

Tomasz SZYMCZYK

WYKORZYSTANIE ROZSZERZONEJ RZECZYWISTOŚCI WE WSPÓŁCZESNYCH SYSTEMACH INFORMATYCZNYCH

STRESZCZENIE *W artykule zaprezentowano bardzo dynamicznie rozwijającą się technologię rozszerzonej rzeczywistości, będącej częścią tak zwanej ciągłości wirtualnej rzeczywistości. Dokonano analizy obszarów możliwych zastosowań dla tej technologii, a także omówiono ogólne tendencje i trendy jej rozwoju. W skrócie wspomniano o najważniejszych zaletach i wadach wyświetlaczy umożliwiających tworzenie rozszerzonej rzeczywistości. Zaprezentowano przykłady konkretnych systemów informatycznych wspieranych przez AR.*

Słowa kluczowe: rozszerzona rzeczywistość, systemy informatyczne

1. WSTĘP

Według definicji system informatyczny jest zbiorem powiązanych ze sobą elementów, którego funkcją jest przetwarzanie danych przy użyciu techniki komputerowej. Składowe systemu informatycznego nieustannie się zmieniają.

W przeszłości, w latach 80. XX wieku, były to najczęściej: sprzęt (głównie komputery) i ogólnie mówiąc, urządzenia służące do komunikacji między sprzętowymi elementami systemu oraz urządzenia służące do przechowywania

dr inż. Tomasz SZYMCZYK
e-mail: t.szymczyk@pollub.pl

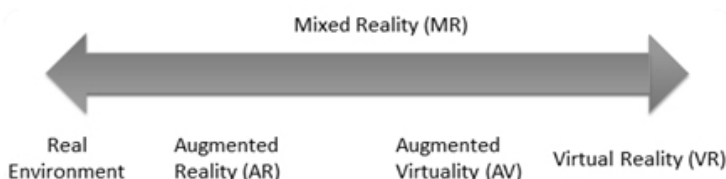
Politechnika Lubelska
Instytut Informatyki, Wydział Elektrotechniki i Informatyki

PRACE INSTYTUTU ELEKTROTECHNIKI, zeszyt 261, 2013

danych, a także proste urządzenia służące do komunikacji między ludźmi a komputerami. Tymi ostatnimi były najczęściej klawiatury i myszy komputerowe. Wraz z rozwojem, miniaturyzacją i wzrostem wydajności elementów elektronicznych, do składowych systemu zaczęły dołączać inne elementy. Listę tę otwierają urządzenia służące do odbierania danych ze świata zewnętrznego, np. czujniki elektroniczne, kamery, skanery, urządzenia typu RFID (ang. *Radio-frequency identification*). Dzięki nim systemy informatyczne ewoluowały i możliwe stało się ich użytkowanie w nowych dziedzinach egzystencji ludzkiej, np. pojawiły się systemy kontroli dostępu i czasu pracy. Inżynierowie dodawali coraz to nowsze urządzenia, tym razem działające w odwrotnym kierunku: służące do wywierania wpływu przez systemy informatyczne na świat zewnętrzny. Należy tu wspomnieć o silnikach sterowanych komputerowo, wszelkiego rodzaju sterownikach urządzeń mechanicznych, robotach przemysłowych. Obecnie wiele systemów informatycznych dodatkowo analizuje dane. Szereg zastosowań jest wspieranych przez sztuczną inteligencję. System taki nie tylko w bezbłędny sposób je przetwarza, agreguje dane, ale jest w stanie je także automatycznie analizować. Systemy informatyczne stosowane np. w handlu poza gromadzeniem danych do tzw. hurtowni danych, wyposażone zostają coraz częściej w moduły do rozpoznawania obrazów. Dzięki temu wzrasta realna szybkość wprowadzania do nich danych. W SI pojawia się w ostatnich latach jeszcze jeden nowatorski i ciekawy element – rozszerzona rzeczywistość (ang. *Augmented Reality*). Wywodzi się ona z tzw. mieszanej rzeczywistości [13].

2. CIĄGŁOŚĆ RZECZYWISTOŚCI

W 1994 roku Paul Miligram i Fumio Kishino opracowali schemat ciągłości wirtualnej rzeczywistości (ang. *Virtual Continuum*). Relacje pomiędzy tymi sferami można zaobserwować na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat ciągłości rzeczywistości opracowany przez Paula Miligram i Fumio Kishino

Jeśli jeden z końców osi przyjmujemy za środowisko rzeczywiste, a drugi za środowisko wirtualne, wtedy Augmented Reality umiejscowiona jest na schemacie tuż przy środowisku rzeczywistym. Im bliżej systemowi do wirtualnej rzeczywistości, tym bardziej zredukowana jest liczba elementów rzeczywistych [7].



