażenia. Modele te są najczęściej interaktywne, tak że klienci wskazując na ekranie wyświetlacza (smartfona, tabletu) odpowiednie elementy samochodu może np. otwierać/zamykać drzwi, zmienić rodzaj obręczy kół (felg), usłyszeć dźwięk silnika itd. W ten sposób możliwe jest porównanie kilku wariantów i wybranie optymalnego dla siebie samochodu.

Niniejszy artykuł przedstawia próbę bardziej kompleksowego rozwiązania problemu digitalizacji produktów oraz intuicyjności sposobu ich prezentacji klientom. Celem prowadzonych prac wspólnie realizowanych przez pracownika Instytutu Podstaw Konstrukcji Maszyn Politechniki Śląskiej i pracowników przedsiębiorstwa PILCH było opracowanie systemu do wirtualizacji i wizualizacji produktów, w formie interaktywnego katalogu, w celu umożliwienia bardziej intuicyjnego sposobu prezentacji oferty produktowej. System i jego działanie przedstawiono w kolejnych rozdziałach artykułu.

2. SYSTEM WIZUALIZACJI PRODUKTÓW I JEGO KOMPONENTY

Opracowany system pozwala na prezentację produktów z oferty firmy PILCH oraz wiedzy związanej z tymi produktami w nowoczesnej, interaktywnej postaci. Do prezentacji produktów zastosowano technologię poszerzonej rzeczywistości. Prezentacja produktów firmy PILCH realizowana jest głównie w formie wirtualnych trójwymiarowych modeli tych produktów wzbogacających obraz świata rzeczywistego widziany przez człowieka. Wirtualne elementy mogą być interaktywne oraz tak realistycznie przedstawiane, że nie będziemy w stanie rozpoznać, że nie są one elementami rzeczywistymi. Wizualizacja modeli 3D, stanowi uzupełnienie tradycyjnych katalogów ofertowych (papierowych/drukowanych, elektronicznych/internetowych).

W ramach prowadzonych prac opracowano interaktywny katalog produktów PILCH w dwóch wariantach [3]:

- Interaktywny katalog PILCH,
- Interaktywny produkt PILCH.

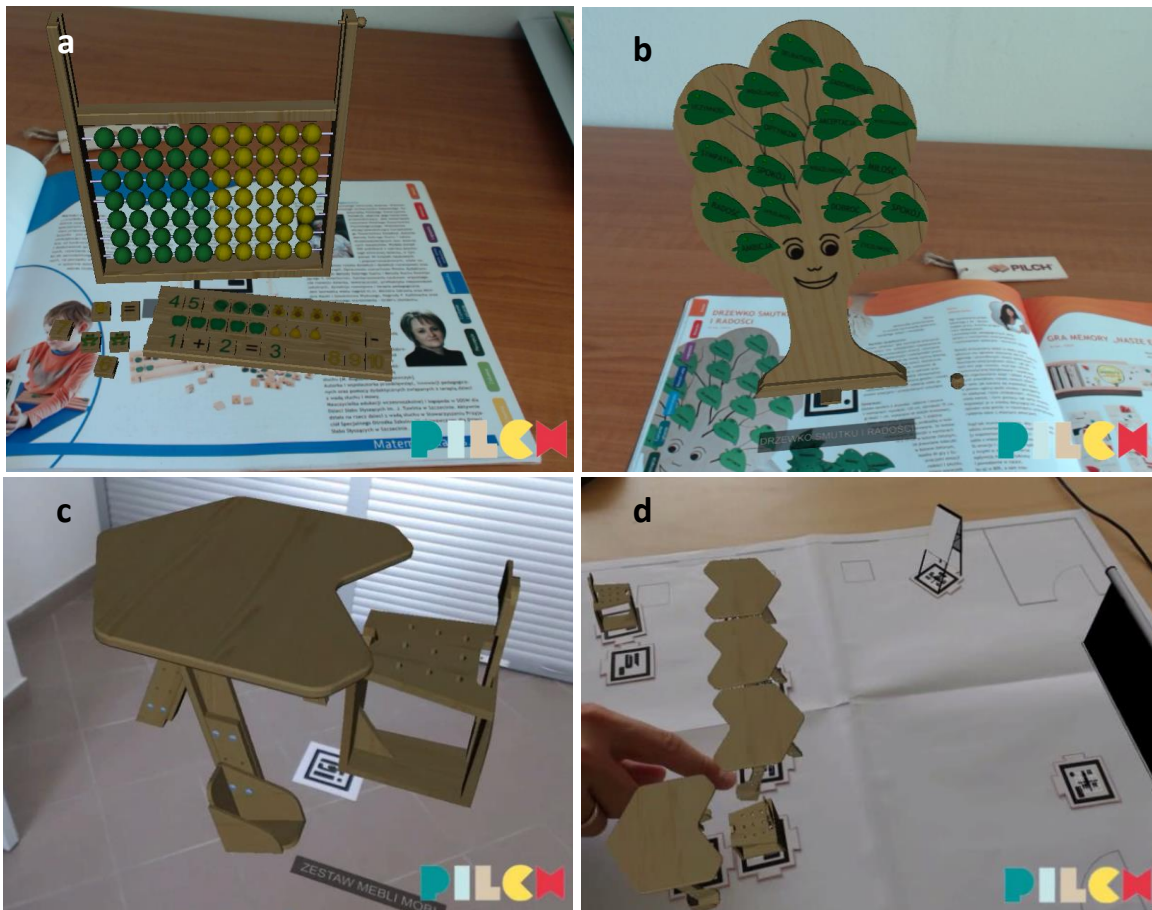
Prezentacja modelu 3D produktu za pomocą aplikacji *Interaktywny katalog PILCH* następuje w wyniku odczytania za pomocą kamery internetowej specjalnego kodu (markera) umieszczonego w drukowanym katalogu produktów PILCH lub alternatywnego katalogu zawierającego wyłącznie markery (rys. 1). W tym przypadku każdy z produktów przypisany jest do indywidualnego markera. Zarówno drukowany katalog produktów PILCH, jak i alternatywny katalog zawierający wyłącznie markery, dodatkowo mogą być umieszczone na stronie internetowej do pobrania i wydrukowania przez klientów.



