

Analiza zastosowania edukacyjnej aplikacji mobilnej z rozszerzoną rzeczywistością w przyswajaniu wiedzy z zakresu otaczającego świata

Łukasz Borek*, Małgorzata Plechawska-Wójcik

Politechnika Lubelska, Instytut Informatyki, Nadbystrzycka 36B, 20-618 Lublin, Polska

Streszczenie. W artykule zawarto opis badań na temat zastosowania rozszerzonej rzeczywistości w przyswajaniu wiedzy przez uczniów. Badania przeprowadzono z wykorzystaniem stworzonej edukacyjnej aplikacji mobilnej. Aplikacja ma formę quizu, w którym odpowiedziami są obiekty 3D. Celem analizy było potwierdzenie tezy, że rozszerzona rzeczywistość w aplikacjach mobilnych sprzyja absorpcji nowo poznanych treści. Ankieta wstępna oraz analiza osiągniętych wyników przez użytkowników potwierdziły stawianą tezę.

Słowa kluczowe: rozszerzona rzeczywistość; edukacja; aplikacja mobilna

*Autor do korespondencji.

Adres e-mail: lukaszborek51@gmail.com

Analysis of using educational mobile application with augmented reality in asimilate knowledge of the surrounding world

Łukasz Borek*, Małgorzata Plechawska-Wójcik

Institute of Computer Science, Lublin University of Technology, Nadbystrzycka 36B, 20-618 Lublin, Poland

Abstract. The paper presents research on the applying augmented reality technology in the process of knowledge assimilation by pupils. The study was conducted with the use of dedicated educational mobile application. The application takes the form of a quiz, where 3D objects represent answers. The aim of the analysis is to confirm the thesis that the augmented reality applied in mobile applications helps in learning new contents. Preliminary survey and the analysis of achieved users results confirmed the thesis.

Keywords: augmented reality; education; mobile application

*Corresponding author.

E-mail address: lukaszborek51@gmail.com

1 Wstęp

Naukowcy wciąż poszukują nowych, bardziej skutecznych od dotychczas istniejących, metod nauczania. Temat wykorzystania rozszerzonej rzeczywistości w edukacji został podjęty przez Cooperstocka J. R. (2001) [1], który sięgnął po tę technologię w swojej pracy dotyczącej metody zdalnego nauczania. Kwestię tę poruszył również Billingham M. (2002) [2] podczas opracowywania badań na temat „MagicBook”.

Pojęcie rozszerzonej rzeczywistości [3] (ang. *Augmented Reality*, AR) definiowane jest jako odmiana Virtual Reality (VR) lub rzadziej używane Virtual Environment (VE). Główną cechą charakterystyczną technologii VR jest izolacja użytkownika od świata rzeczywistego. W przeciwieństwie do tego technika AR jest kombinacją scen ze świata rzeczywistego oraz wirtualnego. To rozszerzenie możliwe jest dzięki wykorzystaniu specjalnego oprogramowania współpracującego z urządzeniem wyświetlającym. Istotnym aspektem korzystania z rozszerzonej rzeczywistości jest zwiększenie stopnia interakcji użytkownika ze sceną rzeczywistą. Co więcej, AR jest używana w środowisku 3D [4].

Cel pracy obejmuje analizę wpływu aplikacji mobilnej wykorzystującej rozszerzoną rzeczywistość w przyswajaniu

wiedzy na temat otaczającego świata przez dzieci na etapie edukacji wczesnoszkolnej. Praca również ma potwierdzić hipotezę, że wykorzystanie rozszerzonej rzeczywistości w aplikacjach mobilnych zwiększa zdolności w absorpcji wiedzy o otaczającym świecie przez najmłodsze pokolenie. W tym celu należy zwrócić uwagę na specyficzne procesy w organizmie najmłodszych zachodzące podczas ich rozwoju.