Rys. 2. Tendencje w rozwoju zainteresowania AR i VR [14]

Rysunek 2 pokazuje, jak w czasie zmniejsza się zainteresowanie technologią wirtualnej rzeczywistości na rzecz rozszerzonej rzeczywistości. Pokazane znaczniki (A-F) to daty publikacji w Internecie informacji o najczęściej darmowych aplikacjach AR.

3. RODZAJE WYŚWIETLACZY WYKORZYSTYWANYCH W AR

Wraz z rozwojem AR zaczęły pojawiać się wyświetlacze umożliwiające adaptację tej technologii do wielu zadań.

W systemach Augmented Reality często wykorzystywane są hełmy posiadające kamerę, montowane na głowę (ang. *Head-Mounted Display*).

W zależności od metody wyświetlania HMD można podzielić na dwie grupy wykorzystujące:

- widok wideo AR,
- widok optyczny AR.

W typie wideo wirtualne obiekty nakładają się na istniejący obraz świata rzeczywistego uchwycony przez kamerę dołączoną do systemu HMD [3]. Powstały złożony obraz wideo jest wyświetlany na ekrany bezpośrednio przed

oczami użytkownika. W tym przypadku interakcja z prawdziwym światem jest trochę nienaturalna, ponieważ obraz z kamery pokazany poprzez HMD jest przesunięty wobec oczu użytkownika, a obraz nie jest stereograficzny (zrzutowanie płaszczyzn wielościanu na płaszczyznę rysunku). Biorąc pod uwagę, że istnieje interakcja w czasie rzeczywistym, bardzo istotna jest szybkość rejestracji obrazu przez kamerę i częstotliwość wyświetlania jej na wyświetlaczu. Problematyczna staje się rozdzielczość kamery i wyświetlacza, a także liczba kolorów możliwych do wygenerowania przez taką technologię. W celu zmniejszenia różnicy w wyglądzie obrazu widzianego z oczu a obrazu widzianego z kamery, stosuje się macierz przekształceń opisaną w pozycji [5].

Tego typu systemy realizowane są z góry założonym uproszczeniem, ponieważ do rejestracji obrazu wymagane jest jedynie, by była znana relacja między współrzędnymi 2D obrazu na ekranie i współrzędnymi 3D w rzeczywistym świecie [5]. Ekran HMD są obecnie najczęściej używane w rzeczywistości rozszerzonej. Można je podzielić na dwie grupy: przezroczyste, które generują obraz na przezroczystym ekranie, oraz nieprzezroczyste z zamontowaną kamerą, przez którą rejestrowany jest obraz widziany przed użytkownikiem, a następnie wyświetlany na wewnętrznym ekranie [8].

Ekran HMPD nie posiadają ekranu, lecz specjalną powierzchnię, która łączy ze sobą strumienie światła docierające do niej z dwóch różnych kierunków (ang. *beam combiner*). Skierowane są w nią miniaturowe projektory zamontowane w urządzeniu, a oprócz tego pada na nią światło z obiektów będących w polu widzenia użytkownika. Tak połączona wiązka światła pada na powierzchnię retrorefleksyjną (półprzepuszczalną, półprzezroczystą) przed oczami użytkownika, co powoduje projekcję obrazu na tej powierzchni.

Bardzo nowatorską oraz ciekawą alternatywą dla dwóch wymienionych już typów wyświetlaczy jest technologia VRD (ang. *Virtual Retinal Displays*). Ekran VRD działają na zasadzie projekcji obrazu bezpośrednio na siatkówkę oka ludzkiego. Projekcji tej dokonuje niskiej mocy laser generujący obraz. W przyszłości planuje się wprowadzenie ekranów VRD dostrajających się do zmiany kształtu soczewki, a także wyświetlających pełną paletę barw w 3D.

Ekran monitorowe, ekran trzymane w dłoni (ang. *Hand-Held Displays*) i ekran przestrzenne (ang. *Spatial Displays*) są obecne w wielu powszechnie używanych urządzeniach. Tablety, telefony komórkowe i inne mobilne urządzenia mają wbudowane tego rodzaju wyświetlacze. W urządzeniach te często wbudowana jest kamera, a ich moce obliczeniowe dorównują mocom komputerów osobistych sprzed kilku lat, w związku z czym oferują odpowiednie środowisko do uruchamiania na nich programów rozszerzonej rzeczywistości. Urządzenia te są nieprzezroczyste, a obraz świata rzeczywistego wyświetlany na ekranie jest odbierany przez kamerę. Zaczynają się pojawiać także przezroczyste odmiany mobilnych wyświetlaczy.

Od wcześniej opisanych ekranów odróżnia je to, że są zintegrowane z użytkownikiem. Bimber [2] odróżnia trzy różne podejścia w zastosowaniu Rzeczywistości Rozszerzonej w tego typu urządzeniach: używa się ekranów przezroczystych, nieprzezroczystych lub projekcji bezpośredniej.