Rys. 1 Marker w katalogu produktów PILCH (po lewej) oraz strona z markerem z katalogu alternatywnego (po prawej)

Funkcjonalność systemu obejmuje [3]:

- wizualizację modeli produktów w dowolnej skali, w tym w rzeczywistej skali 1:1 (rys. 2a, b, c),
- wizualizację instrukcji obsługi (np. zasady gry) i montażu (np. montaż drewnianego domku),
- wizualizacja produktu w miejscu użytkowania (np. w szkołach, w warunkach domowych) (rys 2c),
- uproszczone planowanie wnętrza przy użyciu wybranych produktów z katalogu (rys. 2d).



Rys. 2 Prezentacja produktów przy użyciu aplikacji interaktywnych katalogów

Prezentacja modelu 3D produktu za pomocą aplikacji *Interaktywny produkt PILCH* następuje również w wyniku odczytania za pomocą kamery internetowej specjalnego kodu (markera) jednak w tym przypadku umieszczonego z drukowanej tace. W tym przypadku każdy z produktów przypisany jest do tego samego markera, a uruchamianie wizualizacji poszczególnych produktów odbywa się za pomocą specjalnej aplikacji zarządzającej (rys. 3). Drugi wariant systemu ogranicza ilość stosowanych markerów do jednego, w miejscu którego wyświetlane są różne produkty. Tacka z markerem może być umieszczona na stronie internetowej do pobrania i wydrukowania przez klientów. Ogólna funkcjonalność tego wariantu systemu jest identyczna jak *Interaktywnego katalogu PILCH*.



Rys. 3 Aplikacja zarządzająca uruchamianiem wizualizacji produktów [3]

Opracowany system jest systemem otwartym, tak aby możliwa była modyfikacja bazy wiedzy o produktach. Tym samym dla właściciela systemu wprowadzone zostały dodatkowe możliwości [3]:

- wirtualizacji nowych produktów w celu wprowadzenia ich do systemu (pozyskanie i zapisanie wiedzy o produkcie w celu wprowadzenia do systemu) – w tym celu najczęściej wymagany jest edytor sceny poszerzonej rzeczywistości BuildAR Pro oraz oprogramowanie do opracowania modeli 3D (np. Blender, Autodesk 3ds Max),
- modyfikacji wiedzy o produkcie – w większości przypadków wymagany jest edytor sceny poszerzonej rzeczywistości BuildAR Pro, jednak w szczególnych przypadkach (np. modyfikacje tekstu, modeli 3D, plików dźwiękowych) dodatkowe oprogramowanie nie jest wymagane i wystarczy podmiana istniejących plików nowymi,
- wizualizacji produktu spersonalizowanego, wg indywidualnego projektu dla klienta (np. produkty z spersonalizowanymi grawerami lub rysunkami), poprzez możliwość modyfikacji wirtualnego modelu produktu z użyciem szkiców lub rysunków przygotowanych podczas rozmowy z klientem.

