

Marek SYNOWIEC

ZASADA DZIAŁANIA I WYBRANE ZASTOSOWANIA POSZERZONEJ RZECZYWISTOŚCI

Streszczenie: W artykule omówiono podstawowe zasady funkcjonowania systemów Poszerzonej Rzeczywistości¹, a także możliwości praktycznego wykorzystania w procesach zdobywania i organizowania wiedzy implementowanych między innymi we współczesnych strukturach wojskowych.

Słowa kluczowe: poszerzona rzeczywistość, rozszerzona rzeczywistość, augmented reality AR, szkolenie wojsk, akwizycja wiedzy.

1. WSTĘP

Nieprzerwany i prężny rozwój zaawansowanych technologii, który możemy obserwować od momentu wprowadzenia na rynek Apple Macintosh Computer - pierwszego komputera osobistego dostępnego cenowo dla szerokiej populacji konsumentów (w 1984 roku) całkowicie zmienił percepcję rzeczywistości społecznej. W stosunkowo krótkim czasie nastąpiło przejście ze społeczeństw industrialnych do społeczności opartych na wiedzy. Wiedza i wynikające z niej kompetencje stała się podstawowym wyznacznikiem wartości i pozycji społecznej. Po ponad 20 latach od tego przełomu wiedza przestała być traktowana jako fakultatywna droga do sukcesu społecznego, a stała się warunkiem niezbędnym do pełnowartościowego uczestniczenia w życiu zbiorowości. Dzięki silnie rozwijającej się miniaturyzacji, nowoczesne technologie zaczęły wkraczać we wszystkie płaszczyzny życia społecznego, wykluczając z nich ludzi niezdolnych do opanowania nowych rozwiązań, tworzących nową generację tzw. analfabetów funkcjonalnych.

W celu dotrzymania kroku nowym technologiom zaczęto poszukiwać coraz nowocześniejszych, skuteczniejszych, a przede wszystkim coraz szybszych sposobów pozyskiwania wiedzy, o czym świadczyć może zauważalny wzrost popularności nowoczesnego e-learningu i multimediiów, pozwalających na pozyskiwanie wiedzy w każdym możliwym miejscu i na każdy możliwy temat.

Kolejnym krokiem na drodze do akwizycji wiedzy zdaje się rozszerzanie rzeczywistości. Rozwiązanie to, stosowane wcześniej jedynie w wysokobudżetowych produkcjach filmowych, dociera obecnie do coraz szerszej grupy użytkowników, w tym także wojska, stanowiąc silną konkurencję dla rzeczywistości wirtualnej, szeroko wykorzystywanej w symulatorach i innych programach szkoleniowych.

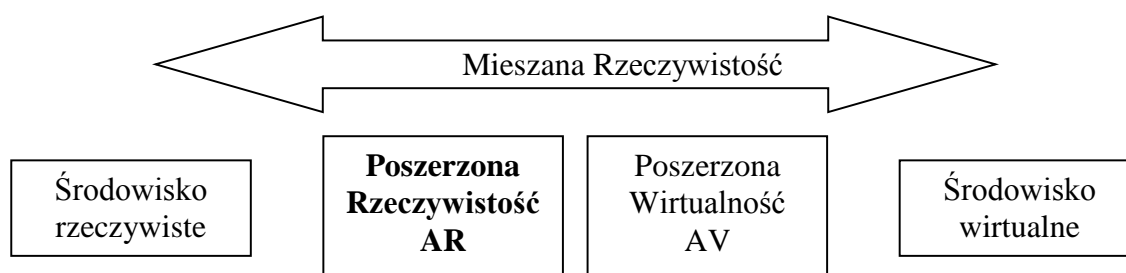
¹ Używany jest także synonim Rozszerzona Rzeczywistość, a także akronim wywodzący się z języka angielskiego

2. CZYM JEST POSZERZONA RZECZYWISTOŚĆ?

Poszerzona rzeczywistość (ang. *Augmented Reality*) jest stosunkowo młodym obszarem badań informatyki, który zajmuje się łączeniem, czy też nakładaniem na elementy świata rzeczywistego obiektów wirtualnych. Dzięki temu rozwiązaniu użytkownik uzyskuje możliwość rozszerzenia dostępnych zmysłowo elementów świata realnego o dodatkowe segmenty informacyjne, estetyczne, optymalizacyjne otrzymane przy wykorzystaniu technologii informatycznych.

