

III. INNOWACJE PEDAGOGICZNE

PIOTR JAGODZIŃSKI
ROBERT WOLSKI

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza
w Poznaniu

TECHNIKI CYFROWE REJESTRACJI OBRAZU I EKSPERYMENT CHEMICZNY W NOWOCZESNYCH MEDIACH

ABSTRACT. Jagodziński Piotr, Wolski Robert, *Techniki cyfrowe rejestracji obrazu i eksperyment chemiczny w nowoczesnych mediach* [Digital video recording techniques and chemical experiment in modern media]. „Neodidagmata” 35, Poznań 2013, Adam Mickiewicz University Press, pp. 103–120. ISBN 978-83-232-2685-7. ISSN 0077-653X.

This article presents the use of modern information technology to present chemistry experiments. It describes the way in which digital technologies can be used to facilitate the implementation of educational videos in chemistry and presents the advantages of Internet technology as well as the use of mobile devices in teaching chemistry. This article also discusses the use of a natural user interface, that is, Kinect in relation to creating a virtual chemical laboratory and summarizes the results of studies on the educational usefulness of these didactic measures.

Piotr Jagodziński, Robert Wolski, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Chemii, Zakład Dydaktyki Chemii, ul. Umultowska 89b, 61-614 Poznań, Polska – Poland.

STANDARDY CYFROWEGO ZAPISU OBRAZÓW FILMOWYCH

Współczesne media w znacznej mierze wykorzystują film, animacje komputerowe oraz obrazy statyczne jako główne źródło przekazu informacji. Pojawienie się technik cyfrowych zapisu obrazu umożliwiło zwiększenie stopnia przekazu informacji. Wprowadzenie technik cyfrowych wymaga jednak opracowywania pojemnych nośników informacji, które pozwolą na szybszą rejestrację obrazów. Dzięki temu możliwy jest natychmiastowy podgląd zarejestrowanego obrazu, jego łatwy retusz oraz wpływ na ostateczną jego wersję. Pierwszym powszechnie stosowanym formatem zapisu obrazu był zapis w standardzie MPEG-1 wprowadzony w 1993 r. przez

koncerny Philips i Sony. Standard ten umożliwił wykorzystywanie sekwencji filmowych w multimedialnych programach komputerowych (Ben-Zvi, 1992, s. 304; Rheingold, 1994, s. 580). Tak zapisane filmy na dysku CD są łatwe do odtwarzania za pomocą określonych programów komputerowych lub za pomocą odtwarzacza VCD (Video Compact Disc) podłączonego do telewizora. Rozwinięciem technologii VCD było opracowanie w roku 2005 dysku DVD <<http://en.wikipedia.org/wiki/DVD>>. Różnił się on od dysku CD większą objętością informacji, jaką na nim można zapisać. Zmiana formatu kompresji z MPEG-1 stosowanej dla informacji zapisanych na dyskach VideoCD na format MPEG-2 w przypadku dysków DVD spowodowała znaczną poprawę jakości odtwarzanego obrazu. Rozwój chemii oraz opracowanie technologii wytwarzania czystych kryształów azotku galu przez polskiego uczonego dr. Sylwestra Porowskiego umożliwiło produkcję niebieskiego lasera. Laser ten stosowany jest do zapisu i odczytywania informacji na nośnikach zwanych dyskami Blu-ray. W tym przypadku możliwe stało się wprowadzenie nowego formatu zapisu oznaczonego symbolem MPEG-4. Ten rodzaj zapisu stosowany jest także we współczesnej telewizji cyfrowej, ponieważ oferuje on bardzo dobrą jakość obrazu przy stosunkowo niewielkiej objętości pliku wideo <<http://blu-raydisc.com/en/AboutBlu-ray/WhatisBlu-rayDisc/HistoryofBlu-rayDisc.aspx>>. Opracowywanie i stosowanie coraz wyższych rozdzielczości zapisu obrazu filmowego, oznaczonych obecnie symbolami 4K i 8K, stymuluje prace nad poszukiwaniem coraz to nowszych standardów zapisu obrazu <http://en.wikipedia.org/wiki/4K_resolution; http://en.wikipedia.org/wiki/8K_resolution>.

Tematyka badawcza niniejszego artykułu dotyczy nowych teorii eksperymentu przydatnych w kształceniu chemicznym z zastosowaniem różnego typu mediów. W ramach tej tematyki realizowane są filmy oraz badania nad ich skutecznością edukacyjną. Przygotowano akademicki podręcznik *Dydaktyka ochrony środowiska*, w którym umieszczono sekwencje filmowe i zdjęcia realizowane w technice cyfrowej. W tym przypadku zastosowano format MPEG 1 zapisu obrazu filmowego. Dzięki technice cyfrowej możliwe było śledzenie zarówno przebiegu doświadczeń chemicznych wykonywanych w laboratorium, jak i przebiegu zjawisk przyrodniczych zachodzących w środowisku naturalnym. Technika cyfrowa ułatwiła wykonywanie zdjęć i makrofotografii, dzięki czemu można było zajrzeć do wnętrza próbki i obserwować zachodzące w niej reakcje chemiczne. Przy realizacji filmów na potrzeby tego podręcznika wykorzystano nieliniowy montaż sekwencji filmowych. Umożliwia on łatwe dodawanie napisów, grafiki, komentarza lektora oraz podkładu muzycznego w filmach. Pozwala on także na umieszczenie w obrazie dynamicznym fragmentów drugiego obrazu dynamicznego, co zwiększa atrakcyjność materiału filmowego. Zasto-

sowany sprzęt cyfrowy pozwalał na wykorzystanie techniki zdjęć poklatkowych. Dzięki temu zjawiska zachodzące w naturze bardzo szybko można było rejestrować w tempie zwolnionym, dokonując niezbędnych obserwacji, na przykład błyskawic w probówce podczas prowadzenia reakcji chemicznej utleniania alkoholu etylowego tlenem w postaci atomowej. Prezentowane obrazy przyciągały silniej uwagę użytkownika – studenta lub nauczyciela – prowadząc do lepszego zrozumienia oraz przyswojenia prezentowanych treści i zjawisk (Burewicz, 2002a, s. 1055).