Opracowany system korzysta w głównej mierze z bibliotek specjalnego oprogramowania dla systemów AR zaimplementowanych w komercyjnej aplikacji BuildAR. Oprogramowanie BuildAR występuje w dwóch wersjach: płatnej BuildAR Pro oraz darmowej BuildAR Viewer. BuildAR Pro jest edytorem scen poszerzonej rzeczywistości i pozwala na tworzenie i zarządzanie sceną AR, w tym: dodawanie komputerowo generowanych obiektów wyświetlanych w środowisku rzeczywistym, pozycjonowanie obiektów względem markerów, określanie cech obiektów (głównie rozmiaru), zapisywanie sceny AR. BuildAR Viewer pozwala wyłącznie na odtwarzanie zapisanych za pomocą edytora BuildAR Pro scen AR. Nie ma więc możliwości tworzenia nowych i modyfikowania istniejących scen. Przeglądarka scen BuildAR Viewer jest jednak rozwiązaniem całkowicie darmowym (także do zastosowań komercyjnych) i może być pobrana przez każdego przyszłego użytkownika ze strony producenta.

Ze względu na to, iż oprogramowanie wykorzystuje specjalne markery, niezbędnym elementem systemu jest baza markerów w wersji cyfrowej i ich odpowiedników drukowanych. Cyfrowe wersje markerów są specjalnymi plikami tworzonymi za pomocą oprogramowania BuildAR Pro. Oprogramowanie umożliwia tworzenie cyfrowych markerów na podstawie markerów drukowanych poprzez opcję uczenia na podstawie zdjęcia z kamery lub pliku graficznego z komputera (*.bmp). Markery te powinny być umieszczone na odpowiednich stronach katalogu produktów PILCH lub stanowić oddzielny katalog.

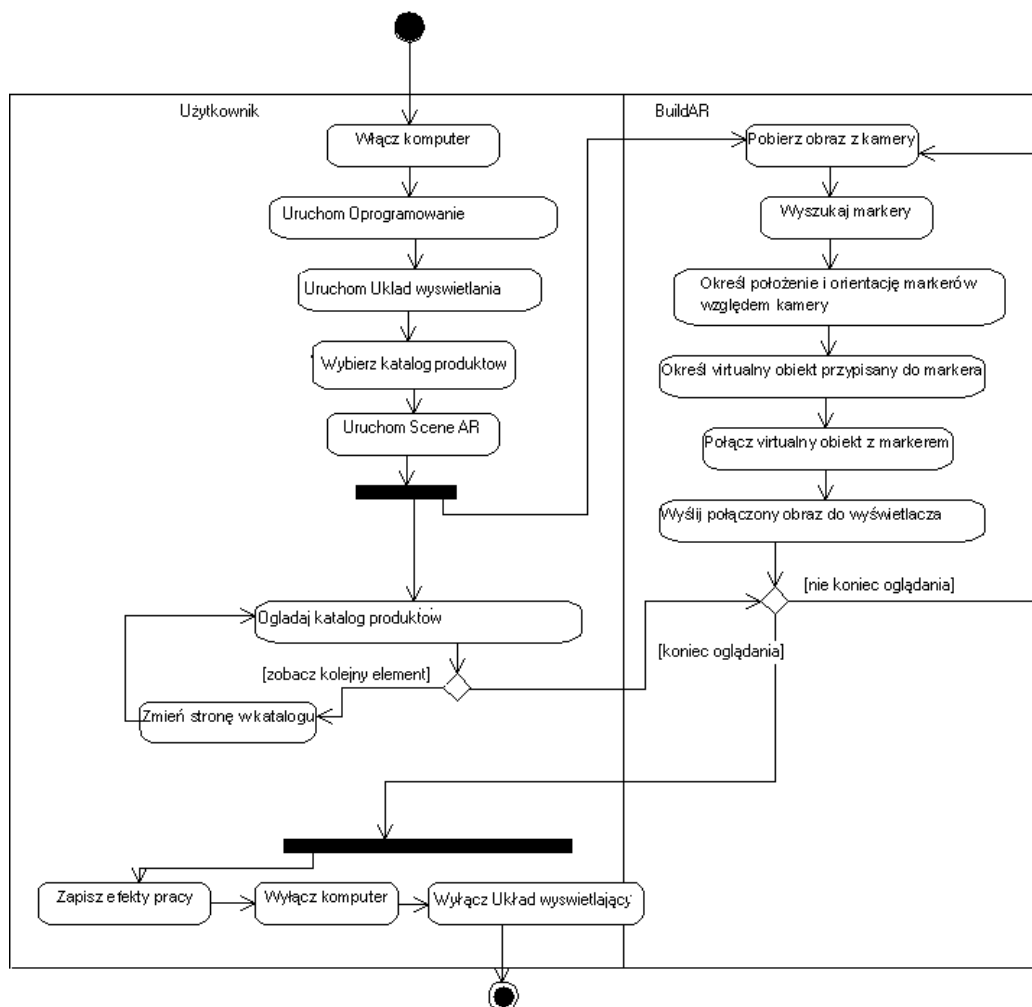
Kolejnym niezbędnym elementem systemu jest baza wiedzy. Wiedza reprezentowana jest za pomocą multimedialnych środków reprezentacji wiedzy: modele 3D, dźwięk, tekst 3D. W bazie wiedzy zgromadzone są pliki w kilku formatach zapisu: *.fbx, *.3ds – pliki modeli 3D, *.png – pliki zdjęć, *.wav – pliki dźwiękowe. Pliki te używane są do budowy sceny AR za pomocą edytora BuildAR Pro.