Rys. 1 przedstawia schemat kontinuum rzeczywistości. Wynika z niego, iż poza możliwością poszerzania obrazu świata rzeczywistego istnieje także możliwość podejścia odwrotnego, tzn. poszerzania obrazu świata wirtualnego o elementy świata rzeczywistego. Granica pomiędzy sferą Poszerzonych: Rzeczywistości i Wirtualności jest niezwykle płynna i zasada się w znacznej mierze na stosunku ilości elementów wywodzących się ze świata realnego do tych, utworzonych za pośrednictwem metod informatycznych. W celu ukrócenia niejasności oraz ewentualnych sporów nomenklaturowych, przyjąłem definicję AR, nawiązującą do tekstu Ivana Sutherlanda pt. „The Ultimate Display” z 1965 roku stanowiącego podwaliny dla dalszego rozwoju Poszerzonej Rzeczywistości, a zaproponowaną przez R. Azumę [1], który twierdził, że warunkiem mówienia o poszerzonej rzeczywistości konieczne jest współistnienie trzech czynników:

- połączenia świata wirtualnego z realnym,
- interaktywności treści w czasie rzeczywistym,
- rejestracji w trzech wymiarach.



Rys. 1. Schemat ciągłości rzeczywistości (autorstwo: Milgram i Kishino, 1994 r.)

Rzeczywistość może być rozszerzana o dodatkowe dane na wielu płaszczyznach. Podstawowym, a zarazem najgłębiej przebadanym i najlepiej do tej pory rozwiniętym wykorzystaniem tej technologii są aplikacje dedykowane oddziaływaniu na wzrok i słuch użytkownika (wiązało się to w głównej mierze z prostotą nakładania treści/plików graficznych i dźwiękowych na odpowiadające im obiekty świata realnego).

Wraz z dalszymi badaniami nad możliwościami AR zaczęto wprowadzać „rozszerzenia” dla pozostałych zmysłów. Dzięki zastosowaniu odpowiednich czujników pojawiła się możliwość wykorzystania dotyku w interfejsie oprogramowania oraz przy manipulowaniu nakładanymi elementami wirtualnymi. Niedawno zostały zaproponowane rozwiązania przeznaczone dla dwóch pozostałych zmysłów: węchu i smaku. W pierwszym przypadku urządzenie po identyfikacji tekstury (ciasto, czekolada, owoce itp.) za pośrednictwem dozownika rozpyła odpowiednie aromaty (Rys.2a). Natomiast urządzenie TagCandy otwiera przed użytkownikiem paletę nowych doznań za pośrednictwem

„zwykłego” lizaka (rys. 2b). Ze względu jednak na brak (do tej pory) aplikacji wojskowych ukierunkowanych na smak i węch, rozwiązania te zostaną pominięte w dalszym opisie.



a) projekt: Meta cookie [22],



b) projekt: TagCandy [23]

Rys. 2. Aplikacje AR

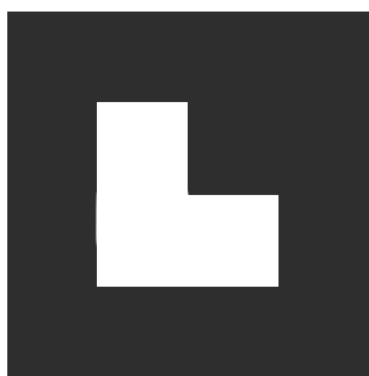
Prace nad rzeczywistością poszerzoną zostały zapoczątkowane w latach sześćdziesiątych, jednakże pierwsze skuteczne i użytkowe wdrożenie w sferze cywilnej miało miejsce trzy dekady później, wraz z uruchomieniem przez Boeinga systemu wspierającego orientację pracowników w niezwykle złożonym okablowaniu swoich produktów. Wtedy też, po raz pierwszy w tym kontekście, zostało użyte pojęcie „Rozszerzonej Rzeczywistości” [5].

3. ZASADY FUNKCJONOWANIA AR – PODSTAWOWE KOMPONENTY SYSTEMU

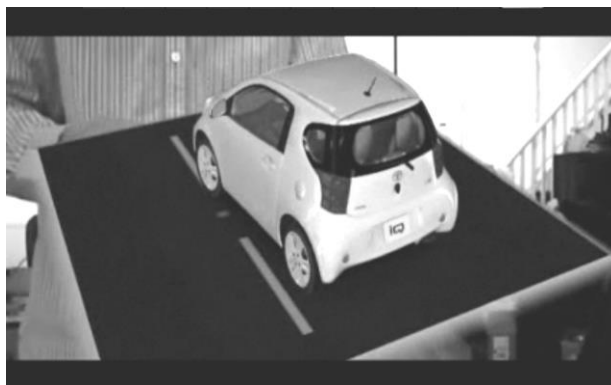
3.1. Markery

Pierwsze systemy AR przeznaczone były dla budynków i innych zamkniętych obszarów, w których nie występował problem zmiennego środowiska. Dzięki pełnej kontroli nad natężeniem oświetlenia i zapewnieniu odpowiedniego kontrastu oraz widoczności dla znaczników systemy te mogły się opierać na bazie zestawów prostych czarno-białych markerów opatrzonych unikalnymi, prostymi wzorami geometrycznymi. Wzory te wprowadzane były do systemu operacyjnego wraz z przypisanymi im wirtualnymi wizualizacjami. Po identyfikacji położenia i orientacji kamery przez marker oraz akwizycji obrazu z bazy danych, system nakładał na jego powierzchnię odpowiedni obraz.