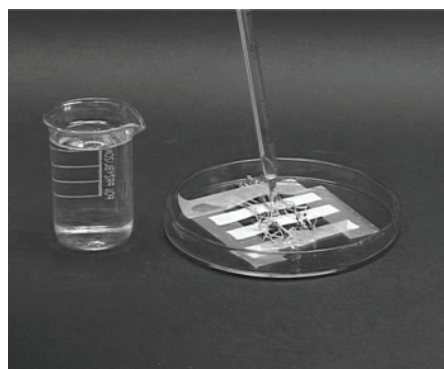
Kontynuacją stosowania technik cyfrowych w filmie edukacyjnym było przygotowanie multimedialnego programu edukacyjnego *Intensyfikacja produkcji rolnej i związane z nią zagrożenia. Rolnictwo ekologiczne*. Tutaj także zastosowano format MPEG 1 zapisu obrazu. Program zawiera filmy przedstawiające zagadnienia z zakresu chemii i przyrody. Mogą one pełnić funkcję wprowadzającą ucznia w nowe zagadnienia. Mają walory kształcące i dobrze nadają się do wykorzystania na poziomie szkoły ponadgimnazjalnej, zwłaszcza w klasach o profilu biologicznym i rolniczym profilu zawodowym. Filmy te mogą być wykorzystywane także na poziomie szkoły wyższej, gdyż ich obudowa metodyczna daje takie możliwości (Burewicz, 2004b, s. 367). Oto kadry z wybranych filmów:



Ryc. 1. Kadr z filmu pt. „Analityczne oznaczenie zawartości ortofosforanów”

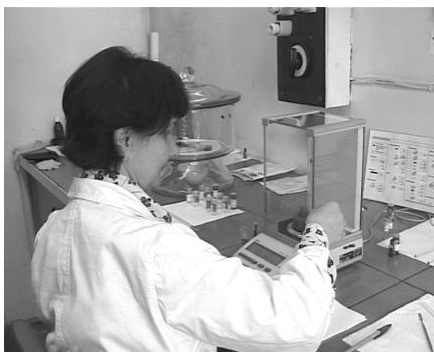


Ryc. 2. Kadr z filmu pt. „Wykrywanie węglanów w glebie”



Ryc. 3. Kadr z filmu pt. „Wytwarzanie produktów kwasowych przez korzenie roślin”

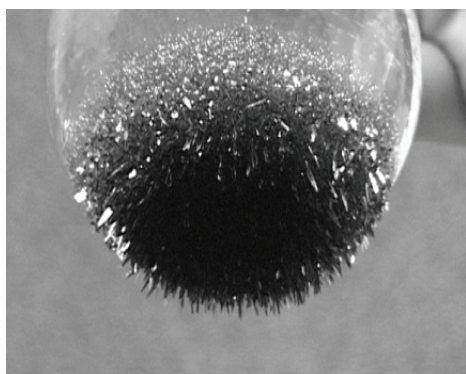
W eksperymentach przedstawionych na filmach położono nacisk na omówienie analitycznych metod oznaczania w glebie pierwiastków chemicznych niezbędnych do życia roślin.



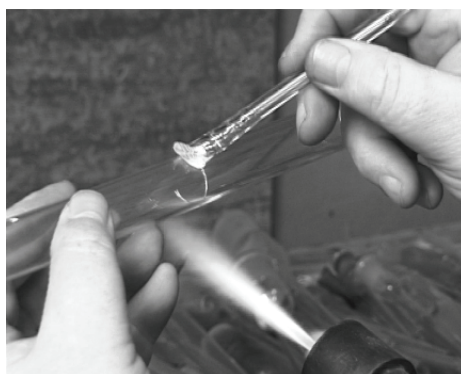
Ryc. 4. Kadr z filmu pt. „Podstawowe zasady ważenia substancji stałych”

Przeprowadzono badania skuteczności edukacyjnej filmów zawartych w podręczniku akademickim *Dydaktyka ochrony środowiska* oraz w programie *Intensyfikacja produkcji rolnej i związane z nią zagrożenia. Rolnictwo ekologiczne*. Badania polegały na porównaniu wyników pracy uczniów. Podczas pracy grupa eksperymentalna uczniów przeprowadzała na lekcjach eksperymenty chemiczne, korzystając z instrukcji doświadczeń w postaci sekwencji filmowych. Grupę kontrolną stanowili uczniowie korzystający z treści i instrukcji

doświadczeń w konwencjonalnej formie opisowej (Burewicz, 2004c). Wyniki badań wskazują na to, że uczniowie pracujący z filmami potrzebowali o 23% mniej czasu na wykonanie eksperymentów niż uczniowie grupy kontrolnej. Przyrost wiadomości uczniów grupy kontrolnej wynosił 21,6%, a uczniów grupy eksperymentalnej 35,1%. Zatem skuteczność dydaktyczna badanych filmów edukacyjnych wynosi 13,5%. Z badań nad trwałością wiadomości uczniów, wyznaczonej z ubytku wiadomości, wynika, iż w grupie eksperymentalnej była ona większa o 15,5% w stosunku do uczniów grupy kontrolnej. Obliczenia statystyczne potwierdzają, że różnice w skuteczności edukacyjnej badanych filmów w stosunku do instrukcji konwencjonalnych są istotne statystycznie.



Ryc. 5. Kadr z filmu pt. „Przeprowadzenie procesu sublimacji”



Ryc. 6. Kadr z filmu pt. „Termiczna obróbka szkła”

Ciekawym przykładem instrukcji multimedialnych mogą być filmy przedstawiające wybrane techniki pracy laboratoryjnej. Oto przykłady kadrów z wybranych filmów.