Istotnym elementem systemu poza opisanymi powyżej komponentami programowymi są komponenty sprzętowe (rys. 4). W ramach prowadzonych prac dokonano wyboru optymalnych komponentów sprzętowych. W ramach wariantu sprzętowego, optymalnego do prezentacji oferty produktowej zarówno podczas imprez wystawienniczych jak i w domu, zalecany rodzajem komputera jest komputer przenośny (laptop) z systemem operacyjnym Windows. Do komputera poprzez port USB podłączana jest kamera internetowa. Jako dodatkowe urządzenie wyświetlające zastosowany może być monitor komputerowy w rozmiarze co najmniej 24", podłączany poprzez wyjściowy port graficzny w komputerze. W wariantcie alternatywnym do prezentacji może być użyty tablet z wbudowaną kamerą internetową, zastępujący komputer i kamerę. Tablet również powinien działać pod kontrolą systemu operacyjnego Windows. W przypadku braku w tablecie wbudowanej (tylnej) kamery internetowej możliwe jest opcjonalne użycie kamery zewnętrznej podłączanej do poru USB.



Rys. 4 Podstawowe komponenty systemu w wariacji z tabletem (po lewej) oraz komputerem PC (po prawej)

Działanie całego systemu prezentacji odbywa się w prosty sposób (rys. 5). Kamera rejestruje obraz świata otaczającego użytkownika systemu i przesyła zarejestrowane obrazy do komputera. Za pomocą wyświetlacza (monitora, tabletu, HMD) możliwe jest natomiast dostarczenie użytkownikowi zsyntezowanego obrazu - obrazu środowiska rzeczywistego pochodzącego z kamery, wzbogaconego o komputerowo wygenerowane obiekty wirtualne.



Rys. 5 Działanie systemu interaktywnego katalogu – diagram czynności języka UML [3]

Do prawidłowego nakładania komputerowo generowanych obiektów na obraz świata rzeczywistego wykorzystywane są specjalne, drukowane markery. Markery z reguły są czarno-białymi wzorami. Każdy z markerów przedstawia cyfrowo zakodowany wzór, dlatego możliwa jest ich identyfikacja. Markery umożliwiają określenie położenia i orientacji kamery (a tym samym głowy użytkownika) względem markera w danej przestrzeni. Określenie orientacji i położenia pozwala na wyświetlenie obiektu wirtualnego odpowiednio zorientowanego względem markera. Markery umieszczone są w katalogu produktowym firmy PILCH lub w oddzielnym katalogu markerów.