Wraz z dalszym rozwojem technologii zaczęto podejmować próby wyprowadzenia AR do środowiska otwartego. Głównym problem stała się utrata kontroli nad warunkami otaczającymi. Często nadmierne lub niedostateczne nasłonecznienie, mgły, opady lub inne fenomeny pogodowe znacząco utrudniały, a w pewnych wypadkach nawet uniemożliwiały identyfikację znaczników. Co więcej, wiatr, pyły i tym podobne zjawiska destabilizowały pozycje markerów, sprawiając że ich skuteczne wykorzystanie na terenach otwartych zostało obwarowane licznymi i znaczącymi ograniczeniami. Było to główną przyczyną rozpoczęcia poszukiwań znaczników lepiej dostosowanych do nowych warunków oraz prac nad udoskonaleniem systemów śledzących.



a) marker [14],



b) przykład wykorzystania markera do wizualizacji treści (projekt Toyota iQ) [21]

Rys. 3. Zastosowanie markerów

Ze względu na powyższe uwarunkowania, w ramach środowisk otwartych zaczęto bazować na „naturalnie” występujących markerach – charakterystycznych budynkach, przedmiotach, tudzież innych punktach odniesienia. Ich cyfrowe odwzorowania wprowadzane były do systemu, tak jak miało to miejsce w przypadku wzorów umieszczonych na czarno-białych markerach, a dodatkowo posiłkowano się informacją o dokładnym położeniu geograficznym obiektu-markera.

3.2. Systemy śledzące

Za identyfikację markerów spośród innych elementów otoczenia odpowiadają tzw. systemy śledzące, czyli zbiory pojedynczych lub też zintegrowanych ze sobą czujników, których celem jest skuteczna akwizycja danych z zewnątrz i wprowadzenie ich do systemu. W razie identyfikacji markera system wysyła informację zwrotną, skutkującą poszerzeniem widoku o odpowiednie elementy wirtualne. Można wyróżnić dwie podstawowe kategorie systemów śledzących [4]: systemy celu aktywnego oraz systemy celu pasywnego. Systemy celu aktywnego funkcjonują w ramach wcześniej zarejestrowanych i skalibrowanych środowisk, wyszukując odpowiednich punktów charakterystycznych (orientacyjnych). Natomiast systemy celu pasywnego opierają swoje działanie na identyfikacji naturalnie występujących zjawisk i sygnałów (dobrym przykładem jest kompas jako czujnik reagujący na pole magnetyczne Ziemi).

Niestety, każdy z tych systemów ma swoje zauważalne wady. Podczas gdy systemy celu aktywnego są zdolne funkcjonować jedynie w uprzednio przygotowanych (skalibrowanych) środowiskach, o tyle systemy celu pasywnego, mimo swojej względnej uniwersalności, cechuje także bardzo powolny i podatny na błędy proces akwizycji i przetwarzania danych.

W celu zniwelowania powyższych defektów zaczęto prowadzić pracę nad tzw. systemami hybrydowymi [4][2], które, zgodnie z założeniami, miały łączyć różne rodzaje czujników o uzupełniających się cechach i możliwościach w ramach jednego systemu. Istnieją trzy główne kategorie systemów hybrydowych [4]:

- systemy aktywno-aktywne, np. wizyjno – akustyczne,
- systemy aktywno-pasywne, np. wizyjno – inercyjne,
- systemy pasywno-pasywne, np. inercyjno-magnetyczne (kompas).

Systemy hybrydowe skutecznie niwelują błędy i wady poszczególnych systemów składowych. Jednym z prostszych przykładów zastosowania systemu hybrydowego jest rozwiązanie dedykowane dla aplikacji poszerzonej rzeczywistości w nowoczesnych, inteligentnych telefonach komórkowych, opierających się w głównej mierze na akwizycji danych za pośrednictwem kamery. Główną wadą systemów opartych na kamerze, funkcjonujących w środowisku otwartym jest zależność od warunków atmosferycznych, które mogą w znacznym stopniu wpływać na destabilizację i przemieszczenie obrazu od punktu (znacznika) dedykowanego. W celu uniknięcia tego zjawiska zdecydowano się na wprowadzenie dwóch dodatkowych czujników w ramach tzw. Systemu Wspomagania Lokalizacji (ang. *Aid-localization System*) [7]. W przypadku gdy wykryty zostanie błąd w rejestracji danych przez kamerę system odwołuje się do GPS'a, dzięki któremu identyfikuje dokładne położenie geograficzne zarówno użytkownika, jak i markera oraz do czujnika inercyjnego (obecnie zastąpione czujnikami IMU), przeliczającego odsunięcie od, arbitralnie założonego „punktu wyjściowego”. Co ciekawe, GPS wraz z INS'em (czujnikiem inercyjnym) nie tylko pozwalają zniwelować błędy pojawiające się w czasie akwizycji danych przez kamerę, ale dodatkowo, na zasadzie sprzężenia zwrotnego, dane uzyskane przez kamerę pozwalają zmniejszyć błąd sumaryczny, otrzymany podczas repetytywnych pomiarów przesunięcia, przeprowadzanych przez czujnik inercyjny.