2 Zastosowanie rozszerzonej rzeczywistości w edukacji

Pojęcie rozszerzonej rzeczywistości jest szeroko poruszane w kontekście metodyki badawczej stosowanej w nauce. Przegląd zasobów elektronicznych baz danych takich jak Science Direct, SpringerLink oraz Wiley Online Library pokazał bardzo duże zainteresowanie AR jako przedmiot badań w dziedzinie edukacji. Na przestrzeni kilku ostatnich dekad wielu naukowców rozwijało pragmatyczne teorie oraz aplikacje, aby jak najlepiej zaadoptować technologię AR do celów edukacyjnych. Na podstawie licznych badań opracowano innowacyjne rozwiązania związane z zastosowaniem AR przyczyniające się do zwiększenia efektywności szkolenia oraz poziomu edukacji. Ze względu na obszerność pojęcia edukacji, wykorzystanie AR pogrupowano na następujące kategorie tematyczne:

- o aplikacje AR w edukacji osób niepełnosprawnych,
- o oprogramowanie AR wspierające edukację,

- o korzystanie z AR w edukacji wczesnoszkolnej,
- o korzystanie z AR w nauczaniu konkretnych dyscyplin naukowych (matematyka, chemia, biologia, fizyka, astronomia, medycyna),
- o opinie uczniów, nauczycieli oraz rodziców na temat używania techniki AR w nauczaniu,
- o obecne oraz przyszłe aplikacje wykorzystujące AR.

Według Shelton i Hedley (2004) [5] pomimo dużego rozwoju AR, wiele pytań dotyczących stosowania AR w zakresie kształcenia i szkolenia pozostaje bez odpowiedzi lub dotychczasowe stwierdzenia nie są satysfakcjonujące.

Freitas i Compos (2008) stworzyli edukacyjny system SMART [6] (System of Augmented Reality for Teaching) wykorzystujący technologię AR do nauczania dzieci na poziomie drugiej klasy szkoły podstawowej. SMART opiera się głównie na takiej tematyce jak środki transportu i rodzaje zwierząt. Nakłada trójwymiarowe modele i prototypy przedmiotów (samochodów, ciężarówek, samolotów) w czasie rzeczywistym na ekranie monitora. Nauka wykorzystująca SMART ma charakter gry, dzięki czemu bardziej angażuje dzieci w przyswajanie nowej wiedzy. Liczne eksperymenty wykonywane wśród uczniów udowodniły, iż system SMART zwiększa motywację dzieci, przez co ma pozytywny wpływ na osiągnięcia w nauce badanych, zwłaszcza tych, którzy mieli problemy.

Kolejnym przykładem aplikacji mobilnej wykorzystującej AR w celach edukacyjnych jest LearnAR (www.learnar.org) [7]. Użycie rozszerzonej rzeczywistości w tej aplikacji wniosło interakcję oraz zdolność samodzielnego uczenia się poprzez nałożenie obrazu 3D na powierzchnię markera. LearnAR oferuje elastyczną naukę, co oznacza, że aplikacja ta może być stosowana w klasie przez nauczycieli i uczniów lub w domu przez studentów w celu poszerzenia swojej wiedzy na określony temat.

Aplikacja MOW (Matching Object and Words), zaprezentowana przez Berreira, Bessa, Pereira wraz z innymi, przeznaczona jest dla dzieci do nauki słówek w różnych językach [8], tak więc angażuje najmłodszych w rozwijanie zdolności językowych.

Naukowcy tacy jak: Jeonghye Han, Miheon Jo, Eunja Hyun wraz z innymi swoją uwagę skupili na aplikacji wykorzystującej AR do specjalnie zaprojektowanego robota, mającej charakter gry dla dzieci [9]. Przeprowadzenie badań wśród grupy przedszkolaków, miało na celu poznanie percepcji dziecka wobec komputerowych i zrobotyzowanych systemów korzystających z AR.

3 Przedmiot badań

Przedmiotem badań jest stworzona aplikacja mobilna, której użycie ma na celu umożliwić ocenę wpływu wykorzystania rozszerzonej rzeczywistości na efekty kształcenia uwzględniając przy tym zaangażowanie, satysfakcję oraz motywację do nauki. Aplikacja mobilna

została po części stworzona w ramach zespołowego projektu programistycznego. Została rozwinięta przez autora pracy o moduł statystyk, aby było możliwe wykorzystanie jej w procesie badawczym.

Sama idea projektu opiera się na edukacyjnej grze, która ma polegać na wskazaniu poprawnej odpowiedzi reprezentowanej przez obiekt 3D. Aby móc skorzystać z aplikacji użytkownik powinien posiadać sprzęt taki jak smartfon czy tablet. Niezbędne jest również posiadanie przynajmniej trzech obrazów – markerów, za pomocą których wyświetlane są obiekty 3D. Przed przystąpieniem do gry użytkownik ma możliwość wybrania poziomu trudności pytań, z którego będą losowane pytania.