3. PROCES OPRACOWANIA INTERAKTYWNYCH KATALOGÓW

Proces opracowania systemu interaktywnych katalogów jest procesem nie szczególnie złożonym, lecz czasochłonnym i składa się z następujących etapów:

1. Wybór środków reprezentacji wiedzy;
2. Digitalizacja produktów;
3. Opracowanie systemu prezentacji bazującego na technikach poszerzonej rzeczywistości wraz z markerami i budowa sceny poszerzonej rzeczywistości;
4. Opracowanie katalogów wzbogaconych o markery i instalatorów aplikacji.

3.1 Środki reprezentacji wiedzy

Jak wykazują badania i obserwacje, najskuteczniejszymi metodami przekazywania informacji i wiedzy są metody oparte na obserwacji i słowie mówionym. Taka forma przekazywania wiedzy pozwala na lepsze zrozumienie prezentowanych treści [1]. Użytkownikowi opracowywanego systemu poszerzonej rzeczywistości (AR) przekazywana powinna być więc głównie wiedza w formie multimedialnej, w szczególności graficznej (interaktywne obiekty graficzne 3D i 2D). Graficzna forma reprezentacji (szczególnie modele 3D) pozwoli skutecznie wykorzystać możliwości technik AR, co powinno wpłynąć na zwiększenie efektywności odbioru. Pozwoli to na lepsze rozumienie zasad działania produktów, ale także lepsze przedstawienie wyglądu prezentowanych produktów niż wyłącznie na „płaskiej” kartce lub monitorze komputera [1]. Prezentacja multimedialna jest szczególnie przydatna do reprezentacji wiedzy ukrytej (niejawnej), trudnej do zwerbalizowania (dotyczy to przede wszystkim instrukcji działania produktów, zasad gry itp.). Interaktywne, trójwymiarowe obiekty związane z produktem (produktami), dla których użytkownik miałby możliwość samodzielnego zaangażowania się w aktywne działania, znacząco powinno wpłynąć na zrozumienie przez użytkownika prezentowanej mu wiedzy o tym produkcie. Aktywne działania człowieka na produktach mogą na przykład dotyczyć manipulowania położeniem i orientacją wirtualnego produktu w celu jego wizualnej oceny z dowolnej strony.

Spośród analizowanych środków reprezentacji wiedzy do opracowania systemu poszerzonej rzeczywistości dla każdego z produktów przyjęto środki reprezentacji wiedzy tj. modele 3D, elementy dźwiękowe i etykiety tekstowe. Dobór środków wynikał z charakteru produktów. Rezygnacja z części analizowanych środków (tj. filmy, zdjęcia, schematy) wynika z potrzeby opracowania systemu przyjaznego dla użytkownika. System taki nie może dostarczać jednocześnie zbyt wielu informacji, których ogrom może powodować pogorszenie odbioru prezentowanych treści. Niemniej jednak sam system umożliwia w przyszłości uzupełnienie prezentowanej wiedzy o pominięte środki reprezentacji wiedzy. Wymienione środki reprezentacji wiedzy mogą być wykorzystywane na potrzeby opracowywanego systemu wyłącznie pod warunkiem ich dostępności w formie cyfrowej lub innej formie umożliwiającej jednak przekształcenie do postaci cyfrowej.

3.2 Digitalizacja

Drugi etap opracowania interaktywnych katalogów związany był z przygotowaniem modeli produktów. Etap digitalizacji (wirtualizacji) obejmował opracowanie wirtualnych trójwymiarowych modeli produktów w formie umożliwiającej ich stosowanie w systemie wizualizacji z zastosowaniem technik poszerzonej rzeczywistości. Modele zostały opracowane częściowo wykorzystując techniki inżynierii odwrotnej (rekonstrukcji) i dokonanych pomiarów na rzeczywistych produktach oraz częściowo na podstawie istniejącej dokumentacji rysunkowej. Wirtualizacja produktów realizowana była z użyciem oprogramowania do modelowania 3D. W celu wirtualizacji produktów użyte może być dowolne oprogramowanie pozwalające na zapisanie modeli w jednym z formatów zapisu modeli 3D (w tym modeli animowanych): *.3ds, *.fbx, *.lwo, *.lws, *.obj, *.stl.