Oparte na tradycyjnych nieprzezroczystych ekranach rozwiązanie jest często wykorzystywane np. w internetowych kampaniach reklamowych wykorzystujących programy AR. Systemy tego typu wyświetlają obraz z kamery wraz z wirtualnie dodanymi obiektami na zwykłym monitorze komputerowym.

Tabela 1 prezentuje zestawienie najistotniejszych zalet i wad wspomnianych technologii wyświetlania obrazu w AR.

TABELA 1

Zalety i wady wyświetlaczy wykorzystywanych w AR

Nazwa technologii	Zalety	Wady
HMD	<ul style="list-style-type: none"> • stosunkowo małe rozmiary urządzenia 	<ul style="list-style-type: none"> • niska rozdzielczość, • ograniczone pole widzenia, • stała głębokość wyświetlanego obrazu, • ekrany nieprzezroczyste wprowadzają błąd paralaksy związany z przesunięciem położenia kamery względem oczu użytkownika
HMPD	<ul style="list-style-type: none"> • stosunkowo małe rozmiary urządzenia 	<ul style="list-style-type: none"> • niska rozdzielczość oraz jasność miniaturowych projektorów, • jasność i jakość obrazu zależy od warunków oświetlenia otoczenia
VRD	<ul style="list-style-type: none"> • małe rozmiary urządzenia, • bardzo ostry obraz, • wysoka rozdzielczość, • szerokie pole widzenia, • duża jasność, • wysoki kontrast, • niski pobór mocy 	<ul style="list-style-type: none"> • wyświetlanie monochromatycznych obrazów koloru czerwonego, • wyświetlacz nie reaguje na nastawność oka, w związku z czym ogniskowa oka musi być stała w celu poprawnej projekcji, • nie istnieją jeszcze ekrany umożliwiające widzenie stereoskopowe, • według niektórych okulistów możliwe jest uszkodzenie oka na skutek laserowej projekcji
Ekran mieszczące się w dłoni – Hand-Held Displays	<ul style="list-style-type: none"> • tanie • powszechne 	<ul style="list-style-type: none"> • mały rozmiar ekranu znacząco ogranicza pole widzenia, • niska jakość sensorów optycznych w miniaturowych, wbudowanych kamerach, • konieczne jest trzymanie urządzenia w ręce
Ekran komputerowe i ekrany przestrzenne – Spatial Displays	<ul style="list-style-type: none"> • najtańsze ze wszystkich prezentowanych rozwiązań, • powszechne • ciekawy obszar zastosowań 	<ul style="list-style-type: none"> • pole widzenia ograniczone do rozmiaru monitora, • niski poziom integracji z użytkownikiem, co pogarsza wrażenia związane z odbiorem AR, • w przypadku użycia ekranów przestrzennych opartych na projektorach, w których promienie światła z obrazem kierowane są na powierzchnie obiektów fizycznych, • rzucanie cieni przez obiekty fizyczne oraz użytkownika (w przypadku stosowania jednego tylko projektora), • ograniczenia związane z właściwościami powierzchni obiektu, na który skierowany jest projektor (rozmiar powierzchni, kształt, materiał, kolor)

4. OBSZARY ZASTOSOWAŃ AR

Obszar wykorzystania technologii Augmented Reality jest bardzo szeroki. Warto wspomnieć, że nie ogranicza się on jedynie do obszaru widzenia – grafiki. AR stosuje się także w dziedzinie dźwięku (aplikacja RjDj dla iPhone), gdzie wykorzystuje się ją do interaktywnego tworzenia melodii z „zastyszanych” dźwięków z otoczenia. Inną, ciekawą dziedziną AR jest generator zapachów, będący w pełnej interakcji z użytkownikiem. Urządzenie reaguje na ruch użytkownika i w momencie zbliżania się do niego zaczyna generować „bryzę morską” identyczną w zapachu i konsystencji z oryginałem. Oglądając nadmorskie krajobrazy rozszerzone o autentyczny zapach morza, pomysłodawcy stworzyli bardzo unikatowy efekt, z pewnością przyciągający rzesze turystów.

Do najważniejszych obszarów zastosowania AR należą:

