

Zastosowanie systemów interaktywnych we współczesnej edukacji muzycznej

The usage of interactive systems in contemporary music education

Abstract

The aim of this dissertation is to present new possibilities of using modern digital technologies in music education. The easy access to computers in everyday life causes the occurrence of a new kind of student who commonly uses computers and digital devices. The development of increasingly advanced interactive systems and multimedia technologies, which are often connected to the elements of fuzzy logic, leads to the creation of new digital devices that are of a higher technological level called multimodal technologies. Due to multimodal technologies there is a possibility of touch less computer usage. Simply a hand movement in the air permits to read the conductor's gestures and to interpret them due to the appropriate software that might be used in student self-education.

Key words: music education, digital technology, multimedia, interactive systems, multimodal technology.

Wstęp

W ciągu ostatnich lat zaobserwować możemy niezwykle gwałtownie postępujący proces rozwoju technologicznego i związaną z nim informatyzację niemal każdej dziedziny życia ludzkiego. Coraz większa dostępność komputerów na rynku, szeroki ich rozwój wraz z różnymi technologiami multimedialnymi prowadzi do wpływu tych zjawisk także na szeroko rozumianą edukację muzyczną osób studiujących. Szybki rozwój nowoczesnych narzędzi oraz coraz większa ich dostępność powoduje, że każda osoba studiująca ma w domu komputer lub różnego rodzaju urządzenia skomputeryzowane, jak np. smartphone. Łatwy dostęp do informacji uzyskiwanych drogą elektroniczną sprawia, że komputer jest nieodzowny w życiu i kulturze studentów. Z tego powodu wykorzystując zainteresowanie osób studiujących technologią cyfrową oraz komputerem wraz z odpowiednio zaprojektowanym sprzętem cyfrowym, zajęcia

dydaktyczne można poprowadzić w sposób innowacyjny, który dodatkowo zachęci studentów do dalszego samokształcenia.

Obok tradycyjnych metod pracy dotyczących wykładowców i studentów, pojawiają się zupełnie nowe – cyfrowe, rozwijające ludzkość, pozwalające dodatkowo szerzej patrzeć w przyszłość dzięki zastosowaniu technologii cyfrowych w różnych aspektach nauczania w uczelniach wyższych. Zdecydowanie zwiększająca się liczba osób, potrafiących obsługiwać komputery i urządzenia mobilne wskazuje, jak bardzo wielkim usprawnieniem i ułatwieniem w życiu codziennym jest stosowanie urządzeń cyfrowych. Rozwój informatyki może wpływać na oblicze metod nauczania na poziomie akademickim pod warunkiem, że używane technologie będą wykorzystywane właściwie i w sposób prawidłowy do przekazywanych treści. Technologie cyfrowe wykorzystujące środki multimedialne do wytworzenia rzeczywistości wirtualnej mogą oddziaływać na wiele zmysłów jednocześnie (np. wzrok, słuch, dotyk), dzięki czemu wybrany zakres treści programowych zaprezentowany przez wykładowcę może zostać sprawnie i szybko przyswojony przez osoby studiuje.

Przedstawione w dalszej części pracy możliwości wykorzystania technologii cyfrowych w szeroko rozumianej edukacji muzycznej są odpowiedzią na zmieniające się trendy i potrzeby zachodzące w społeczeństwie dotyczące profilu kształcenia osób studiujących oraz próbą zaadaptowania nowoczesnych rozwiązań technologicznych w dydaktyce na poziomie akademickim. Przedstawione wyłącznie wybiórczo poszczególne możliwości wykorzystania technologii cyfrowych na zajęciach dydaktycznych z przedmiotu dyrygentura oraz kompozycja umożliwiają perspektywiczne dalsze rozszerzanie ich zastosowania, poprzez występowanie zupełnie nowych potrzeb dydaktycznych, które mogą stać się motorem napędzającym w przyszłości odmienny rodzaj nauczania na poziomie akademickim.