3.3. Metody wizualizacji treści

Po rozpoznaniu ról i funkcji jakie pełnią markery, będąc swego rodzaju „punktami przejścia” dla treści wirtualnych w świecie rzeczywistym oraz po krótkim przeglądzie tematyki dotyczącej systemów śledzących, ostatnim komponentem systemu poszerzonej rzeczywistości, który wymaga omówienia jest sposób i medium wizualizacji treści utworzonych za pośrednictwem metod informatycznych. Systemy AR mogą korzystać z licznych rodzajów wyświetlaczy, przyjmując praktyczność i efektywność jako dwa podstawowe wskaźniki doboru. Azuma podzielił systemy wizyjne na trzy główne grupy: Mobilne Wyświetlacze Komputerowe (*Head-worn displays/Head Mounted Displays*), tablety komputerowe (*Handheld displays*) oraz wyświetlacze projektorowe (*Projection displays*)[3] rzutujące treści wirtualne bezpośrednio na obiekty rzeczywiste. Oczywiście klasyczne komputery, wyposażone w kamerę, także są w stanie obsłużyć aplikacje AR, jednakże ze względu na brak mobilności, a co za tym idzie niskie walory praktyczne, zostaną pominięte w dalszym opisie.

Mobilne wyświetlacze komputerowe, popularnie nazywane HMD (akronim z angielskiej nazwy) pozwalają na umieszczenie urządzenia na głowie użytkownika i łączenie tudzież wyświetlanie obrazów bezpośrednio przed jego oczami. HMD dzielą się na dwa rodzaje, w zależności od metody łączenia ze sobą planu realnego z wirtualnym.



Rys. 4. Przykładowe modele HMD typu video see-through

Pierwszy, klasyczny typ, tzw. video see-through HMD dokonuje akwizycji obrazu świata rzeczywistego za pośrednictwem kamery, by później obraz ten poddać obróbce poprzez kluczkowanie go z elementami wirtualnymi, a następnie tak wygenerowany dostarczyć użytkownikowi w formie wizualizacji [5].

Główną zaletą rozwiązań stosowanych w modelach video see-through jest uzyskanie pełnej kontroli nad generowanym obrazem. Możliwe staje się precyzyjne dopasowanie nakładanych elementów świata wirtualnego na plan rzeczywisty. Niestety z zalety tej wynika także główna wada tych urządzeń. Bardzo dokładny proces kluczkowania obrazów może w efekcie skutkować sporymi opóźnieniami w dystrybucji obrazu do użytkownika. Nie pozwala to na swobodne ich stosowanie w niekontrolowanym środowisku otwartym, ze względu chociażby na ryzyko zderzenia się użytkownika z przeszkodą, której obrazu wyświetlacz nie zdążył na czas przekazać [6].

Drugi rodzaj mobilnych wyświetlaczy komputerowych to tzw. optical see-through HMD. Zastosowane w nich rozwiązanie technologiczne sprawia, że łączenie sfer wirtualnej z realną odbywa się na bieżąco na płaszczyźnie przezroczystego wyświetlacza. Oznacza to, że użytkownik utrzymuje nieprzerwany kontakt wzrokowy z otoczeniem, podczas gdy elementy wirtualne nakładane są na niego w czasie rzeczywistym. Znaczne przyspieszenie procesu dystrybucji obrazu sprawia, iż nierzadko pojawiają się spore nieścisłości i błędy w lokalizacji obrazu.



a) Vuzix Star 1200 [19],



b) Clear Vu [20]

Rys. 5. Przykładowe modele HMD typu optical see-through

Rozwiązaniem prezentującym inne podejście do dystrybucji obrazu są tzw. Virtual Retinal Displays (VRD), czyli Wirtualne Wyświetlacze Siatkówkowe, które rzucają wyświetlany obraz bezpośrednio na siatkówkę oka użytkownika za pośrednictwem systemu laserów [3]. Rozwiązanie to pozwala na szybką dystrybucję obrazów o wysokiej rozdzielczości oraz daleko posuniętą miniaturyzację wymaganego sprzętu [5].