- Wojsko i militaria – od wielu lat samoloty wojskowe i śmigłowce korzystały z wyświetlaczy montowanych na kasku, które nakładały grafikę wektorową na obraz widziany przez pilota w rzeczywistym świecie (rys. 3). AR wspomagało podstawową nawigację w przestrzeni powietrznej, a także wykorzystywane było do namierzania wrogich jednostek w powietrzu, wodzie lub na lądzie [1];
- Medycyna – lekarze mogą wykorzystać rozszerzoną rzeczywistość jako wizualizację i pomoc np. w szkoleniu dla chirurga. W czasie rzeczywistym możliwe jest zbieranie informacji za pomocą nieinwazyjnych czujników (MRI, CT, USG) i przetworzenie ich na obraz 3D rzutowany bezpośrednio na ciało pacjenta (rys. 4);
- Turystyka – wykorzystując lekkie urządzenia mobilne (tablety, urządzenia GPS, smartfony), możliwe jest wspomaganie turysty zarówno przez pokazywanie wirtualnej drogi do zadanego punktu na mapie (legendarna już technika „red line”), jak również przedstawienie innych, użytecznych dla turysty informacji bezpośrednio na rzeczywistym widoku miasta [10];
- Architektura – możliwa jest prezentacja nieistniejących już budynków w ich rzeczywistym otoczeniu [4, 6]. Jeżeli istnieją ich opisy zapisane do systemu baz danych, to wykorzystując AR można generować ich wygląd w czasie rzeczywistym (rys. 6). Podobnie można postępować z częściowo uszkodzonymi eksponatami muzealnymi itp.;
- Robotyka – wprowadzenie rozszerzonej rzeczywistości w robotyce było prawdziwym przełomem. W przypadku pracy z interaktywnym ramieniem, możliwe stało się szkolenie pracownika na wirtualnym symulatorze idealnie oddającym pracę z rzeczywistym urządzeniem [9]. Możliwa stała się także praca zdalna;

- Marketing – wykorzystując najczęściej darmowe oprogramowanie oraz urządzenia mobilne, wiele firm rozpoczęło promowanie różnych wyrobów, restauracji lub instytucji (rys. 7 i 8). Bardzo ciekawe podejście do marketingu wykazało TESCO (na rynku Koreańskim: Homeplus), umożliwiając zakup produktów z marketu bezpośrednio na stacji metra [18, 21]. Następnie, po wyborze wszystkich towarów, sklep dostarcza je pod wskazany adres. To bardzo odważny krok w celu zwiększenia liczby klientów bez kosztownego zwiększania liczby sklepów;
- Handel – AR umożliwiło wirtualną przymiarkę mebli we własnym domu (rys. 9). Wykorzystując marker pobrany ze strony producenta mebli, można zapoznać się, jak dany mebel będzie wyglądał w domu [11]. Innym zastosowaniem jest wirtualna przymierzalnia ubrań [20]. Duże sieci handlowe również zainteresowały się wykorzystaniem AR w zwiększeniu swojej sprzedaży; przykładem jest tu sieć sklepów TESCO [17];
- Rozrywka – wykorzystywanie Augmented Reality w tworzeniu interaktywnych gier. Dzięki tej technologii mieszającej świat wirtualny z rzeczywistym, każdy użytkownik może stać się bohaterem gier. Rozwinęły się tzw. gry terenowe, łączące w sobie element nawigacji (GPS), a także awatary rzeczywistych przeciwników lub awatary tzw. botów, wspomaganych przez sztuczną inteligencję. Możliwy stał się więc „wyścig” do ustalonego punktu w mieście czy na mapie, w rzeczywistym środowisku, ale z wirtualnymi przeciwnikami widzianymi jedynie na ekranie tabletu czy smartfonu. Jedną z najciekawszych gier wykorzystujących AR, a obecnie jedną z najbardziej zawansowanych technicznie i wykorzystujących najwięcej pośredniczących technologii pokazano na rysunku 13. Wykorzystując WiFi, użytkownicy sterują helikopterami AR Drone, latającymi w rzeczywistym środowisku. Miniaturowa kamera umieszczona w urządzeniu transmituje z niego obraz do sterującego nim tabletu czy smartfonu. Wirtualne środowisko rozszerza zabawę o pociski i wybuchy. Użytkownik ma możliwość trafienia innego AR Drona i widzi to na ekranie swojego tabletu czy smartfona dokładnie tak, jak i jego oponent. W momencie trafienia przeciwnik czuje wibrację na swoim urządzeniu sterującym, a jego AR Drone zaczyna automatycznie lądować i informuje swojego właściciela o wirtualnym uszkodzeniu.

Innym, bardzo dobrze zapowiadającym się obszarem zastosowania Augmented Reality, jest przemysł rozrywkowy, a w szczególności filmowy (rys. 12). Podobnie jak kiedyś technika „blue box”, tak obecnie markery AR umożliwiają prawie dowolne rozszerzanie sceny filmowej. Dodatkowym atutem w stosunku do wspomnianej starszej techniki, AR jest w pełni interaktywna.

Wraz z ruchem aktora następuje przesunięcie także sztucznych, wygenerowanych komputerowo, trójwymiarowych obrazów.

Niegdyś Head-Up Display wykorzystywany był jedynie w wojskowych myśliwcach lub helikopterach. Obecnie kilka marek samochodowych wykorzystuje tę technikę w cywilnych samochodach.

Warto wspomnieć, że liczba dziedzin nauki i życia, w których stosuje się AR, nieustannie rośnie.