Podstawy terminologiczne

Na samym początku niniejszych rozważań, dotyczących wykorzystania systemów interaktywnych we współczesnej edukacji muzycznej, należy odpowiedzieć na pewne pytania odnoszące się do prawidłowego nazewnictwa. Terminologia będąc niefortunnie (w sposób trudny do zrozumienia dla muzyków) ujęta przez fachową literaturę z branży telekomunikacji i informatyki może budzić sporo wątpliwości i niejasności, stąd została przytoczona poniżej, w sposób skrócony – ważny z punktu zastosowania technologii cyfrowych w dydaktyce na szczeblu akademickim.

Systemy interaktywne – oznaczają możliwość dwukierunkowej komunikacji: człowiek – komputer oraz komputer – człowiek. Interaktywność dotyczy jednocześnie odbierania informacji i reagowania na nią w czasie rzeczywistym. Zastosowanie

odpowiednich interfejsów graficznych w komputerach ma na celu podkreślenie oraz ułatwienie możliwości komunikacyjnych między człowiekiem a maszyną¹.

Multimedia to inaczej media cyfrowe, przedstawiające użytkownikowi kilka odmiennych form informacji w tym samym czasie (np. tekst, dźwięk, animacja komputerowa, grafika, film), dzięki czemu dostarczają odbiorcy określone treści lub rozrywkę. Tworząc sztukę wizualną, dźwiękową bądź mieszaną, często wykorzystując podstawy technik tradycyjnych, wzbudzają u odbiorcy większe zainteresowanie, np. poprzez zastosowanie częściowych elementów interaktywnych lub bodźców dynamicznych².

Systemy multimodalne są aktualnie najwyższym stopniem zaawansowania teleinformatycznego, będącego połączeniem systemów interaktywnych oraz multimedialnych, dzięki którym można zarządzać bezdotykowo komputerami oraz innymi urządzeniami cyfrowymi, np. poprzez: ruch gałek ocznych, ruch dłoni i rąk w przestrzeni, charakterystyczne częstotliwości „fal mózgowych bądź specjalnie zaprojektowane urządzenia będące sterownikami”³.

Wykorzystanie technologii cyfrowych w nauczaniu przedmiotu Dyrygentura

Promowany w mediach system **Kinect**, który znany jest z wykorzystania go w grach komputerowych, często bywa stosowany jako pewnego rodzaju sterownik w muzyce⁴. Wykorzystanie urządzenia w nauczaniu przedmiotu Dyrygentura polega na nawiązaniu do roli dyrygenta i możliwości odczytu ruchów osoby dyrygującej poprzez zainstalowane kamery we wnętrzu urządzenia oraz interpretowanie rozpoznanych ruchów przez oprogramowanie cyfrowe, które działa w czasie rzeczywistym⁵. Sterownik Kinect umożliwia przesyłanie komunikatów w standardzie MIDI do komputera lub innego urządzenia cyfrowego. System MIDI nie odpowiada za jakość

¹ W. Skarka, W. Moczulski, M. Januszka, *Interaktywne technologie w procesie kształcenia*, „Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe”, 2012, nr 1 (29), s. 105–114.

² P. Adamczewski, *Słownik informatyczny. Terminologia informatyczna w pigułce*, Gliwice 2005, s. 135.

³ A. Czyżewski, *Interfejsy multimodalne – technologie usprawniające badania i usprawnianie zmysłów komunikacji*, PAN, 2012, http://www.pan.poznan.pl/tydzien_mozgu/4.tydzien_mozgu/documents/Czyzewski_S.pdf [data dostępu: 27.11.16].

⁴ Á. Sarasúa, *Context-Aware Gesture Recognition in Classical Music Conducting*, (w:) *MM '13 ACM Multimedia Conference*, ed. A. Jaimes, N. Sebe, N. Boujemaa, ACM New York 2013, s. 1059–1062; A. Lim, T. Ogata, H.G. Okuno, *Towards expressive musical robots: a cross-modal framework for emotional gesture, voice and music*, “EURASIP Journal on Audio, Speech, and Music Processing”, 2012, 3, s. 52–57.