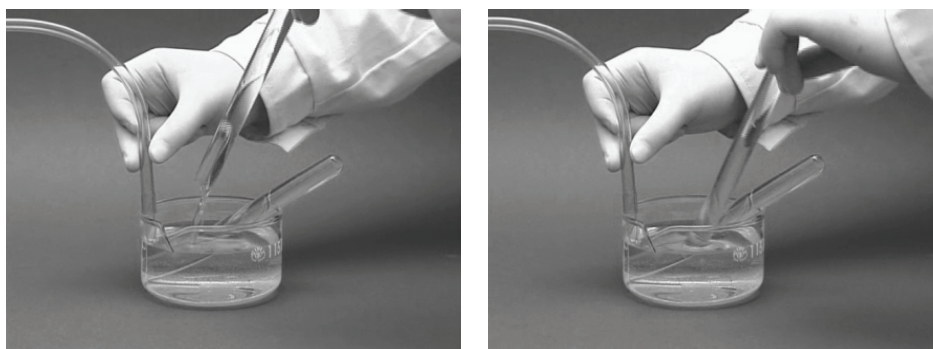
Dzięki technikom cyfrowym rejestracji i obróbki obrazu możliwe jest proste łączenie animacji komputerowych i sekwencji filmowych, uzyskując efekt synergii, czyli zwielokrotnionych korzyści edukacyjnych. Ten zabieg techniczny wykorzystano w filmach przedstawiających wybrane techniki pracy laboratoryjnej. Przygotowane filmy są przydatne dla tych osób, które rozpoczynają naukę pracy w laboratorium chemicznym. Dodatkowo przygotowano zbiór filmów przedstawiających przebieg eksperymentów chemicznych, w których wykorzystano określoną technikę pracy laboratoryjnej (Burewicz, 2006b, s. 196; Jagodziński, 2004, s. 317). W tym przypadku zastosowano format MPEG 2 zapisu obrazu filmowego pozwalającego na uzyskanie wysokiej jakości obrazu filmowego, niezbędnej przy omawianiu zagadnień związanych z technikami pracy laboratoryjnej.

Interesującym zbiorem instrukcji chemicznych jest pakiet interaktywnych filmów z chemii dla szkół ponadgimnazjalnych. Filmy przygotowano w formacie MPEG 2, ponieważ umożliwia on wstawianie znaczników (tagów) określających podział sekwencji filmowych na części, co jest niezbędne przy montażu filmów o strukturze rozgałęzionej. W tej sytuacji odtwarzanie filmu może być zatrzymane w dowolnym miejscu, zdefiniowanym przez program lub użytkownika, a następnie możliwy jest natychmiastowy przeskok do określonego innego miejsca w filmie świadomie wybranego przez uczącego się. Połączenie tak przygotowanych filmów z odpowiednim programem multimedialnym umożliwia interakcję użytkownika w przebiegu filmu. Dzięki temu użytkownik interaktywnych filmów może wybrać różne warianty odpowiedzi, ponosząc konsekwencje swojego wyboru w postaci odpowiedniej oceny wystawianej przez program komputerowy. Te zabiegi techniczne wykorzystano, przygotowując filmy dotyczące problemowych zadań laboratoryjnych. Filmy te przedstawiają doświadczenia chemiczne, a struktury filmów są tak pomyślane, aby pełniły przede wszystkim funkcję weryfikującą, zwłaszcza w nauczaniu metodą problemową. Przygotowane filmy były realizowane w trzech wariantach. Wariant pierwszy dotyczył eksperymentów chemicznych z właściwym przebiegiem doświadczenia. Filmy te stosowane są w nauczaniu chemii w postępującej części lekcji i kierowane do tych, którzy zapoznają się z nowymi wiadomościami. Wariant drugi i trzeci filmów przedstawia przebieg eksperymentu, w którym zastosowano niewłaściwe substraty reakcji chemicznej lub niewłaściwy przebieg doświadczenia. Te wersje eksperymentów wraz z wersją pierwszą przeznaczone są dla uczniów sprawdzających swoje wiadomości, na przykład po zrealizowaniu określonej partii materiału, przygotowujących się do sprawdzianu lub egzaminu (Burewicz, 2007a, s. 133). Oto wybrane kadry z filmu „Otrzymywanie etynu”.



Ryc. 7. Kadr z filmu pt. „Otrzymywanie etynu” – właściwy przebieg reakcji chemicznej produkt-palny etyn

Przeprowadzono badania nad skutecznością edukacyjną tych filmów wśród uczniów liceum. Przyrost wiadomości oraz skuteczność edukacyjną badanych filmów dydaktycznych wyznaczono dla czterech kategorii taksonomicznych celów kształcenia B. Niemierki (Niemierko, 1973, s. 22; Czupiał, 1977, s. 19), to jest w zakresach: zapamiętywania wiadomości (A), zrozumienia wiadomości (B), zastosowania wiadomości w sytuacjach typowych (C) oraz zastosowania wiadomości w nowych sytuacjach problemowych (D). Na podstawie wyników testowania uczniów ustalono: w obrębie grupy kontrolnej przyrost wiadomości uczniów wyniósł 28% w ramach zapamiętywania, 27% w ramach zrozumienia, 25% w ramach zastosowania wiadomości w sytuacji typowej i 36% w ramach zastosowania wiadomości w sytuacjach problemowych, natomiast wśród uczniów grupy eksperymentalnej przyrost wiadomości wyniósł odpowiednio: 56, 49, 65 i 73%. Zatem skuteczność edukacyjna badanych filmów w zakresie poszczególnych kategorii taksonomicznych celów kształcenia wyniosła odpowiednio A – 28%, B – 22%, C – 40%, D – 37%. Wyniki badań wskazują na wyższe osiągnięcia uczniów grupy eksperymentalnej oraz na fakt, że badany środek dydaktyczny wpływa korzystnie na proces kształcenia chemicznego szczególnie w zakresie zastosowania wiadomości w sytuacji typowej oraz w rozwiązywaniu zadań problemowych (Burewicz, 2007b, s. 138, 2007c, s. 206).



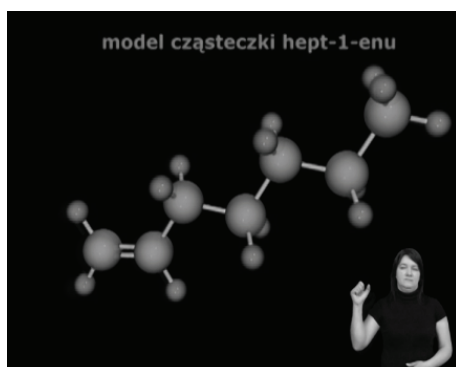
Ryc. 8. Kadry z filmu „Otrzymywanie etynu”
– warianty niewłaściwego przebiegu reakcji chemicznej otrzymywania etynu

Szczególnie ważne jest kształcenie chemiczne uczniów obarczonych dysfunkcjami fizycznymi, wspomagane filmem edukacyjnym. Przygotowano dwa pakiety filmów prezentujących przebieg eksperymentów chemicznych na poziomie gimnazjum i szkoły ponadgimnazjalnej dla młodzieży głuchoniemej i słabosłyszącej. Opracowanie specjalnej wersji filmów wymagało szczególnego podejścia do zagadnień dydaktyki chemii i prezentacji eksperymentów chemicznych. W tym przypadku istotne znaczenie miało

wolne tempo przekazywanych informacji, tembr głosu lektora przekazującego informacje dotyczące eksperymentu oraz znaki ikoniczne. Obraz zawiera dodatkowe znaki graficzne ułatwiające percepcję warstwy obrazowej. Wyjątkowe znaczenie w tych filmach edukacyjnych, przedstawiających przebieg eksperymentów chemicznych, ma tłumaczenie uczniom niesłyszącym przebiegu eksperymentów w języku migowym. Język migowy jest dość ubogi w znaki migowe. Dlatego szczególnie trudne jest tłumaczenie tekstów i komentarzy chemicznych. Na użytek zrealizowanych filmów specjalnie stworzony został dodatkowy zbiór znaków migowych dla określeń chemicznych.