Rys. 3. Widok działania techniki HUD w myśliwcu F16 [19]



Rys. 4. Wirtualny płód pokazany na brzuchu pacjentki [1]

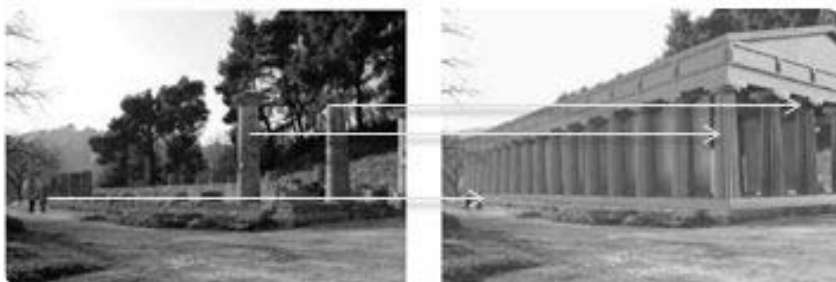


Rys. 5. Wykorzystanie AR w turystyce i nawigacji [16, 18]

Rysunek 5 prezentuje dodatkowe możliwości współczesnych urządzeń mobilnych. Poza zwykłą funkcją nawigacji, pokazującą na mapie bieżące położenie użytkownika oraz cel, do którego zmierza, aplikacja potrafi w trybie AR pokazać, podpisać to, co widzi użytkownik. Co ważne, aplikacja nie wykorzystuje kosztownego algorytmicznego (czasowo, pamięciowo i procesorowo) algorytmu rozpoznawania rzeczywistych obrazów 3D, a jedynie wykorzystuje dane z czułego systemu GPS, akcelerometru i kompasu elektronicznego.

Spacerując po ciekawych geograficznie lub historycznie miejscach, możliwe jest niejako „przeniesienie się w czasie”. Technologia AR umożliwia generowanie w czasie rzeczywistym, a także pozostające w pełnej interakcji

z odbiorcą, obiekty. Mogą to być np. nieistniejące już budowle, rzeźby itp. Przykładową aplikację zaprezentowano na rysunku 6.



Rys. 6. AR w architekturze [12]



Rys. 7. Przykład wykorzystania AR w marketingu (aplikacje dla systemu operacyjnego Android)

Podobnie jak w przypadku wykorzystania AR w nawigacji, geolokalizacji i prezentacji w sposób optyczny drogi do celu, możliwe jest, po pobraniu danych z zewnętrznego systemu, znaczące rozszerzenie funkcjonalności takiej aplikacji. Na rysunku 7 zaprezentowano możliwość prezentacji ciekawych miejsc (w Paryżu i w Warszawie), a także widok działania aplikacji Panorama Firm. Umożliwia ona, tak jak jej papierowy odpowiednik, znalezienie adresu firmy z interesującej branży. Dodatkowo jednak, wykorzystując AR na ekranie urządzenia mobilnego podany jest kierunek i dystans do tej firmy. W znaczący sposób przyczynia się to do bardziej komfortowego jej znalezienia, a twórcom aplikacji daje dodatkowe możliwości reklamowania wybranych innych firm.

Rysunek 7 prezentuje nowatorskie rozwiązanie z dziedziny marketingu, handlu i reklamy. W błyskawiczny sposób można odnaleźć najbliższe położone atrakcje turystyczne czy też miejsca, w których można zjeść, wypić kawę i odpocząć. Pojawiło się kilka takich aplikacji, informujących na ekranie o możliwych zniżkach.



Rys. 8. AR jest bardzo pomocne w codziennych zakupach [21]

telefon (smartfon, tablet) bezpośrednio na „obrazek”, a następnie potwierdza dodanie go do wirtualnego koszyka. Po potwierdzeniu zakupu, z jego konta pobierana jest automatycznie opłata, a towar dowożony jest bezpośrednio do jego domu. Z punktu widzenia klienta jest to prosty i szybki sposób na robienie zakupów, a z punktu widzenia sprzedawcy zalet jest jeszcze więcej (rys. 8).

Co zrobić z większymi zakupami, jak sprawdzić, czy np. mebel będzie pasował do wystroju domu? pokazano na rysunku 9. Zakup mebli nie musi



Rys. 9. Zakup mebli poprzez e-biznes ARF-Shop systemu [11]

wiązać się od razu z ich transportem, męczącym wnoszeniem czy też ewentualnie odwożeniem ich z powrotem do sklepu. Istnieje możliwość „przymierzenia” wirtualnego mebla bezpośrednio w domu. Przykład takiego zakupu zaprezentowano na rysunku 9; jeśli pasuje, wystarczy kliknąć i kupić mebel bez wychodzenia z domu.