4. POSZERZONA RZECZYWISTOŚĆ W PRAKTYCE SZKOLENIA WOJSK

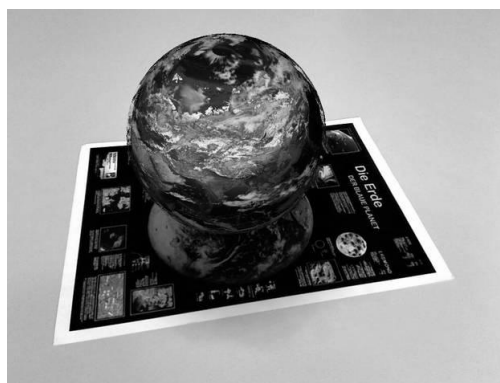
Nie da się ukryć, iż poszerzona rzeczywistość jest obecnie najbardziej wykorzystywana w dziedzinie rozrywkowej oraz kulturalno-oświatowej. Świadczyć o tym mogą liczne aplikacje przeznaczone dla inteligentnych telefonów komórkowych wykorzystujące technologię AR oraz stosunkowo świeży trend w muzealnictwie, którego głównym założeniem jest przejście z klasycznych ekspozycji statycznych na bardziej dynamiczne, a przede wszystkim interaktywne (Muzeum Powstania Warszawskiego w Warszawie, Muzeum Fryderyka Chopina w Warszawie, muzeum w podziemiach Rynku Głównego w Krakowie). Powyższe tendencje potwierdzają skuteczność AR we wspieraniu procesów edukacyjnych. Potencjał ten został dostrzeżony przez liczne struktury organizacyjne i gałęzie przemysłu coraz szerzej sięgające po aplikacje AR [10]. Także wojsko nie odbiega od panującej tendencji do szukania nowoczesnych i efektywnych rozwiązań we wspomaganie edukacji i szkolenia żołnierzy.

4.1. Potencjał edukacyjno – promocyjny

Najprostszym i podstawowym wykorzystaniem technologii AR jest implementacja trójwymiarowych statycznych oraz dynamicznych modeli na kartach klasycznych podręczników. Modele takie mogą w łatwy i przystępny sposób przedstawić uczącym się skomplikowaną budowę komponentów z możliwością wskazania wszystkich części i ich funkcji. Co więcej, możliwe jest także wykorzystanie pełnowymiarowych animacji wydarzeń, które mogą służyć, np. jako materiały poglądowe dotyczące organizowania działań zbrojnych w określonych warunkach i otoczeniu.



a) konstrukcja stadionu,



b) kula ziemiska [15]

Rys. 6. Przykłady wykorzystania modeli w podręcznikach

Niezwykła siła perswazyjna wizualizacji AR została zauważona i wykorzystana przez Siły Powietrzne Stanów Zjednoczonych Ameryki (*United States Air Force*), które 27 kwietnia 2010 roku otworzyły mobilny „park tematyczny” poświęcony autopromocji [17]. Command Center Alpha (oficjalna nazwa projektu) zawiera w swoim wnętrzu liczne interaktywne aplikacje, wszystkie umożliwiające wizualizację treści w technologii poszerzonej rzeczywistości. Zwiedzający, a w zasadzie potencjalni rekruci, wyposażeni zostają w tablety komputerowe, dzięki którym mają możliwość doświadczenia wyzwań stawianych przed żołnierzami USAF. Do ich dyspozycji oddanych zostało 20 misji, od rekonesansu przez misje ratownicze, aż do przejęcia sterów samolotów bezzałogowych. Można stwierdzić, że inicjatywa ta odniosła sukces, o czym mogą świadczyć zamiary powtórzenia *tournée* w roku bieżącym.



a) widok obiektu

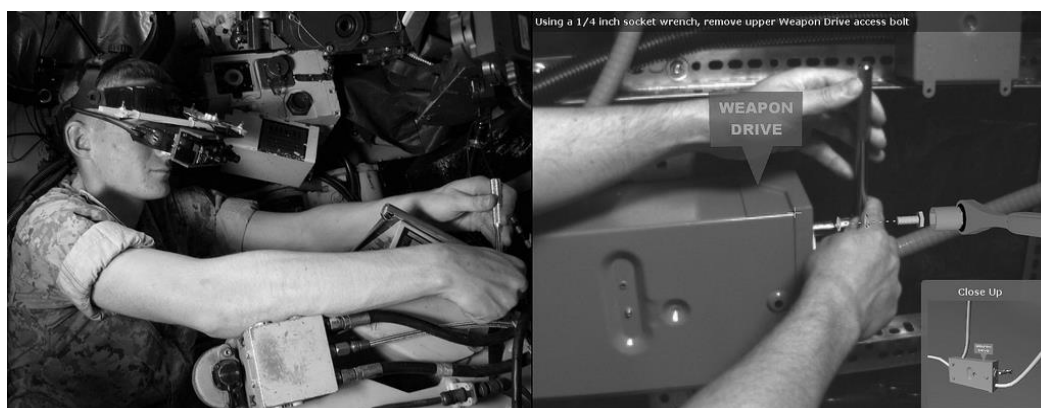


b) jedna z dwudziestu interaktywnych aplikacji AR [13]