Ryc. 9. Kadr z filmu pt. „Otrzymywanie metanu na skalę laboratoryjną i sposób zbierania metanu”



Ryc. 10. Kadr z filmu pt. „Rola języka migowego w opisie modelowania cząsteczek węglowodorów nienasyconych”



Ryc. 11. Kadr z filmu pt. „Reakcje chemiczne zobojętniania w obecności wskaźnika”

Niżej zaprezentowano kadry z filmów przygotowanych specjalnie do nauki chemii w gimnazjum oraz szkole ponadgimnazjalnej dla młodzieży głuchoniemej i słabosłyszącej.

Realizacja filmów edukacyjnych dla uczniów z dysfunkcją słuchu i mowy możliwa była także dzięki wykorzystaniu technik cyfrowych. Pozwoliły one na równoczesne umieszczenie w kadrze wizerunku tłumacza języka migowego, animacji komputerowych, napisów i znaków graficznych oraz sekwencji filmowych, co wymagało zastosowania oprogramowania komputerowego przeznaczonego do tworzenia efektów specjalnych w filmach. Realizacja omawianych filmów za pomocą kamery cyfrowej wymagała oddzielnej rejestracji przebiegu eksperymentu chemicznego, osobnej rejestracji wizerunku tłumacza języka migowego, a następnie nałożenia jego wizerunku na sekwencje filmowe przedstawiające przebieg eksperymentu chemicznego. Na podstawie wyników przeprowadzonych badań ankietowych wśród uczniów głuchoniemych i słabo słyszących, zarówno w gimnazjum, jak i w szkole ponadgimnazjalnej, można stwierdzić, że filmy te ułatwiają naukę chemii. Zgodnie z opinią uczniów tempo przekazywania informacji jest adekwatne do zdolności percepcyjnych większości uczniów (87%). Są to pierwsze filmy edukacyjne z eksperymentem chemicznym, w których zastosowano tłumacza języka migowego. Po zakończeniu eksperymentu pedagogicznego uczniowie głuchoniemi i słabosłyszący udzielili odpowiedzi na pytania zawarte w ankiecie. Stwierdzili, że zastosowanie tłumacza języka migowego w filmach z eksperymentami chemicznymi jest bardzo przydatne (83%) i powoduje lepsze zrozumienie przebiegu eksperymentów (96%). Zdaniem uczniów, zwolnione tempo komentarza w prezentowanych filmach jest prawidłowe (82%), a dodatkowe informacje w postaci napisów ułatwiają zrozumienie prezentowanych doświadczeń (96%). Uczniowie uznali, że informacje prezentowane przez tłumacza języka migowego są jasne oraz czytelne. Chcieliby także, aby wszystkie multimedialne środki dydaktyczne zawierały komentarz lektora migowego (79%). Uczniowie potwierdzili, że prezentowane im specjalne wersje filmów mogą być instrukcjami przygotowującymi do wykonywania eksperymentów w pracowni chemicznej (88%) i dzięki temu większości uczniów udało się wykonać prawidłowo zaplanowane eksperymenty chemiczne (89%). Jednak uczniowie zwrócili uwagę, że należałoby jeszcze zwiększyć liczbę napisów oraz rozszerzyć komentarz w języku migowym (75%). Dodatkowo jedna trzecia uczniów gimnazjum sugerowała jeszcze większe spowolnienie tempa przekazywania informacji na filmach (Jagodziński, 2012b, s. 1122).

Obecnie popularna staje się rejestracja obrazów dynamicznych w wysokiej rozdzielczości zwanej Full HD (Full High Definition). Wymaga ona zapisu filmów na nośnikach pamięci w formacie MPEG 4, ponieważ format

ten zapewnia obsługę tej wysokiej rozdzielczości. Pozwala to na uzyskanie niesamowitych efektów wyrazistych obrazów, na których można dostrzec znacznie więcej drobnych szczegółów, a kontury rejestrowanych obiektów są szczególnie wyraziste i ostre. Dzięki zwiększeniu rozdzielczości filmy edukacyjne nabierają nowego wyrazu. Wykorzystując te możliwości, przygotowano program edukacyjny *Multimedialny leksykon eksperymentów chemicznych* (Jagodziński, 2012c, s. 371). Program zawiera 60 filmów ilustrujących przebieg eksperymentów chemicznych poświęconych zastosowaniu reakcji chemicznych i substancji chemicznych w podnoszeniu jakości życia człowieka. Przygotowane filmy mogą być wykorzystywane wielowariantowo. Mogą być stosowane na lekcjach chemii w szkołach ponadgimnazjalnych jako ilustracja omawianych zagadnień. W innym przypadku mogą być stosowane w kształceniu studentów przygotowujących się do zawodu nauczyciela przedmiotów przyrodniczych.