Opracowane wirtualne trójwymiarowe modele odwzorowują w jak najbardziej realistyczny sposób postać rzeczywistych produktów. Aby opracować realistyczne modele produktów na potrzeby systemu poszerzonej rzeczywistości pozyskane zostały także tekstury i elementy graficzne z produktów celem ich naniesienia na wirtualne modele w systemie poszerzonej rzeczywistości. Tekstury pozyskano z wykonanych fotografii produktów oraz ogólnodostępnych graficznych wzorników materiałów (głównie tekstura drewna, pozyskana z ogólnodostępnych plików z Internetu). Tekstury uzupełniono o pliki graficzne udostępnione przez przedsiębiorstwo (nadruki tekstowe, nadruki graficzne). Wirtualizacji poddane zostało 21 produktów. Opracowane modele zostały zapisane w repozytorium wiedzy w formacie zapisu modeli 3D: *.fbx, umożliwiającym ich późniejsze użycie w systemie poszerzonej rzeczywistości BuildAR Pro.

3.3 Opracowanie systemu i budowa sceny

Prezentacja wiedzy o produktach w trybie AR w przestrzeni otaczającej użytkownika wymaga użycia odpowiedniego oprogramowania umożliwiającego wizualizację w środowisku poszerzonej rzeczywistości. Ponieważ z założenia system powinien być mało kosztowny, stąd optymalnym rozwiązaniem umożliwiającym odpowiednie nakładanie obiektów wirtualnych na obraz świata rzeczywistego (prezentację modeli 3D) są systemy bazujące na komputerowej analizie obrazu (z wykorzystaniem kamery oraz specjalnych markerów). W tym celu system interaktywnych katalogów zbudowano, jak wcześniej zaznaczono, w oparciu o środowisko BuildAR Pro. Głównym zadaniem podczas opracowania systemu było opracowanie tzw. sceny poszerzonej rzeczywistości i jej odpowiednie zapisanie. Tworząc scenę należy pamiętać o wszystkich możliwych środkach reprezentacji wiedzy i dobierać je stosownie do prezentowanych treści i oczekiwanych efektów. Tworząc scenę w środowisku AR należy zwrócić uwagę na pewne aspekty pozwalające na lepszy odbiór i zwiększenie czytelności prezentowanych na niej treści. Ustalenie odpowiednich reguł zarządzania widokiem pozwala na optymalne przedstawienie użytkownikowi wiedzy o produkcie. Określić można kilka podstawowych reguł zarządzania widokiem pozwalających efektywnie korzystać z prezentowanej użytkownikowi wiedzy o produkcie. Reguły te można podzielić na dwie kategorie: reguły związane z rozmieszczeniem obiektów na scenie oraz reguły dotyczące stylu prezentowanych obiektów [1]. W opracowywanym systemie AR możliwe było ręczne tworzenie sceny z uwzględnieniem przyjętych reguł.

Podstawową zasadą jest, iż obiekty wirtualne nie powinny nachodzić na siebie. Istotne jest jednak, aby obiekty dwuwymiarowe były wyświetlane w pobliżu obiektów trójwymiarowych, z którymi są związane. Dopuszczalne miejsce, w którym można umieszczać obiekty dwuwymiarowe znajduje się ponad obiektem trójwymiarowym oraz po obu jego bokach. Nie jest dopuszczalne umiejscowienie obiektu wirtualnego tuż za innym obiektem. W przeciwnym razie, pomimo że obiekty nie będą się pokrywały, obiekt

będący z przodu sceny będzie przysłaniał drugi, w taki sposób, że gdyby nawet odbiorca przemieszczał się po scenie nie będzie mógł ich prawidłowo odczytać [1].

Obiekty wirtualne w postaci modeli trójwymiarowych z reguły nie mogą mieć modyfikowanych cech geometrycznych ze względu na potrzebę przedstawiania ich z zachowaniem odpowiednich proporcji wymiarowych, a czasem dokładnie w rzeczywistej skali (1:1), podczas gdy inne obiekty związane z tymi modelami tj. fotografie, filmy itp. mogą mieć elastycznie modyfikowane cechy np. rozmiar. Rozmiar obiektów dwuwymiarowych powinien być tak dobierany, aby odczytanie i zrozumienie przez użytkownika nie nastroczało problemów. W przypadku obiektów zawierających informacje tekstowe istotny jest dobór wielkości czcionki, a także jej kroju. Wielkość czcionki powinna być dobierana zgodnie z zasadami: dla tytułów - 36 pt, główne punkty - 24-30 pt, pozostały tekst - 18 - 24 pt. Wielkość czcionki poniżej 15 pt powoduje, iż tekst staje się nieczytelny. Krój czcionki nie powinien być zbyt „fantazyjny” (z dużą ilością ozdobników), gdyż może to powodować nieczytelność tekstu. Zaleca się stosowanie prostych krojów np. Arial, Tahoma [1].