Rys. 7. Command Centem Alpha

4.2. Wspieranie prac serwisowych sprzętu wojskowego

Najszerzej zbadanym aspektem wykorzystania poszerzonej rzeczywistości w praktyce wojskowej jest wspomaganie prac naprawczych. Naukowcy z Uniwersytetu Columbia przeprowadzili szereg testów, mających na celu zbadanie skuteczności oraz ergonomiczności stosowania wyświetlaczy HMD przy obsłudze opancerzonych wozów bojowych o złożonej konstrukcji [8]. Projekt ten otrzymał kryptonim ARMAR (*Augmented Reality for Maintenance and Repair*). Do tej pory mechanicy mogli posiłkować się w trakcie pracy instrukcją multimedialną wyświetlaną na komputerze, tymczasem korzystając z mobilnych wyświetlaczy komputerowych zdobywa się dostęp do instrukcji na bieżąco, bez konieczności odrywania wzroku od wykonywanej czynności. Jest to możliwe dzięki zastosowaniu wcześniej przygotowanych programów naprawczych. W zależności od wybranej czynności na płaszczyźnie wyświetlacza pojawiają się wszelkie niezbędne mechanikowi informacje: wizualizacja obiektu, na którym należy wykonać czynność, animacja przebiegu czynności (np. sposób, w jaki ma przebiegać proces demontażu) oraz wizualizacja narzędzia, jakim należy się przy tej czynności posłużyć [9].



Rys. 8. Mechanik wyposażony w HMD oraz widok przez nie prezentowany

Rozwiązanie to niesie ze sobą wiele potencjalnych korzyści, takich jak: ograniczenie wymaganego zakresu ruchów głowy i oczu pozwalające na dłuższą i bardziej wydajną pracę, przykuwanie uwagi pracownika do konkretnego działania dzięki nałożonym obrazom, z jednoczesnym dostarczeniem mu wszelkich wymaganych informacji, czy możliwość bezrefleksyjnego przechodzenia od jednej czynności do drugiej dzięki zaprogramowaniu pełnego cyklu naprawczego [8]. Wszelkie ograniczenia systemu ARMAR wynikają z niedoskonałości technicznych i technologicznych platform Poszerzonej Rzeczywistości i w znacznej mierze wiążą się z problemami z lokalizacją znaczników i nieporęcznymi wyświetlaczami.

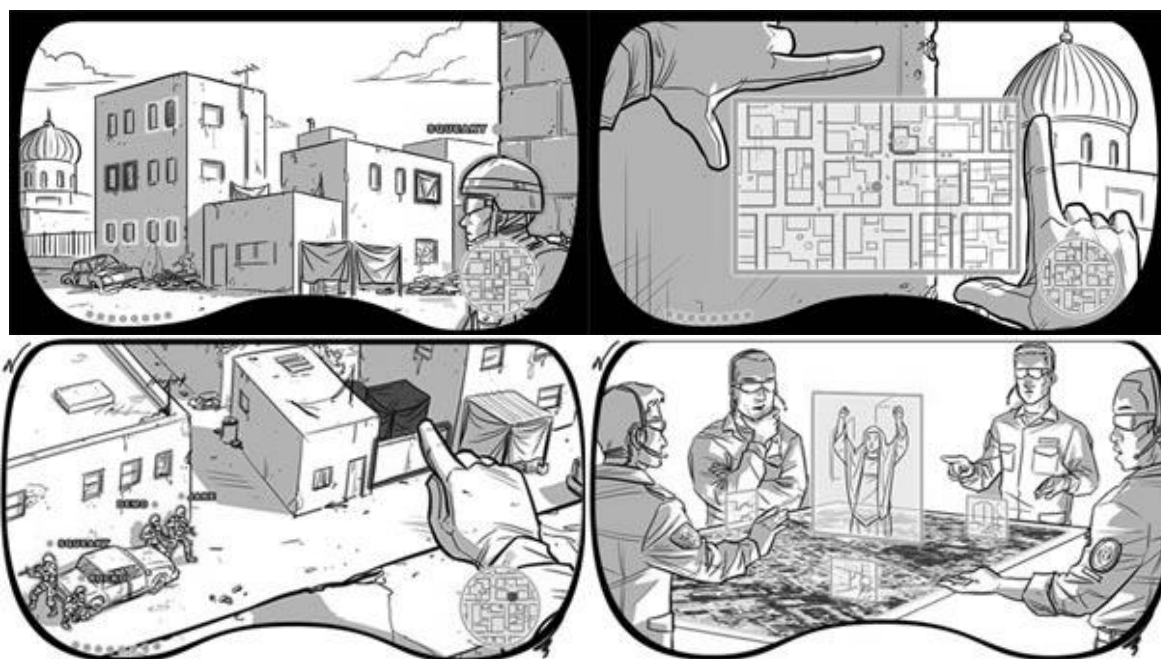
4.3. Poszerzenie orientacji sytuacyjnej na polu walki