Użytkownik (rodzic, opiekun bądź dziecko) po włączeniu aplikacji ma możliwość wyboru stopnia trudności gry oraz kategorii elementów (np. elementy z kategorii zwierzęta). Po rozpoczęciu gry należy zeskanować markery. Po poprawnym zeskanowaniu zostaną wyświetlane obiekty 3D przedstawiające odpowiednio kursor oraz dwa obiekty reprezentujące odpowiedzi na pytanie. Grafika ta jest także zależna od wybranej kategorii. Przedstawia to Rys. 1.



Rys. 1. Ekran rozgrywki

W sytuacji gdy użytkownik udzieli błędnej odpowiedzi (Rys. 2) zostanie wyświetlony na ekranie napis, aby spróbował ponownie, a liczba punktów, którą uzyskał do tej pory nie ulegnie zmianie.



Rys. 2. Udzielenie błędnej odpowiedzi

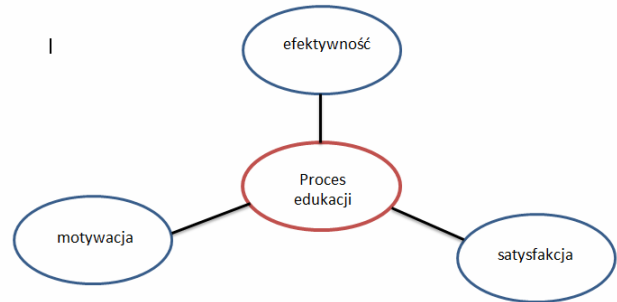
Jedną z ważniejszych implemetacji w aplikacji jest funkcja `SwapModel(category)`, odpowiedzialna za renderowanie obiektów na podstawie kategorii. Metoda implementacji została przedstawiona na Listingu 1.

Przykład 1. Funkcja `SwapModel`.

```
private void SwapModel(Categories category){
GameObject trackableGameObject =
mTrackableBehaviour.gameObject;
for (int i = 0; i < trackableGameObject.transform.childCount;
i++){Transform child =
trackableGameObject.transform.GetChild(i);
child.gameObject.SetActive(false);
}
switch (category){
case Categories.ANIMALS:{
if (objectName == null) {
break;
}else {
GameObject gameObject = (GameObject)
Instantiate(Resources.Load(objectName));
if (gameObject == null) {
gameObject = (GameObject)
GameObject.CreatePrimitive(PrimitiveType.Cylinder);
}
initalizeObject( gameObject);
}
break;
}
case Categories.COLORS:{
GameObject gameObject =
GameObject.CreatePrimitive(PrimitiveType.Cylinder);
initalizeObject( gameObject);
break;
}
case Categories.PLANTS:{
if (objectName == null) {
break;
}
else {
GameObject gameObject = (GameObject)
Instantiate(Resources.Load(objectName));
initalizeObject( gameObject);
}
break;
}
case Categories.HUMAN:{
GameObject gameObject =
GameObject.CreatePrimitive(PrimitiveType.Capsule);
initalizeObject( gameObject);
break; } } }
```

4 Metoda badawcza

Do zbadania przyswajalności wiedzy na temat otaczającego świata został wykorzystany test badawczy, opierający się m. in. na ankiecie wstępnej badającej poziom wiedzy uczestników badania na temat technologii AR. Aby zbadać wpływ aplikacji wykorzystującej rozszerzoną rzeczywistość na przyswajalność wiedzy, test skupił się również na ocenie aspektów, które w znaczący sposób wpływają na proces edukacji. Wspominane aspekty zostały wymienione na Rys. 3.



Rys.3. Aspekty wpływające na proces edukacji

Do pomiaru takich parametrów jak efektywność oraz motywacja będzie wykorzystana utworzona aplikacja, dzięki której zebrane zostaną wyniki uzyskane przez osoby biorące udział w badaniu. Opierając się na testach przeprowadzonych przez Salvador-Herranza, Perez-Lopeza, Ortegi uznano, że najlepszą metodą pomiaru satysfakcji będzie ankieta osobowa [10]. Na potrzeby badania przygotowano dwie ankietę, wstępną oraz ewaluacyjną.

W ankiecie wstępnej zadano 6 pytań zamkniętych, których celem było uzyskanie informacji na temat grupy badawczej, biorącej udział w testowaniu aplikacji. Pytania dotyczyły takich kwestii jak wiek, płeć, wiedzy z zakresu AR oraz popularności gier komputerowych. Natomiast w ankiecie ewaluacyjnej zawarto 4 pytania dotyczące takich kwestii jak liczba nowo poznanych zwierząt, chęci posiadania badanej aplikacji, jej czytelność oraz satysfakcji z jej poznania.