Odpowiedni dobór kolorów powoduje zwiększenie czytelności prezentowanych treści. Szczególnie istotne jest to w przypadku prezentacji obiektów tekstowych tj. etykiety tekstowe, opisy tekstowe. Dla obiektów tekstowych zalecane są dwa kolory czcionki: czarny lub biały. Kolory te powodują, iż wzrok czytającego nie będzie się męczył, a opisy będą wyglądały estetycznie. Wizualizacja tekstu o określonym kolorze czcionki na tle obiektów będących w takim samym (lub zbliżonym) kolorze powoduje nieczytelność takich opisów. Problem ten można wyeliminować stosując odpowiednio mocno kontrastowe ale półprzezroczyste tła: tło białe półprzezroczyste - dla opisów tekstowych w kolorze czarnym, tło czarne półprzezroczyste - dla opisów tekstowych w kolorze białym [1].

3.4 Opracowanie katalogów i instalatorów aplikacji

Jednym z ostatnich etapów opracowania systemu interaktywnych katalogów było odpowiednie dostosowanie istniejących katalogów do systemu oraz opracowanie instalatorów aplikacji realizującej funkcje systemu. Dostosowanie katalogów polegało na dodaniu do układu graficznego stron w drukowanych katalogach opracowanych wcześniej markerów. Markery zostały dodane do już istniejącego katalogu produktowego. Zadanie to było dość kłopotliwe. Problemy z dodaniem markerów wynikały z braku wystarczającego miejsca na większości stron. Niewielka ilość miejsca miała znaczący wpływ na wielkość markerów. Wskazane jest więc opracowanie katalogów produktowych od podstaw z zaplanowaniem miejsca na markery już na etapie opracowania graficznego katalogu.

Ostatni etap wiązał się z przygotowaniem odpowiednich instalatorów dla opracowanych aplikacji ze scenami AR. Instalatory zostały przygotowane z myślą o klientach firmy PILCH, którzy chcieliby skorzystać z systemu we własnym domu. Instalatory przygotowano z zastosowaniem środowiska InnoSetup. Stworzone instalatory mają postać jednego pliku wykonywalnego, co znacznie ułatwia proces instalacji nawet przez użytkowników z niedużym doświadczeniem w obsłudze komputera. Docelowo instalatory dostępne będą na stronie internetowej firmy PILCH do darmowego pobrania przez klientów.

4. WERYFIKACJA I WDROŻENIE

W ramach realizacji projektu zrealizowano większość prac niezbędnych do wdrożenia systemu: przygotowanie dokumentacji (użytkownika, administratora), przygotowanie infrastruktury (sprzętowej i programowej), przygotowanie systemu do eksploatacji, weryfikacja i walidacja systemu. Opracowany system poddany został szczegółowej

weryfikacji. Badania weryfikacyjne i walidacyjne przeprowadzono przy wspólnym udziale autora systemu, pracowników przedsiębiorstwa oraz potencjalnych użytkowników. Badania przeprowadzono na grupie 20 osób. W wyniku badań usunięte zostały wszystkie wykryte niedoskonałości systemu.

Dla opracowanego systemu sporządzono dokumentację użytkownika (dla klientów przedsiębiorstwa) oraz administratora (dla pracowników przedsiębiorstwa). Dokumentacja systemu zawiera [3]:

- opis systemu pod względem funkcjonalności (opis wszystkich dostępnych funkcji i operacji realizowanych za pomocą systemu),
 - opis przygotowania infrastruktury technicznej niezbędnej do działania systemu (w tym ograniczeń) oraz
 - przygotowanie systemu do eksploatacji (instrukcje użytkownika - instalacji i obsługi).
- Instrukcje dla klientów przygotowano pod kątem umieszczania ich na stronie internetowej przedsiębiorstwa.