Wzrost popularności pojęcia wojny asymetrycznej oraz przeniesienie teatru działań operacyjnych z rozległych pól bitewnych na bardzo ograniczone przestrzenie terenów zurbanizowanych wymusiły zmianę podejścia do przeprowadzania akcji zbrojnych. Najistotniejszym dla żołnierzy parametrem stała się orientacja sytuacyjna na polu walki. Armia od razu dostrzegła możliwości wykorzystania poszerzonej rzeczywistości w charakterze wsparcia na bieżąco dostarczającego witalnych informacji. Stany Zjednoczone Ameryki oraz liczne kraje Europy i Azji zaczęły pracę nad tzw. Future Warrior Systems, czyli systemami żołnierzy przyszłości. Jednym z głównych założeń tych niezwykle rozbudowanych projektów było wspieranie podstawowych czynności, takich jak: nawigacja i orientacja

w terenie, identyfikacja celów misji, rozpoznawanie sojuszników i wrogów czy akwizycja celu.

Początkowo wdrażano monitory-monokle działające na zasadzie wyświetlaczy video see-through, które umożliwiały żołnierzom stały dostęp do mapy, aktualizowanej listy celów misji, informacji o pozycjach zajmowanych przez nieprzyjaciela, a także pozwalały na wzajemne przesyłanie sobie widoku rejestrowanego przez kamerę umieszczoną w monoklu. O ile rozwiązanie to faktycznie poprawiało orientację sytuacyjną żołnierzy, o tyle nie stanowiło pełnego wykorzystania potencjału poszerzania rzeczywistości.

Potencjał ten udało się natomiast wykorzystać w agencji DARPA, która zaproponowała system Urban Leader Tactical Response, Awareness & Visualization, w skrócie ULTRA-Vis [11]. Dzięki temu systemowi żołnierze uzyskali możliwość wzajemnego informowania się o potencjalnych zagrożeniach w trakcie działań operacyjnych. Rewolucyjny system identyfikacji elementów krajobrazu poprzez nakładanie na nie wirtualnych symboli pozwolił na utworzenie informacji „stałej” i ogólnodostępnej dla wszystkich członków zespołu oraz jednostek nadzorujących działania [12]. ULTRA-Vis składa się z multimodalnego interfejsu identyfikującego zarówno komendy werbalne, jak i niewerbalne, systemu zarządzania danymi przetwarzającymi powyższe komendy w standaryzowane znaczniki geometryczne oraz okulary wizyjne typu optical see-through [11].



Rys. 9. Rysunki koncepcyjne ULTRA-Vis[12]

5. PODSUMOWANIE

Rzeczywistość poszerzona wykorzystywana jako medium przekazu dla materiałów dydaktycznych ma szansę całkowitej redefinicji klasycznego podejścia do procesów nauczania i organizowania wiedzy. Multimedialność, natychmiastowe filtrowanie wymaganych informacji bez konieczności ingerencji użytkownika oraz uniwersalność wykorzystania, to cechy, dzięki którym AR może stać się w przyszłości podstawową

platformą edukacyjną. Szeroko prowadzone badania nad możliwościami wykorzystania poszerzania rzeczywistości jednoznacznie wskazują na jej tranzyt ze sfery czystej rozrywki do wszystkich istotnych gałęzi rozwoju i przemysłu, z wojskowością włącznie.

Swoją niezwykłą skuteczność AR zawdzięcza przede wszystkim harmonijnemu połączeniu ikon i symboli z bardziej rozbudowanymi treściami, które przyspiesza procesy poznawcze dzięki integracji kontekstów „na oczach” użytkownika.

Można śmiało stwierdzić, iż technologia AR stanowi przyszłość w sferze edukacji ustawicznej, która rozumiana będzie już nie tylko jako edukacja we wszystkich latach życia człowieka, ale jako edukacja w każdej jego sekundzie.