Przeprowadzono cykl zajęć, podczas których uczniowie szkoły ponadgimnazjalnej pracowali z opisanymi wyżej filmami. Filmy były podstawą do sformułowania problemu badawczego. Podczas rozwiązywania problemu stosowano je także w różnych fazach procesu poznawczego uczniów. Założono, że poprzez analizę wyników eksperymentalnych przedstawionych w filmach można uzyskać nowe wiadomości oraz zapoznać się z nowymi opisami zjawisk. Eksperymenty w przygotowanych filmach były głównym środkiem w poznawaniu właściwości substancji. Pozwalały na gromadzenie danych eksperymentalnych i ich klasyfikację. Po zakończeniu przez uczniów cyklu zajęć z filmami przeprowadzono ankietę. Ankietowani wysoko ocenili filmy przedstawiające przebieg eksperymentów chemicznych. Badane grupy stwierdziły, że filmy w znacznym stopniu powodują zaciekawienie u odbiorcy (58%). Ankietowani uczniowie liceum stwierdzili, że większość eksperymentów chemicznych stanowi dla nich element nowości (85%). Zgodnie z opinią wszystkich ankietowanych grup techniczne parametry filmów, takie jak: czas emisji (65%), tempo prezentacji informacji (100%), jakość obrazu (96%), komentarz lektora (88%), opis przebiegu doświadczeń (94%), zostały właściwie dobrane. Stwierdzono także, że filmy ułatwiają zrozumienie zagadnień chemicznych (94%). Miały pozytywny wpływ na wiedzę chemiczną ankietowanych. Zgodnie z wynikami filmy były źródłem nowych wiadomości dla uczniów (81%). Z danych ankietowych wynika również, że dla około 9% badanych filmy były inspiracją do przeprowadzenia nowych doświadczeń chemicznych. Ankietowani jednomyślnie stwierdzili, że mogą one pełnić funkcję instruktazową przed wykonaniem doświadczeń chemicznych w pracowni (100%). Wyniki badań świadczą również o tym, że zagadnienia praktyczne przedstawione w filmach ułatwią w procesie edukacyjnym realizację przede wszystkim celów

zawartych w dwóch kategoriach taksonomii celów kształcenia, to jest w kategorii „rozumienie wiadomości” (29%) i w kategorii „zastosowanie wiadomości w sytuacji typowej” (35%). W zakresie funkcji filmów dla uczniów duże znaczenie mają funkcja poznawcza i funkcja sprawdzająca (56%). Zdaniem badanych, zarejestrowane eksperymenty chemiczne na filmach dobrze pełnią funkcje poznawczą i kształcącą, z tym że uczniowie częściej wskazywali na funkcję kształcącą (73%).

Wyniki przeprowadzonych badań pedagogicznych wskazują na to, że zbiór filmów z doświadczeniami w *Multimedialnym leksykonie eksperymentów chemicznych* jest przydatny z dydaktycznego punktu widzenia, dzięki czemu może być z powodzeniem wykorzystany na lekcjach chemii.

DOSTĘP DO INFORMACJI POPRZEZ TECHNOLOGIE INTERNETOWE

Dzięki nowoczesnym technologiom wykorzystującym sieć internetową możliwe jest przesyłanie plików z zapisem multimedialnym, którego odtwarzanie może następować w tej samej chwili, w której jest on wysyłany (tryb synchroniczny) lub może następować na żądanie użytkownika (tryb asynchroniczny). W praktyce przesyłanie strumieniowe plików multimedialnych pozwala na ich odtwarzanie bez pobierania go przez komputer odbiorcy. W tym przypadku pliki multimedialne nie są zapisywane na dysku. Technologia ta także z powodzeniem zaczyna być wykorzystywana w edukacji na odległość, ponieważ użytkownicy kursów zdalnego kształcenia mogą korzystać z repozytoriów, czyli miejsc uporządkowanego przechowywania plików przeznaczonych do udostępniania uczącym się, takich jak filmy, audycje, e-booki itp., umieszczonych na serwerach. Dostęp do nich można uzyskać za pomocą elektronicznych osobistych urządzeń (laptopy, komputery, smartfony, tablety). Odbywa się to za pomocą sieci Internet oraz z wykorzystaniem strumieniowego przekazu danych. Dzięki temu można zapoznać się z wybranym materiałem w dowolnym miejscu, czasie i niezależnie od rodzaju sprzętu komputerowego <http://en.wikipedia.org/wiki/Streaming_media>.

Te technologie autorzy wykorzystali, przygotowując skrypt dla studentów w wersji internetowej. Jest on zbiorem instrukcji doświadczeń chemicznych przedstawionych w postaci krótkich sekwencji filmowych. Umieszczono również zbiory zdjęć dotyczących odczynników, sprzętu laboratoryjnego oraz kluczowych momentów z przebiegu doświadczenia. Podręcznik multimedialny zamieszczono w Internecie i jest dostępny pod adresem <www.eksperymentychemiczne.pl> (Jagodziński, 2011, s. 335).

Przeprowadzono badania nad skutecznością edukacyjną multimedialnego internetowego skryptu w grupach studentów Wydziału Chemii, realizujących fakultatywny przedmiot eksperyment chemiczny oraz w grupach nauczycieli studiów podyplomowych podnoszących swoje kwalifikacje zawodowe w zakresie nauczania chemii.

Pracę studentów i nauczycieli podzielono na dwa etapy zgodnie z założeniami nowoczesnej metody kształcenia, jaką jest kształcenie mieszane (blended learning). W przypadku uczestników grup kontrolnych pierwszy etap badań polegał na przygotowywaniu się do zajęć w domu, korzystając odpowiednio ze skryptu konwencjonalnego w formie drukowanej. Natomiast uczestnicy grup eksperymentalnych przygotowywali się do zajęć, korzystając ze skryptu internetowego. Przygotowanie do zajęć obejmowało zapoznanie się ze szczegółowymi instrukcjami eksperymentów wykonywanych w danym dniu, z przebiegiem doświadczenia, z opisem i wyjaśnieniem zachodzących reakcji chemicznych, z równaniami reakcji chemicznych, a także z udzieleniem odpowiedzi na pytania bloku kontrolnego.

Określono, w jaki sposób internetowy skrypt multimedialny wpływa na skuteczność edukacyjną kształcenia z wykorzystaniem eksperymentu chemicznego, odpowiednio w przypadku studentów i nauczycieli (Jagodziński, 2012a, s. 9).

Tabela. Skuteczność edukacyjna dla poszczególnych kategorii taksonomicznych celów kształcenia chemicznego oraz dla wszystkich kategorii łącznie

Kategorie taksonomiczne	Skuteczność edukacyjna	
	studenci	nauczyciele
	[%]	
A - czynności związane z zapamiętywaniem wiadomości	47,1	6,1
B - czynności związane ze zrozumieniem wiadomości	22,7	12,2
C - czynności związane z zastosowaniem wiadomości w sytuacji typowej	35,1	18,2
D - czynności związane z zastosowaniem wiadomości w sytuacji problemowej	60,1	39,6
Łącznie ABCD	36,7	28,5

Skuteczność edukacyjna multimedialnego internetowego skryptu z eksperymentami chemicznymi w metodzie nauczania mieszanego dla poszczególnych kategorii taksonomicznych A, B, C, D przedstawiono w tabeli. Skuteczność edukacyjna wyznaczona łącznie dla wszystkich kategorii taksonomicznych celów kształcenia w przypadku studentów jest o 8,2% wyższa niż w przypadku nauczycieli.