ANKIETA WSTĘPNA

Proszę o wypełnienie poniższej ankiety. Uzyskane wyniki pozwolą na zbadanie zastosowania edukacyjnej aplikacji mobilnej z rozszerzoną rzeczywistością w przyswajaniu wiedzy z zakresu otaczającego świata.

Płeć: Dziewczyna Chłopak

Wiek :

1. W jakie gry grywasz najczęściej?

- edukacyjne/logiczne
- symulatory
- sportowe/wyścigi
- przygodowe
- strzelanki
- nie gram

2. Czy wiesz co to jest rozszerzona rzeczywistość?

- Tak
- Nie

3. Czy znasz przykład gry z rozszerzoną rzeczywistością?

- Tak (podaj przykład)
- Nie

4. Jak często grywasz w gry komputerowe?

- Codziennie
- Dość często
- Okazjonalnie
- Wcale

ANKIETA EWALUACYJNA

Proszę o wypełnienie poniższej ankiety. Uzyskane wyniki pozwolą na zbadanie zastosowania edukacyjnej aplikacji mobilnej z rozszerzoną rzeczywistością w przyswajaniu wiedzy z zakresu otaczającego świata.

1. Czy zaprezentowana gra była interesująca ?

- Tak
- Nie

2. Chciałbyś/Chciałabyś mieć taką grę na swoim telefonie?

- Tak
- Nie

3. Ile poznałeś nowych zwierząt ?

- 0
- 1
- 2
- 3 lub więcej

4. Czy gra była dla Ciebie czytelna i przejrzysta?

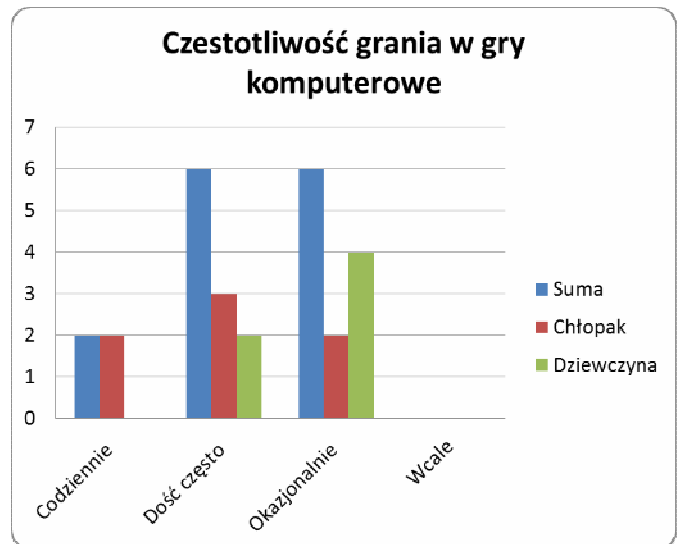
- Tak
- Nie

5 Rezultaty badań

Ankiety wypełniło 14 osób, 8 – chłopców oraz 6 dziewczyn uczęszczających do pierwszej klasy szkoły podstawowej im. Romuła Trauguta przy zespole szkół im. Batalionów Chłopskich w Krynicach . Większość osób ankietowanych miało 7 lat (12 osób). Jednie 2 osoby miały 6 lat, fakt wynika z ostatniej reformy oświaty.

Z analizy ankiety wstępnej wynika iż większość (13 osób) z spośród badanej grupy na pytanie „Czy wiesz co to jest rozszerzona rzeczywistość?” odpowiedziała negatywnie. Jedna osoba potrafiła zdefiniować pojęcie AR oraz podać przykład aplikacji. Jednak styczność badanych z aplikacjami wykorzystującymi AR jest w rzeczywistości o wiele większa. Po podaniu przykładów gier wykorzystujących rozszerzoną rzeczywistość (np. „Pokemony”) okazało się, że przed przystąpieniem do ankiety styczność z technologią AR miało dwanaścioro dzieci.

Z Rys. 4 wynika, że większą częstotliwość grania w gry komputerowe odnotowano wśród chłopców. Na tle całej ankietowanej grupy nie ujawniono ucznia, który nie spędzał by wolnego czasu grając w gry komputerowe.