Podobnie ma się rzecz z zakupem ubrań. Podobnie, ale jak sprawdzić, w jakiej bluzce będzie nam do twarzy? Odpowiedź znajduje się na rysunku 10. Zaprezentowano na nim kilka kroków, jak używać wirtualnej, w pełni interaktywnej, przymierzalni ubrań. System ten wykorzystuje oprócz AR także MC (ang. *Motion Capture*). Po jednorazowym wskazaniu graficznym markerem (wydrukowanym na kartce papieru), gdzie ma pojawiać się geometryczny środek np. bluzki, a następnie po kalibracji, która odbywa się za pomocą naturalnych gestów rękami, system sam zapamiętuje, gdzie ma wyświetlać wirtualną dzianinę na ciele klienta. Wykorzystując MC, możliwe jest zmienianie ubioru i jego koloru, a także – w finalnej części przymierzania towaru – jego zakup.



Rys. 10. Proces przymierzania i zakupu ubrań w wirtualnym sklepie [22]

Rysunek 11 pokazuje wykorzystanie AR i techniki 3D do prezentacji towarów z hipermarketu. Możliwe jest nie tylko odczytanie informacji technicznych, ale przede wszystkim obejrzenie towaru ze wszystkich stron. Optyczną ocenę towaru można wykonać w dowolnym czasie, bez pośpiechu, i co ważne, bez wychodzenia z domu.



Rys. 11. Prezentacja artykułów w hipermarkecie TESCO [17]

Technologia Augmented Reality poza wykorzystaniem komercyjnym znalazła też zastosowanie w przemyśle rozrywkowym. Rysunek 13 prezentuje grę na telefony mobilne typu smartfon, umożliwiającą zarówno sterowanie urządzeniem – helikopterem zwanym AR Drone, ale również bezpośredni

podgląd na widok z kamery umieszczonej w tym urządzeniu. Producent (darmowej) aplikacji dodał także element rywalizacji i interakcji pomiędzy graczami. Warto wspomnieć, że ta aplikacja napisana jest dla dwóch najbardziej rozpowszechnionych systemów operacyjnych urządzeń mobilnych: Android i iOS. Przemysł filmowy od dawna angażuje także najnowocześniejsze technologie. Na rysunku 12 zaprezentowano użycie rozszerzonej rzeczywistości w filmie. W tym konkretnym zastosowaniu bardzo istotne jest, poza precyzyjnym umiejscowieniem dodanego obrazu 3D, także prawidłowe dynamiczne śledzenie promieni światła. Tylko tak można uzyskać zadawalający, wyglądający naturalnie efekt.