Na drodze do szybkiego i globalnego wdrożenia, stoją jednak spore koszty sprzętu i oprogramowania oraz ciągle występujące niedoskonałości techniczne i technologiczne dostępnych rozwiązań. Sądzić jednak można, iż, na zasadzie korelacji z poprzednimi technologiami, które znalazły się w strefie zainteresowań wojska, czeka nas okres prężnego jej rozwoju, skutkującego wdrożeniem do szerokiego wykorzystania w szkoleniu wszystkich rodzajów wojsk.

6. LITERATURA

6.1. Artykuły, raporty i inne opracowania

- [1] Azuma R., *A Survey of Augmented Reality*, “Presence: Teleoperators and Virtual Environments, z. 6, nr 4, Sierpień 1997, s. 355-385.
- [2] Azuma R., Neumann U., You S., *Hybrid Inertial and Vision Tracking for Augmented Reality Registration*, źródło: <http://www.sciweavers.org.2001> r.
- [3] Azuma R., Baillet Y., Behringer R., Feiner S., Julier S., MacIntyre B., *Recent Advances in Augmented Reality*, “IEEE Computer Graphics and Applications”, Listopad/Grudzień 2001 r., s. 34-47.
- [4] Azuma R., Neumann U., You S., *Orientation Tracking for Outdoor Augmented Reality Registration*, źródło: citeseerx.ist.psu.edu.2002 r.
- [5] Pardel P., *Przegląd ważniejszych zagadnień rozszerzonej rzeczywistości*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria INFORMATYKA”, t. 30, nr 1 (82), Gliwice, 2009, s. 35-65.
- [6] Bajura M. A., *Merging Real and Virtual Environments with Video See-Through Head-Mounted Displays*, 1997, źródło: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.51.2164&rank=1>.
- [7] Bodnar N., *Mobile based Augmented Reality*, źródło: <http://www1.cse.wustl.edu/~jain/cse574-10/ftp/reality/index.html#sec2.1.2>.
- [8] Henderson S.J., Feiner S.K., *Augmented Reality for Maintenance and Repair (ARMAR). Final Report for June 2005 to August 2007*, Sierpień 2007, źródło: http://graphics.cs.columbia.edu/projects/armar/pubs/henderson_feiner_AFRL_RH-WP-TR-2007-0112.pdf.
- [9] Grifantini K., *Faster Maintenance with Augmented Reality*, “Technology Review”, MIT, Październik 2009, źródło: <http://www.technologyreview.com/computing/23800/?a=f>.

- [10] Bartosik M., Filip A., Kozera P., *Poszerzona rzeczywistość w edukacji*, Uniwersytet Jagielloński, źródło: http://www.e-edukacja.net/piata/referaty/sesja_IIIb/26_e-edukacja.pdf.
- [11] BAA 08-36 Urban Leader Tactical Response, Awareness & Visualization (ULTRA-Vis), 2008, źródło: https://www.fbo.gov/?s=opportunity&mode=form&tab=core&id=fd87b5e7be5ac9a70272c07dec8875ab&_cvview=1.
- [12] Cameron C., *Military-Grade Augmented Reality Could Redefine Modern Warfare*, Czerwiec 2010, źródło: http://www.readwriteweb.com/archives/military_grade_augmented_reality_could_redefine_modern_warfare.php.

6.2. Witryny internetowe

- [13] <http://www.hightech-edge.com/usaf-air-force-augmented-reality-command-center-alpha-recruit-soldiers/9169/>; 15.06.2011.
- [14] <http://digitalcortex.net/work/academic/what-is-ar-and-what-is-it-capable-of/>.
- [15] <http://www.wired.com/gadgetlab/2008/10/im-in-yur-physi/>; 15.06.2011.
- [16] <http://graphics.cs.columbia.edu/projects/armar/index.htm>; 15.06.2011.
- [17] <http://www.af.mil/news/story.asp?id=123201086>; 15.06.2011.
- [18] <http://www.vrealities.com/hmd.html>; 15.06.2011.
- [19] <http://www.vuzix.com>; 15.06.2011.
- [20] <http://www.optinvent.com/technologies.php>; 15.06.2011.
- [21] http://www.toyota.co.uk/cgi-bin/toyota/bv/frame_start.jsp?id=iQ_reality; 15.06.2011.
- [22] <http://dvice.com/archives/2010/08/smell-enhanced.php> 13.06.2011; 15.06.2011.
- [23] <http://www.engadget.com/2010/12/03/augmented-reality-tagcandy-creates-a-virtual-taste-explosion/> 13.06.2011; 15.06.2011.

BASIC PRINCIPLE AND CHOSEN APPLICATIONS OF AUGMENTED REALITY

Abstract: This paper surveys the basic concepts of Augmented Reality, its capabilities and practical examples of implementation in knowledge acquisition and organization processes which are used, inter alia, in contemporary army structures.

Key words: augmented reality, military training, knowledge acquisition.