Rys. 4. Częstotliwość grania w gry komputerowe

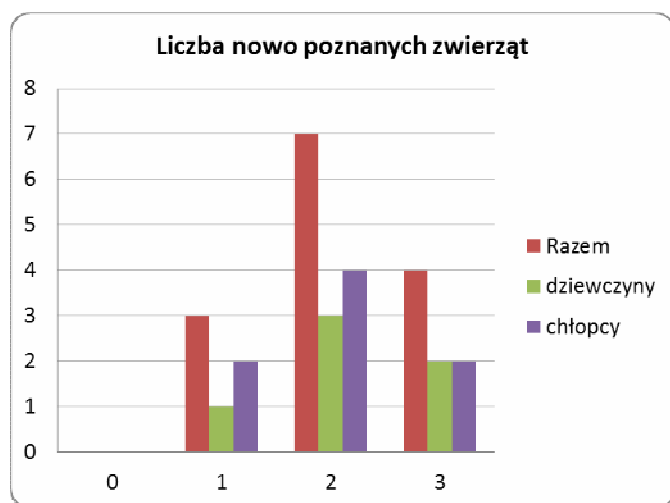
Na pytanie „Czy zaprezentowana gra była interesująca ?” 64 % ankietowanych odpowiedziało twierdząco. Również większość (57%) uczniów potwierdziła chęć posiadania badanej aplikacji na swoim telefonie komórkowym, co wynika z prostoty oraz z czytelności interfejsu aplikacji. Czytelność aplikacji 64% ankietowanych oceniło pozytywnie.

Natomiast skuteczność (liczba poznanych nowych zwierząt) została przedstawiona na Rys. 5. Z wykresu wynika że żadna z ankietowanych osób nie знаła wszystkich zaprezentowanych zwierząt. Liczba osób które w wyniku przeprowadzenia badania poznała 1 zwierzę wynosi 21,42 %. Największa część grupy poznała 2 nieznanie dotychczas zwierzęta (50,00 %). Natomiast 4 ankietowanych spośród całej grupy co stanowi 28,58 % badanych przyznało, że poznało 3 lub więcej zwierząt.

Podczas przeprowadzenia badań z aplikacją przeprowadzono dwie serie (rozgrywki) dla dwóch różnych poziomów trudności. Z faktu, że najbardziej obszerną kategorią w pytania oraz obiekty 3D jest kategoria zwierząt dlatego postanowiono przeprowadzić badania z tą kategorią. Na Rys. 6 zilustrowano liczbę poszczególnych obiektów dla dwóch analizowanych poziomów trudności: łatwy oraz średni. Z wykresu możemy wywnioskować, że liczba pytań dla najłatwiejszego poziomu trudności (29) jest zdecydowanie większa od liczby pytań dla średniego poziomu trudności (8).

Tabela 1. Zestawienie uzyskanych wyników przez uczestników badania (LPO – Liczba poprawnych odpowiedzi, LWO - Liczba wszystkich odpowiedzi, LBO - Liczba błędnych odpowiedzi)

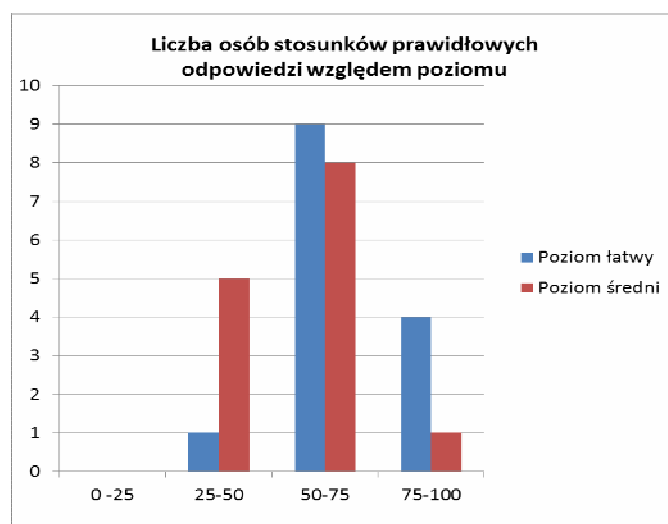
Uczeń	Poziom							
	łatwy				średni			
	LPO	LWP	LBO	LPO/LWO [%]	LPO	LWP	LBO	LPO/LWO [%]
uczeń1	29	33	4	88	8	12	4	67
uczeń2	29	36	7	81	8	11	3	73
uczeń3	29	39	10	74	8	11	3	73
uczeń4	29	40	11	73	8	11	3	73
uczeń5	29	38	9	76	8	12	4	67
uczeń6	29	40	11	73	8	12	4	67
uczeń7	29	37	8	78	8	12	4	67
uczeń8	29	39	10	74	8	12	4	67
uczeń9	29	39	10	74	8	12	4	67
uczeń10	29	33	4	88	8	11	3	73
uczeń11	29	39	10	74	8	12	4	67
uczeń12	29	31	2	94	8	11	3	73
uczeń13	29	40	11	73	8	10	2	80
uczeń14	29	48	19	60	8	14	6	57