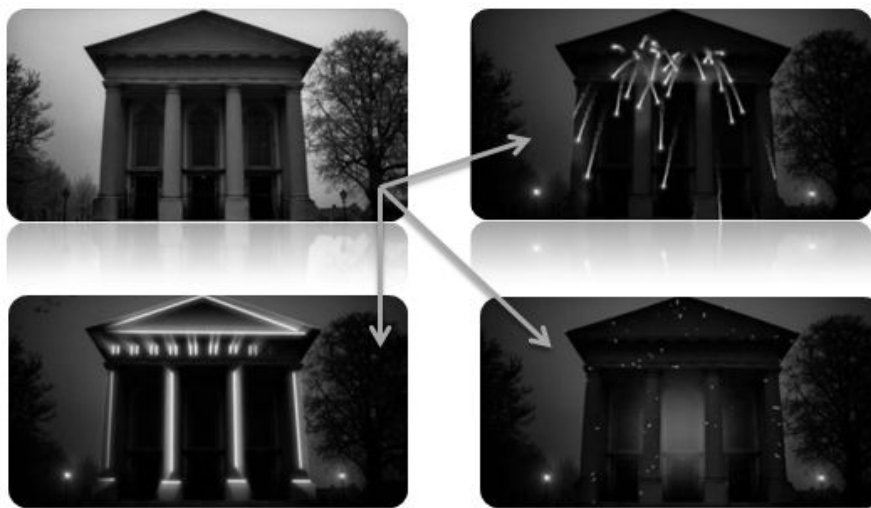


Rys. 12. Przykład wykorzystania AR w przemyśle filmowym



Rys. 13. Rozrywka, gra z zastosowaniem AR

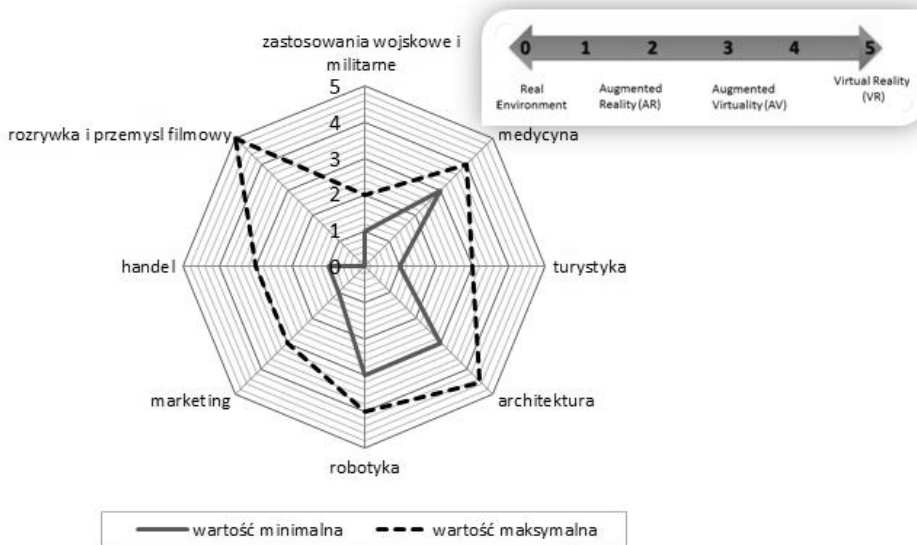
Przy wykorzystaniu ekranów przestrzennych możliwe są wspaniałe projekcje typu building mapping. Zestaw odpowiednich projektorów wyświetla na trójwymiarowym ekranie – elewacji budynku – multimedialne dynamiczne prezentacje. Efekt wielogodzinnych przeliczeń obrazu 2D, odpowiednio zaprojektowanego i wyświetlonego na powierzchni 3D, potrafi być zachwycający. Przykład pokazano na rysunku 14.



Rys. 14. Building mapping jako przykład wykorzystania AR w kulturze masowej [15]

5. ANALIZA WYKORZYSTANIA WIRTUALNEGO ŚRODOWISKA W SYSTEMACH INFORMATYCZNYCH

Wspomniane w artykule kierunki i tendencje rozwoju AR można sklasyfikować pod względem umiejscowienia ich na osi ciągłości rzeczywistości Paula Miligrama i Fumio Kishino (rys. 1). Do oceny zdefiniowano sześciopunktową skalę (0-5) wykorzystania wirtualnej rzeczywistości w analizowanych systemach informatycznych. Jeżeli interfejs nie jest rozszerzony o Augmented Reality, wartość zdefiniowano na 0, jeżeli wykorzystuje AR-1. W przypadku, gdy zawartość elementów i informacji wygenerowanych komputerowo jest duża – wartości 2 lub 3. W przypadku, gdy widziany obraz zawiera mało lub nie zawiera wcale elementów ze świata rzeczywistego, wartości przyjmują od 4 do 5. Dokonując analizy wspomnianych systemów informatycznych, oszacowany udział elementów rzeczywistych do wirtualnych w interfejsie użytkownika zaprezentowano na wykresie – rysunku 15.



Rys. 15. Ocena udziału informacji wirtualnych w obrazie interfejsu użytkownika we współczesnych aplikacjach i systemach informatycznych (opracowanie własne)

6. WNIOSKI

Rozszerzona rzeczywistość to nowy wspaniały interfejs współczesnych systemów informatycznych. Umożliwia dodawanie interaktywnej i zaawansowanej technicznie funkcjonalności do już istniejących systemów informatycznych. Augmented Reality otwiera także nowe możliwości ekspansji systemów informatycznych w obszary ludzkiej egzystencji i nauki, dotychczas nieeksplorowanych przez systemy komputerowe.

W zależności od dziedziny zastosowania rozszerzonej rzeczywistości, stosuje się różny udział dodatkowych informacji w widoku interfejsu użytkownika. Ma na to wpływ wiele aspektów. W dziedzinie turystyki i marketingu istotna jest „nawigacja do celu”; udział elementów wygenerowanych komputerowo jest stosunkowo nieduży.

W przytoczonym przykładzie medycznego systemu informatycznego zawartość informacji „rozszerzonych” jest bardzo duża i przesuwają tę aplikację w ogólnej klasyfikacji w dziedzinę rozszerzonej wirtualności. Warto wspomnieć, że medycyna to dziedzina nauki, w której z ogromną rezerwą wykorzystuje się systemy wspomagające decyzję. Wiąże się to z odpowiedzialnością lekarzy za działalność medyczną. Zaprezentowana aplikacja, jedyna ze znalezionych

przez autora, ma charakter czysto informacyjny. W związku z tym może praktycznie nie zawierać rzeczywistego obrazu, a jedynie próbę odwzorowania cyfrowego obrazu, stworzonego na podstawie rzeczywistych danych.

Podobnie wysoki udział informacji wirtualnych w obrazie zaobserwowano w przemyśle filmowym. Możliwe jest dodawanie niewielkich, wręcz znikomych, ilości informacji do obrazu rzeczywistego lub wręcz odwrotnie, generowanie całkowicie wytworzonego przez komputery świata.

Zastosowania militarne to odrębna dziedzina wykorzystania AR. To w tej dziedzinie stosowano rozszerzoną rzeczywistość jako pierwszą. Charakteryzuje się ona niewielkim udziałem w całkowitej ilości informacji docierającej do człowieka. Służy wspomaganie podejmowania decyzji i zapewne jest najbardziej dopracowanym obszarem wykorzystania AR.