W ramach prowadzonych prac przed wdrożeniem przeprowadzone zostało szczegółowe szkolenie teoretyczne i praktyczne w siedzibie przedsiębiorstwa obejmujące omówienie funkcji systemu oraz prezentację działania systemu. Szkolenie miało na celu umożliwienie efektywnego stosowania systemu przez pracowników przedsiębiorstwa.

W związku z przeprowadzeniem wszystkich prac poprzedzających wdrożenie system może zostać właściwie wdrożony. Opracowany system będzie wdrożony według strategii równoległej, która zakłada oprócz dotychczasowej formy prezentacji produktów (na stronie internetowej i w drukowanych katalogach) równoległe nowoczesną formę prezentacji przy użyciu opracowanego systemu (również przy użyciu drukowanych katalogów uzupełnionych o dodatkowe elementy oraz poprzez stronę internetową).

5. PODSUMOWANIE

Opracowany na potrzeby przedsiębiorstwa system, bazujący na technikach poszerzonej rzeczywistości posiada innowacyjny charakter, tym samym podnosi innowacyjność przedsiębiorstwa. Samo zastosowanie technik poszerzonej rzeczywistości do prezentacji wiedzy o produktach jest podejściem innowacyjnym w branży producentów krajowych. Osiągnięta innowacja w tym przypadku ma charakter głównie biznesowy, w obszarze marketingu i sprzedaży i wiąże się ze zmianą zakresu obsługi klienta i sposobu świadczenia usług na rzecz klienta. Innowacja ta związana jest także w pewnym stopniu z produktami (innowacja produktowa). Dzięki zastosowaniu systemu możliwe będzie prezentowanie oferty produktowej kontrahentom/klientom (prezentacja postaci produktu, wariantów wykonania) oraz potencjalnym użytkownikom (zasady działania/gry) bez potrzeby prezentacji fizycznych produktów oraz bez potrzeby użycia drukowanych instrukcji. Istotnymi korzyściami wynikającymi ze stosowania systemu są także: możliwość prezentacji wirtualnych obiektów w kontekście rzeczywistego środowiska (np. prezentacja wirtualnej tablicy wiszącej na rzeczywistej ścianie), prezentacja produktów w dowolnej skali (także w skali 1:1), czyli w bardziej intuicyjny i efektowny sposób niż dotychczas.

Opracowany system zostanie wdrożony na potrzeby obsługi klienta (implementacja na stronie internetowej, w drukowanych katalogach, w ramach pokazów w trakcie imprez wystawienniczych). W przyszłości szczególnie istotne znaczenie może mieć zastosowanie systemu do prezentacji wyglądu przyszłego produktu w przypadku produktów spersonalizowanych.

LITERATURA

- [1] M. Januszka, *Metoda wspomagania procesu projektowania i konstruowania z zastosowaniem "poszerzonej rzeczywistości"*, Zeszyty, Nr 147, Politechnika Śląska, Instytut Podstaw Konstrukcji Maszyn, Gliwice, 2012
- [2] W. Skarka , W. Moczulski , M. Januszka, *Interaktywne technologie w procesie kształcenia*, Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe, 29(1), 2012, s. 105-114
- [3] Dokumentacja „Systemu bazującego na technikach poszerzonej rzeczywistości do wirtualizacji i wizualizacji produktu, dla efektywnego zarządzania wiedzą o produkcie“, Z.P.H. Pilch, Ustroń, 2014
- [4] *Augmented Reality for Toyota IQ*; dostępne pod adresem [dn. 28.11.2014r.]: http://www.inition.co.uk/case_study/toyota-iq-augmented-reality/
- [5] *2014 IKEA Catalogue Comes To Life with Augmented Reality*; dostępne pod adresem [dn. 28.11.2014r.]: http://www.ikea.com/ca/en/about_ikea/newsitem/2014catalogue
- [6] *MINI – AR World Premiere*; dostępne pod adresem [dn. 28.11.2014r.]: <http://www.metaio.com/customers/case-studies/mini-always-open/>
- [7] *Nissan 370Z, Take the wheel*; dostępne pod adresem [dn. 28.11.2014r.]: <http://takethewheel.nissan.com.au/>
- [8] *The LEGO Group and metaio Work on the Next Generation of Augmented Reality using Intel Technology*; dostępne pod adresem [dn. 28.11.2014r.]: <http://www.metaio.com/press/press-release/2011/lego-digital-box/>