Studenci, jak i nauczyciele grupy eksperymentalnej przeprowadzali większą liczbę eksperymentów niż odpowiednio studenci i nauczyciele grupy kontrolnej. Korzystanie z internetowego skryptu multimedialnego z dowolną liczbą powtórzeń przebiegu eksperymentu ułatwia wykonywanie ich w laboratorium chemicznym, co efektywnie skraca czas potrzebny na przeprowadzenie jednego eksperymentu. Pomimo że w konwencjonalnym skrypcie zawarte były zdjęcia z przebiegu eksperymentów, to grupy kontrolne studentów i nauczycieli osiągały gorsze wyniki w obrębie czasu niezbędnego do wykonywania jednego eksperymentu.

Przeprowadzone badania potwierdziły skuteczność edukacyjną zastosowania internetowego skryptu multimedialnego w nauczaniu przedmiotu *eksperyment chemiczny*, realizowanego przez studentów Wydziału Chemii UAM i przedmiotu *dydaktyka chemii*, realizowanego przez nauczycieli studiów podyplomowych z zastosowaniem metody kształcenia poprzez Internet. Wykorzystanie tego skryptu oraz metody kształcenia mieszanego (blended learning) pozwoliło zwiększyć efektywność kształcenia z zakresu eksperymentu chemicznego zarówno studentów przygotowujących się do zawodu nauczyciela chemii, jaki i nauczycieli przedmiotów przyrodniczych podnoszących swoje kwalifikacje zawodowe.



Ryc. 12. Wykorzystanie palmtopa jako multimedialnego zbioru eksperymentów chemicznych
Określanie właściwości substancji



Ryc. 13. Graficzne przedstawienie funkcji urządzeń mobilnych
Źródło: Kukulska-Hulme, 2005, s. 8

Dzięki ciągłemu rozwojowi elektroniki możliwa jest miniaturyzacja wielu urządzeń, które stają się sprzętem osobistego użytku. Urządzenia te dają nowe możliwości zastosowania ich w życiu codziennym i w edukacji. Należą do nich takie mobilne i kompaktowe urządzenia, jak smartfony, tablety, ultrabooki itp. Pojemność i wydajność tych urządzeń jest obecnie na tyle

duża, że można w nich przechowywać i za ich pośrednictwem odtwarzać materiał filmowy trwający wiele godzin. Technika cyfrowa umożliwia kompresję materiału filmowego odpowiadającą parametrom danego urządzenia. Dzięki temu w celu zapoznania się z instrukcją filmową uczący się podczas zajęć może w prosty sposób skorzystać z zasobów multimedialnych. W przypadku możliwości łączenia się urządzenia z Internetem dostępne jest dodatkowe korzystanie z zasobów internetowych (Kukulska-Hulme, 2005, s. 8).

Wielofunkcyjność omawianych urządzeń elektronicznych i ich mobilność powodują, iż stają się one nowoczesnymi środkami dydaktycznymi wspomagającymi nauczanie, między innymi w naukach przyrodniczych, szczególnie w pracy laboratoryjnej.

Wykorzystując te zalety, przygotowano pakiet filmów edukacyjnych obrazujących przebieg wybranych eksperymentów chemicznych i stanowiących multimedialną instrukcję tych eksperymentów. Te multimedialne instrukcje eksperymentów chemicznych zastosowano w realizacji przedmiotu eksperyment chemiczny, podczas ćwiczeń laboratoryjnych studentów Wydziału Chemii UAM, a także przez nauczycieli w ramach ćwiczeń laboratoryjnych z dydaktyki chemii na podyplomowych studiach chemicznych na Wydziale Chemii UAM (Burewicz, 2008).

Przygotowanie omawianego pakietu filmów przeznaczonych do użycia w smartfonie składało się z kilku etapów. Pierwszy etap polegał na wybraniu zbioru doświadczeń w celu przygotowania multimedialnych instrukcji eksperymentów chemicznych. Drugi etap to realizacja tych multimedialnych instrukcji w studiu filmowym. Na trzecim etapie dokonano cyfrowej obróbki sekwencji filmowych w płaszczyźnie obrazu i dźwięku. Czwarty etap polegał na odpowiedniej kompresji filmów tak, aby możliwe było odtwarzanie ich za pomocą smartfonu. Do kompresji filmów użyto program PocketDivXEncoder, za pomocą którego przygotowano cały zestaw filmów. Gotowy pakiet filmów skopiowano na kartę pamięci SD i kartę tę umieszczono w palmtopie. Zainstalowano także odtwarzacz plików multimedialnych The Core Pocket Media Player (TCPMP) umożliwiający oglądanie filmów, które przygotowano przy użyciu kompresji Divx <http://www.pocketdivxencoder.net/EN_index.htm>.

Podczas prowadzenia badań pedagogicznych zadbano o to, aby studenci i nauczyciele przygotowując się do zajęć, korzystali z tego samego zbioru multimedialnych instrukcji eksperymentów chemicznych znajdujących się w palmtopie. Doświadczenia te wykonywali podczas ćwiczeń laboratoryjnych w pracowni chemicznej. Uczący się mogli korzystać z multimedialnych instrukcji doświadczeń umieszczonych w smartfonie w dowolnym momencie, na przykład podczas rozwiązywania określonego problemu laboratoryjnego lub wykonywania określonych czynności laboratoryjnych.