Ostatnim ze wspomnianych zakresów jest handel. Brak poważnych konsekwencji (jak w przypadku medycyny czy zastosowań wojskowych) sprawia, iż AR w tej dziedzinie działalności ludzkiej rozwija się bardzo dynamicznie. Udział informacji dodatkowych sklasyfikowano tutaj na średni.

Należy podkreślić, iż przytoczone w artykule wnioski są wyciągnięte na podstawie dostępnych w chwili publikacji danych. AR rozwija się bardzo dynamicznie i nieustannie powstają nowe innowacyjne aplikacje.

LITERATURA

1. Azuma R.: A Survey of Augmented Reality, journal, Presence, vol. 6, 1997, pp. 355-385.
2. Bimber O., Raskar R.: Spatial Augmented Reality – Merging Real and Virtual Worlds, A K Peters, Wellesley, Massachusetts, 2005.
3. Biocca A. Frank and Rolland J.P.: Virtual Eyes Can Rearrange Your Body: Adaptation to Visual Displacement in See-Through, Head-Mounted Displays, Presence: Teleoperators and Virtual Environments, vol. 7, no. 3, June 1998, pp. 262-277.
4. Daehne P., Almeida L.: Archeoguide: an augmented reality guide for archaeological sites, IEEE Computer Graphics and Applications, vol. 22, 2002, pp. 52-60.
5. Hirokazu K., Billinghurst M.: Marker Tracking and HMD Calibration for a Video-based Augmented Reality Conferencing System, Proceeding IWAR '99 Proceedings of the 2nd IEEE and ACM International Workshop on Augmented Reality IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, 1999, pp.85-95.
6. Nauman A.A., Asghar T.: Augmented Reality in Museum Environments a case study at University Historical Museum, 2010, 13.
7. Pardel P.: Przegląd ważniejszych zagadnień rozszerzonej rzeczywistości, Politechnika Śląska, 2009.
8. Rolland J.P., Holloway R.L., Fuchs H.: A comparison of optical and video see-through head-mounted displays, SPIE: Telemanipulator and Telepresence Technologies, Bellingham, WA: SPIE, 1994, pp. 293-307.

9. Green S.A.: *Augmented Reality for Human-Robot Collaboration*, 2008, 22.
10. Szymczyk T., Świetlicki M., Zieliński P.: Wykorzystanie technologii GPS oraz rozszerzonej rzeczywistości w inteligentnym systemie prezentacji rozkładu jazdy autobusów, *Studia Informatica* Vol. 33, No 2B(106), Silesian University of Technology Press, Gliwice, 2012.
11. Wang R., Wang X.: Applying Service-Oriented Architecture into an Augmented Reality E-business, *IEEE International Conference on e-Business Engineering*, 2008.
12. Vlahakis V., Ioannidis M., Karigiannis J., Tsotros M., Gounaris M., Stricker D., Gleue T., Daehne P., Almeida L.: Archeoguide: an augmented reality guide for archaeological sites, *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 22, 2002, pp. 52-60.
13. http://en.wikipedia.org/wiki/Mixed_reality.
14. <http://www.google.com/trends/>.
15. <http://www.nuformer.com/>.
16. <http://www.telegraph.co.uk/technology/news/9098169/Augmented-reality-set-to-enhance-London-Eyes-pods.html>.
17. <http://www.telegraph.co.uk/technology/news/8895923/Tesco-trials-augmented-reality.html>.
18. <http://www.telegraph.co.uk/technology/news/9098169/Augmented-reality-set-to-enhance-London-Eyes-pods.html>.
19. <http://thevoicedesigns.blogspot.com/2011/09/online-tools-review-poistr.html>.
20. <http://weareorganizedchaos.com/index.php/2009/06/23/zugara-launches-online-shopping-app-utilizing-augmented-reality-and-motion-capture/>.
21. <http://szopekmagazine.com/2011/07/02/mobilne-tesco-w-stacji-metra-rozwiazanie-dla-zapracowanych-koreanczykow/>.
22. <http://techcrunch.com/2009/06/23/zugaras-augmented-reality-dressing-room-is-great-if-you-dont-care-how-your-clothes-fit/>.

Rękopis dostarczono dnia 16.07.2012 r.

USE OF AUGMENTED REALITY IN MODERN INFORMATION SYSTEMS

Tomasz SZYMCZYK

ABSTRACT *The article presents the dynamic developed Augmented Reality technology as a part of a continuum of reality. The author analyzes areas of possible use for this technology as well as general trends in its development. In short, the article describes the crucial advantages and disadvantages of displays which support Augmented Reality. In the paper the examples of specific systems supported by the AR were presented.*

Keywords: *Augmented Reality, Information Systems*

Dr inż. Tomasz SZYMCZYK – adiunkt w Instytucie Informatyki Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej. Rozprawę doktorską obronił na Wydziale Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej w 2009 roku. Zajmuje się projektowaniem systemów informatycznych, rozpoznawaniem i przetwarzaniem obrazów, technologiami internetowymi, ochroną informacji.