⁵ A. Hadjakos, T. Großhauser, W. Goebel, *Motion Analysis of Music Ensembles with the Kinect*, (w:) *13th International Conference on New Interfaces for Musical Expression*, Seoul 2013, s. 106–110, <http://iwk.mdw.ac.at/goebel/papers/Hadjakos-et-al-2013-Kinect-Head-Motion-NIME.pdf> [data dostępu: 17.12.16]; R. Adams, J. Brown, C. Coalson, M. Marks, F. Stein, G. Whitmore, *Kinecting with music: A human interface for a digital orchestra*, http://cs.carleton.edu/cs_comps/1314/dmusician/final-results/kinecting-music-human.pdf [data dostępu: 28.11.16].

przesyłanego i generowanego dźwięku, lecz przesyła wyłącznie informacje w sposób digitalny⁶. Do prawidłowego wykorzystania Kinecta w dyrygenturze potrzebne są kolejne programy w postaci różnorodnych instrumentów wirtualnych z bardzo dobrym odtworzeniem brzmienia instrumentów tradycyjnych, które pozwolą na poprawne odwzorowanie źródeł dźwięków w przestrzeni o właściwej barwie. Kolejny program, potrzebny do prawidłowego działania wzmiankowanego systemu, to oprogramowanie w postaci interpretatora głośności i barwy generowanych dźwięków z wirtualnych instrumentów⁷. Niestety, projekt techniczny i jakość kamer wykorzystanych w budowie samego urządzenia Kinect nie pozwalają na bardzo dokładne odczytywanie ruchów osoby dyrygującej, dodatkowo samo urządzenie nie jest przystosowane aktualnie programowo do rozpoznawania ruchów o dużej złożoności i nie umożliwia zobrazowania sylwetki przestrzennej osoby dyrygującej⁸.

Projekt własny systemu urządzeń i oprogramowania – bardziej wyspecjalizowanych wyłącznie w obszarze wymaganym przez dyrygentów niż Kinect, wykorzystuje do prawidłowego działania inne urządzenia, które przeważnie każdy posiada w domu. System działa dzięki zainstalowaniu specjalnego oprogramowania na komputerze, który wyposażony jest w kamerę, oraz instalacji drugiego programu na smartphonie, również wyposażonego w kamerę. System działa wykorzystując prostą zasadę: osoba dyrygująca stoi naprzeciwko komputera, natomiast smartphonie umieszczony jest pod kątem 90 stopni około 2 m od kamery komputera, pozwalając tym samym na złożenie częściowego obrazu przestrzennego (sylwetki) osoby dyrygującej.

Nowy system multimodalny podczas pracy:

- wyświetla partytury oraz automatycznie przewija tekst nutowy,
- pozwala na przyspieszenia i zwolnienia, nie tracąc na jakości nagrań, które zostały przygotowane w specjalnym systemie audio, przetwarzanym w czasie rzeczywistym przez samplery wielofrazowe (wyrażna zmiana tempa odtwarzania dyktowana ruchem nie zmienia tonacji utworu!).

Celem zastosowania takiego systemu w nauczaniu przedmiotu Dyrygentura jest stworzenie pewnego rodzaju wzoru zachowań i gestów ruchu do danego utworu muzycznego, poprzez jednorazowe prawidłowe zadyrygowanie utworem przez pedagoga podczas zajęć. Następnie osoby studiujące, w domu ćwicząc i ucząc się

⁶ A. Rosiński, *Wykorzystanie komputera w realizacji nagrań muzycznych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, Bydgoszcz 2013, s. 30.

⁷ A. Pejrolo, R. DeRosa, *Acoustic and MIDI orchestration for the contemporary composer. A practical guide to writing and sequencing for the studio orchestra*, Oxford 2009, s. 1–26.

⁸ M. Mandanici, S. Sapir, *Disembodied voices: A Kinect virtual choir conductor*, <http://smcnetwork.org/system/files/smc2012-174.pdf> [data dostępu: 17.11.16]; A. Rosa-Pujaz'on, I. Barbancho, L.J. Tard'on, A.M. Barbancho, *Conducting a virtual ensemble with a Kinect device*, (w:) *Proceedings of the Sound and Music Computing Conference 2013, SMC*, Stockholm 2013, s. 284–291, <http://smcnetwork.org/system/files/CONDUCTING%20A%20VIRTUAL%20ENSEMBLE%20WITH%20A%20KINECT%20DEVICE.pdf> [data dostępu: 16.11.16].

wykonania danego utworu wraz z włączonym systemem multimodalnym, pozwalają na porównanie własnych ruchów z wcześniej przygotowanym wzorem przez wykładowcę. Podczas wykonania przez studentów nieprawidłowych ruchów niezgodnych ze wzorem, program zatrzymuje odtwarzanie muzyki, wskazuje kolorem czerwonym błędne ruchy wymagając korekty, dodatkowo ukazując jak należy ustawić ciało, dłonie, rękę itp.