NATURALNE INTERFEJSY UŻYTKOWNIKA W EKSPERYMENCIE CHEMICZNYM

Rozwój technologii komputerowych umożliwił wytworzenie bardziej intuicyjnych interfejsów komunikacji z komputerem. Określamy je jako naturalne interfejsy użytkownika (Natural User Interfaces, NUI). Za pomocą tego typu interfejsów komputer rejestruje i przetwarza gesty dłoni, ruchy rąk lub całego ciała w celu sterowania oprogramowaniem. Interfejsy tego typu powszechnie stosowane są w tabletach i smartfonach, umożliwiając ich intuicyjną obsługę na przykład palcami dłoni. Przykładami tego typu interfejsów są: Kinect, Move, Wii Remote <<http://whatis.techtarget.com/definition/natural-user-interface-NUI>> lub LEAP Motion <<https://www.leapmotion.com/>>. Interfejsy te różnią się między sobą zastosowaną technologią rejestracji ruchu. Autorzy opracowali program komputerowy wykorzystujący sensor Kinect. Program ten umożliwia pełną symulację czynności wykonywanych podczas eksperymentowania. Można symulować chwytanie dłońmi sprzętu i naczyń laboratoryjnych oraz odpowiednie montowanie ich. Zaprojektowano również możliwość symulacji wsypywania substancji stałych oraz wlewania roztworów i cieczy do naczyń laboratoryjnych, a także symulacji innych czynności laboratoryjnych. Konstrukcja sensora Kinect oraz jego czułość powodują niewielkie opóźnienie ruchów dłoni na wyświetlanym obrazie w stosunku do rzeczywistych ruchów podczas pracy z programem. To niewielkie opóźnienie wynika z czasu, jaki komputer potrzebuje na przetwarzanie danych uzyskanych z sensora. Podczas pracy użytkownik musi stać przodem do sensora, który rozpoznaje położenie głowy oraz górnej części ciała. Powyższe wymagania określają konieczną odległość sylwetki od sensora, która w praktyce wynosi od 1,2 do 3,5 m, <<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh973074.aspx>>.

Program ViChemLab znajduje zastosowanie w nauce chemii w gimnazjum i liceum oraz kierowany jest do wszystkich osób zainteresowanych eksperymentem chemicznym. Celem programu jest umożliwienie:

- samodzielnego przygotowywania się do wykonywania eksperymentów chemicznych w rzeczywistym laboratorium,
- wykonywania wirtualnych eksperymentów chemicznych w warunkach poza pracownią chemiczną, na przykład w domu.

Przeprowadzono eksperyment pedagogiczny, podczas którego uczniowie przygotowując się do zajęć w szkolnej pracowni chemicznej, pracowali z wirtualnym laboratorium ViChemLab. Celem badań było wyznaczenie przydatności edukacyjnej ViChemLab wykorzystującego sensor Kinect i porównanie jej ze skutecznością edukacyjną tych samych eksperymentów w postaci instrukcji filmowych oraz przedstawionych przez nauczyciela w for-



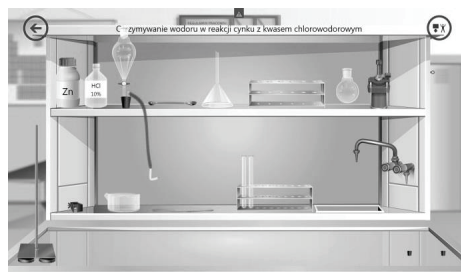
Ryc. 14. Uczniowie podczas pracy z ViChemLab



Ryc. 15. Uczniowie podczas pracy z ViChemLab



Ryc. 16. Uczniowie podczas pracy z ViChemLab



Ryc. 17. Zrzut ekranowy z programu ViChemLab

mie pokazu. Badania prowadzono w gimnazjum i w liceum. Analizując wyniki skuteczności edukacyjnej badanego środka dydaktycznego w nauczaniu chemii, można stwierdzić, że zastosowanie ViChemLab w gimnazjum powodowało wzrost zrozumienia wiadomości w stosunku do wzrostu zrozumienia wiadomości grupy uczniów pracujących z filmami oraz grupy uczniów przyglądających się pokazom nauczycielskim. Wzrost ten spowodowany był większym zaangażowaniem się uczniów w wykonywanie eksperymentów w ViChemLab niż podczas oglądania filmów lub pokazów nauczycielskich. W badaniach oparto się na taksonomii celów kształcenia Niemierki (Niemierko, 1973, s. 22; Czupiał, 1977, s. 19). Dla uczniów pracujących z tym programem lepsze wyniki w zakresie rozumienia wiadomości miały dalsze konsekwencje w postaci lepszych wyników osiągniętych przez nich w zakresie rozwiązywania zadań problemowych wymagających dobrego zrozumienia wiadomości (B) oraz twórczego myślenia (D). W przypadku uczniów liceum wyniki skuteczności edukacyjnej ViChemLab w nauczaniu chemii kształtują się inaczej niż w przypadku uczniów gimnazjum. Wynika to z zasobu wiadomości tych uczniów określonych na początku eksperymentu pedagogicznego oraz umiejętności dokonywania ana-

lizej określonych zjawisk, które nabyli oni podczas nauki chemii w gimnazjum. W przypadku uczniów liceum pracujących z ViChemLab, jak i uczniów oglądających pokaz nauczycielski nie obserwuje się znaczących różnic w zakresie dwóch pierwszych kategorii taksonomii celów kształcenia, to jest zapamiętywania wiadomości (A) i zrozumienia wiadomości (B), ponieważ w obu przypadkach zaangażowanie uczniów w obserwację przebiegu eksperymentów jest na zbliżonym poziomie. Oglądanie filmów z przebiegiem eksperymentów związane jest z mniejszym zaangażowaniem się uczniów, gdyż film przedstawia tylko prawidłowy przebieg eksperymentu. W tym przypadku zapamiętywanie i zrozumienie wiadomości jest słabsze. Jednak dla grup liceum, to jest grupy przyglądającej się pokazom nauczycielskim oraz grupy pracującej z filmami, nie obserwuje się tej tendencji w przypadku umiejętności zastosowania wiadomości w sytuacji typowej (C) oraz w rozwiązywaniu problemów (D). Praca z ViChemLab korzystnie wpływa na trwałość wiadomości uczniów gimnazjum grupy pracującej z tym programem, ponieważ czynności manualne, jakie uczniowie wykonują samodzielnie, zmuszają ich do większej koncentracji uwagi i spostrzegawczości. To wpływa na większy stopień przyswojenia i zrozumienia wiadomości (A, B), co pozytywnie przekłada się na umiejętność rozwiązywania problemów (C, D). Ten korzystny wpływ pracy z ViChemLab na trwałość wiadomości zaobserwowano również u uczniów liceum pracujących z tym programem. W tym przypadku, oprócz większej koncentracji uwagi i spostrzegawczości uczniów, dodatkowym czynnikiem wpływającym na znaczną trwałość wiadomości było posiadanie przez uczniów tej grupy wiadomości nabytych podczas nauki chemii w gimnazjum.