Rys. 5. Wykres przedstawiający nowo poznane zwierzęta

Zgodnie z zawartością Tabela 1 oraz wykresem (Rys. 6) przedstawiające zestawienie wartości wskaźnika LPO/LWP (LPO - Liczba Poprawnych Odpowiedzi ,LWO – Liczba Wszystkich Odpowiedzi) możemy wywnioskować, że dla większości ankietowanych stosunek poprawnych odpowiedzi do wszystkich zadanych pytań jest w zakresie (60%-75%) co stanowi 8 osób dla poziomu łatwego, natomiast dla pytań z zakresu średniego jest 12 osób spośród ankietowanych. Dla średniego poziomu trudności jeden uczeń uzyskał wynik poniżej 60%. Również jedna osoba udzielając dwukrotnie błędnej odpowiedzi została zakwalifikowana do przedziału (75%-100%) wskaźnika LPO/LWO. Pozostałe 6 osób dla poziomu łatwego udzieliło od 2 do 9 błędnych odpowiedzi ,przez co zostali wliczeni do grupy osób z wynikiem (75% -

100%) wskaźnika LPO/LWO. Rozbieżności, których można się dopatrzeć pomiędzy danymi z Tabela 1 (LBO – Liczba Błędnych Odpowiedzi) a wykresem przedstawionym na Rys. 6 są następstwem zasad gry oraz faktu, że użytkownicy mogli w wyniku przypadku udzielić błędnej odpowiedzi.



Rys. 6. Podział osób uwzględniający wartość wskaźnika poprawnych odpowiedzi

6 Dyskusja wyników

Historia zainteresowania ludzi świata nauki technologią AR sięga 40 lat, kiedy to zaczęto sięgać po metody badawcze analizujące jej wpływ na efektywność nauczania. Temat AR w edukacji pozostaje wciąż otwarty, a dla pełnego osiągnięcia celu potrzebne są kontrolowane i kompleksowe badania.

Porównując wyniki zebrane podczas testowania aplikacji mobilnej z AR wśród dzieci pierwszej klasy szkoły podstawowej w Krynicach z rezultatami osiągniętymi przez Freitas i Camosa [6] można stwierdzić, iż w obu przypadkach dzieci wykazywały zwiększoną motywację i zaangażowanie w polecone zadanie. Po zakończeniu gry zaobserwowano dużą satysfakcję wśród uczniów, co potwierdza, iż AR podnosi zadowolenie i chęci do działania.

Badania przeprowadzone przez Huang, Li, Fong w grupie dzieci w wieku 4 i 5 lat pokazały, że wszystkie potrafiły zaprojektować, sterować oraz wykonać interakcję z animowanymi przedmiotami wytworzonymi przy zastosowaniu AR [11]. Podobne rezultaty odnotowano wśród uczniów z Krynicy, którzy, po wyjaśnieniu zasad gry, nie mieli problemów z jej obsługą. W przypadku każdego uczestnika testu, liczba poprawnych odpowiedzi była większa niż błędnych. Fakt ten potwierdza tezę postawioną przez Sumadio i Rambli, którzy stwierdzili, iż osoby bez doświadczenia z AR potrafią ją doskonale zrozumieć, poradzić sobie z jej funkcjonowaniem, a przy tym przyswoić nową wiedzę [12].

Ciekawą kwestię ujawniło pytanie zawarte w ankiecie wstępnej dotyczące znajomości AR. Przed podaniem przykładu gier wykorzystujących AR tylko jedno dziecko wiedziało na czym polega ta technologia. Jednakże po ujawnieniu przykładu takiej gry, dwanaścioro dzieci skojarzyło co znaczy AR. Potwierdza to twierdzenie Sumadio i Rambli, że najmłodszy są zainteresowani AR i mieli z nią do czynienia już niejednokrotnie.