PODSUMOWANIE

Rozwój technicznych środków przekazu zawsze inspirował dydaktyków do wspomaganie i unowocześnianie procesu edukacyjnego. Stosowanie nowych technologii przekazu obrazu i dźwięku daje szczególne korzyści w eksperymentalnych dziedzinach naukowych i przyrodniczych przedmiotach nauczania. Obecnie nauczający może sam tworzyć potrzebne mu środki dydaktyczne i wpływać na proces nauczania – uczenia się jak nigdy dotąd. Wszystko zależy będzie od jego zdolności i kreatywności oraz umiejętnego stosowania środków dydaktycznych zgodnie z zasadą wielostronnego kształcenia. Wyniki przeprowadzonych badań nad skutecznością edukacyjną opracowanych środków dydaktycznych pozwalają stwierdzić, że mają one znaczący wpływ na podniesienie jakości i skuteczności kształcenia w obrębie wszystkich kategorii taksonomii celów kształ-

cenia chemicznego. Perspektywy ciągłego rozwoju technologii cyfrowych są bardzo obiecujące. Technologia ta umożliwi wprowadzanie coraz to nowych urządzeń o wielu funkcjach, pozwalających na zwiększanie interaktywności pomiędzy użytkownikiem aplikacji a daną aplikacją. To z powodzeniem może być wykorzystane w nowoczesnej edukacji. Rozwój sposobu obrazowania w celu lepszego przyswajania materiału nauczania, stymulowania wyobraźni przestrzennej uczących się poprzez tworzenie filmów i zdjęć w technologii trójwymiarowej 3D, nadchodząca era giętkich ekranów polimerowych, umożliwiających zwijanie ich i przenoszenie w kieszeni, oraz urządzeń zwanych drukarkami przestrzennymi (3D printing), pozwalających na otrzymywanie brył, a więc modeli przedmiotów ze wszystkimi ich detalami <http://en.wikipedia.org/wiki/3D_printing>, powodować będą ciągły rozwój metod nauczania oraz stworzą zupełnie nowe możliwości prowadzenia badań nad zastosowaniem ich w edukacji.

LITERATURA

- Ben-Zvi N., Ragsdale L., *The World of Chemistry: Selected Demonstration and Animations I*, „J. Chem. Educ.” 1992, 69(4), s. 304.
- Burewicz A., Gulińska H., Jagodziński P., Miranowicz M., Miranowicz N., Wolski R., Zielińska M., *Akademicki podręcznik multimedialny Dydaktyka ochrony środowiska w systemie kształcenia stacjonarnego i zdalnego*, „Wiadomości Chemiczne” 2002, 11-12, s. 1055.
- Burewicz A., Jagodziński P., Wolski R., *Developing experimental abilities. Computer aided teaching for chemistry, students Proceedings of the 2nd European Variety in Chemistry Education*, Charles University – Faculty of Science, Prague 2007, s. 206.
- Burewicz A., Jagodziński P., Wolski R., *Didactic research on the multimedia teachware The intensification of the agricultural production and its treats. Ecological farming – the ecological path in secondary schools*, „Annales of Polish Chemical Society” 2004, Vol. 3, s. 367.
- Burewicz A., Jagodziński P., Wolski R., *How to solve laboratory problems and tasks in chemical education? Proceedings of the 2nd European Variety in Chemistry Education*, Charles University – Faculty of Science, Prague 2007, s. 133.
- Burewicz A., Jagodziński P., Wolski R., *Intensyfikacja produkcji rolnej i związane z nią zagrożenia. Rolnictwo ekologiczne. Edukacyjny program multimedialny na płycie CD-ROM*, UAM ZDCh, Poznań 2004.
- Burewicz A., Jagodziński P., Wolski R., *Metodyka eksperymentu chemicznego – gimnazjum*, ZDCH, Poznań 2008.
- Burewicz A., Jagodziński P., Wolski R., *Rozwijanie umiejętności eksperymentalnych w procesie nauczania. Multimedialne kształcenie studentów chemii*, [w:] I. Maciejowska (red.), *Wykorzystanie technologii informatycznych w akademickiej dydaktyce chemii*, UJ, Kraków 2007, s. 138.
- Burewicz A., Jagodziński P., Wolski R., *Techniki laboratoryjne w doświadczeniach chemicznych*, XIII Szkoła Problemów Dydaktyki Chemii, Sucha Beskidzka, Kraków 2006, s. 196.
- Czupiał K., Niemierko B., *Metodyka testu chemicznego*, WSiP, Warszawa 1977.

- Jagodziński P., Szpila M., Burewicz A., *Podstawowe techniki laboratoryjne w eksperymencie chemicznym – multimedialny program edukacyjny*, *Młodzi chemicy rocznik 2004*, Betagraf PUH, Poznań 2004, s. 317.
- Jagodziński P., Wolski R., *Assessing the Educational Effectiveness of Films of Chemical Experiments for Educating Deaf-Mute Junior High and High School Students*, „J. Chem. Educ.” 2012, 89(10), s. 1122.
- Jagodziński P., Wolski R., *Comparative Study of Effectiveness of the Multimedia Handbook and Internet Methods in Education of Students and Teachers of Science*, „US-China Education Review” 2011, Vol. 1, No. 3, s. 335.
- Jagodziński P., Wolski R., *Research in to the educational effectiveness of a web-based textbook in the teaching of chemical experimentation*, „J. of Science Educ.” 2012, Vol. 13, No. 1, s. 9.
- Jagodziński P., Wolski R., *Współczesne media i eksperyment chemiczny*, [w:] W. Skrzydlewski, S. Dylak (red.), *Media – Edukacja – Kultura: W stronę edukacji medialnej*, Polskie Towarzystwo Technologii i Mediów Edukacyjnych, Poznań 2012, s. 371.
- Niemierko B., *ABC testów osiągnięć szkolnych*, WSiP, Warszawa 1973.

Strony internetowe

- <<http://blu-raydisc.com/en/AboutBlu-ray/WhatisBlu-rayDisc/HistoryofBlu-rayDisc.aspx>>.
- <http://en.wikipedia.org/wiki/3D_printing>.
- <http://en.wikipedia.org/wiki/4K_resolution>.
- <http://en.wikipedia.org/wiki/8K_resolution>.
- <<http://en.wikipedia.org/wiki/DVD>>.
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Streaming_media>.
- <<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh973074.aspx>>.
- <<http://whatis.techtarget.com/definition/natural-user-interface-NUI>>.
- <<http://www.leapmotion.com/>>.