Ujawnioną podczas analizy wyników fakt, iż każdy uczeń po ukończeniu gry wzbogacił swoją znajomość ze świata zwierząt, potwierdza skuteczność AR w procesie przyswajania nowej wiedzy.

7 Wnioski

Celem badania opisanego w niniejszym artykule było potwierdzenie tezy, iż rozszerzona rzeczywistość w edukacyjnej aplikacji mobilnej, stworzonej na potrzeby realizacji doświadczenia, sprzyja absorpcji nowo poznanych treści. Dzięki przetestowaniu aplikacji wśród grupy uczniów pierwszej klasy szkoły podstawowej w Krynicach uzyskano satysfakcjonujące wyniki, na podstawie których wyciągnięto wnioski.

Korzystanie z aplikacji mobilnej opartej na technologii AR stanowi skuteczną metodę wprowadzania najmłodszych w świat nauki, a odpowiednio zaprojektowana gra mobilna pozwala na przyswojenie nowej wiedzy z zakresu m.in. znajomości zwierząt. Obiekty ukazane w środowisku 3D ułatwiają uczniom zobrazowanie przedmiotów występujących w grze, a przez to umożliwiają skuteczniejszą naukę.

Opracowana metoda edukacyjna łączy w sobie prostotę i skuteczność, dzięki czemu uczniowie chętnie z niej korzystają i wyrażają chęć posiadania na swoich urządzeniach mobilnych badanej aplikacji.

Zauważalne różnice pomiędzy LBO a liczbą nowo poznanych zwierząt są skutkiem zasad gry, wykorzystanej bazy pytań oraz faktu, że uczniowie mogli popełnić przypadkowy błąd. Szczegółowość wykorzystanych aplikacji ma znaczący wpływ na płynność działania aplikacji a przez to łatwość udzielenia poprawnej odpowiedzi podczas gry.

Literatura

- [1] Billingham, M.: Augmented reality in education. New Horizons for Learning, Dec. 2002.
- [2] Cooperstock, J. R.: The classroom of the future: enhancing education through augmented reality. Proc. HCI Inter. 2001 Conf. on Human-Computer Interaction, Montreal, 2001.
- [3] Chien-Yu L. i inni: Augmented reality in educational activities for children with disabilities. Displays, April 2016, Vol. 42, 51-54.
- [4] Fengfeng K., Yu-Chang H.: Mobile augmented-reality artifact creation as a component of mobile computer-supported collaborative learning. The Internet and Higher Education, July 2015, Vol. 26, 33-41.
- [5] Shelton B.L., Iedley N.R.I. : Exploring a cognitive basis for learning spatial relationships with augmented reality, Instructional Technology & Learning Sciences, 2004, Vol. 1, 323-357
- [6] Freitas R., Campos P.: SMART: A system of augmented reality for teaching 2 grade students", Proceedings of the 22 British Computer Society Conference on Human-Computer Interaction (HCI 2008), Liverpool, Sep.2008, 27-30.
- [7] Yuen S I inni.: Augmented reality: An overview' and five directions for AR in education, Journal of Educational Technology Development and Exchange, 2011 , Vol. 4, 119-140.
- [8] Barreira, J. i inni: MOW: Augmented Reality game to learn words in different languages: Case study: Learning English names of animals in elementary school. Information Systems and Technologies (CISTI), 2012 7th Iberian Conference on IEEE, Porto, 2012.
- [9] Han J. i inni: Examining young children's perception toward augmented reality-infused dramatic play, Springer New York LLC, June 2015, Vol. 63, 455-474.
- [10] Salvador-Herranz, G. i inni: Manipulating Virtual Objects with your hands: A case study on applying Desktop Augmented Reality at the Primary School. In R. H. Sprague (Ed.), System Sciences (HICSS), 2013 46th Hawaii International Conference on IEEE, Hawaii, 2013.
- [11] Huang, Y. i inni: Using Augmented Reality in early art education: a case study in Hong Kong kindergarten. Early Child Development and Care, 2016, Vol. 186, 879-894.
- [12] Sumadio, D., Rambli D. R. A. (2010). Preliminary evaluation on user acceptance of the augmented reality use for education. In Computer Engineering and Applications (ICCEA), 2010 Second International Conference on. Vol. 2, 461-465.