Warto dodać, że w niniejszym systemie istnieje funkcja zwana humanizatorem, która pozwala na pewne odstępstwa w zakresie gestów i ruchów wykonywanych przez osoby uczące się. Funkcja ta włączana i ustawiana jest przez wykładowcę lub osoby studiujące, pozwala na zachowanie indywidualności osób uczących się w taki sposób, żeby nie zostały wierną kopią prowadzącego. Dodatkowo można określić jakiego typu gesty, ruchy i odchylenia od przyjętego oraz wprowadzonego wzoru będą przez prowadzącego akceptowane i przez system komputerowy oznaczone jako prawidłowe.

Cyfrowa batuta jest kolejnym wcieleniem systemów multimodalnych, którego projekt początkowo powstał w laboratoriach Massachusetts Institute of Technology na początku lat 90.⁹ Niestety, technologia w tamtych czasach nie pozwalała na znaczną miniaturyzację. Urządzenie to było nieporęczne, duże, ciężkie i podłączone do zasilania oraz komputera za pomocą przewodów, co spowodowało, że projekt porzucono¹⁰. Zastosowania cyfrowej batuty w ogóle nie rozważano w kontekście wykorzystania jej w edukacji muzycznej, lecz jako swoistego rodzaju instrumentu w postaci cyfrowego sterownika MIDI – urządzenia wykorzystywanego w sound designie¹¹.

W dzisiejszych czasach niniejszy projekt może odżyć na nowo poprzez znaczny postęp technologiczny oraz praktyczne wykorzystanie cyfrowej batuty w nauczaniu przedmiotu dyrygentura. Niniejszy pomysł zastosowania jest rozszerzeniem projektu własnego, zaprezentowanego wcześniej z wykorzystaniem kamer komputera i smartfonu. Sama batuta niemalże nie różni się niczym od batuty tradycyjnej (jest nieco większa i cięższa) poprzez zastosowanie wewnątrz układów elektronicznych. Batuta posiada żyroskop pływający, silnik, baterię, łączność radiową oraz pamięć. Cyfrowa batuta pozwala na wczytanie do niej partytur poprzez połączenie z komputerem przez technologię radiową. Włączenie batuty następuje przez jednokrotne taktowanie

⁹ J.A. Paradiso, F. Sparacino, *Optical tracking for music and dance performance*, http://cba.mit.edu/docs/papers/97.09.Zurich_3D4.pdf [data dostępu: 11.11.16]; J. Paradiso, *The brain opera technology: New instruments and gestural sensors for musical interaction and performance*, "Journal of New Music Research", 1999, Vol. 28, No. 2, s. 130–149.

¹⁰ T. Marrin, J. Paradiso, *The digital baton: A versatile performance instrument*, (w:) *Proceedings of the 1997 International Computer Music Conference (ICMC'97)*, ICMA, Thessaloniki 1997, s. 313–316; T. Marrin, R. Picar, *The conductor's jacket: A device for recording expressive musical gestures*, (w:) *Proceedings of the 1998 International Computer Music Conference (ICMC'98)*, Anna Arbor 1998, s. 215–219.

¹¹ T. Baba, M. Hashida, H. Katayose, *A multi-timelines scheduler and a rehearsal function for improving users' sensation of orchestral conducting with a conducting system*, (w:) *Proceedings of the 9th Sound and Music Computing Conference*, Copenhagen 2012, s. 290–295.

na cztery, natomiast wyłączenie poprzez pozostawienie cyfrowej batuty przez jedną minutę w pozycji leżącej bez jakiegokolwiek ruchu. Partytury, które są wczytywane i rozpoznawane przez system batuty, to te same nagrania przygotowane wcześniej z udziałem wykładowcy, kamer komputera i telefonu komórkowego. Gdy cyfrowa batuta trzymana jest w ręce, to mikro odważniki wykorzystane w jej budowie powodują odchylenie batuty w kierunkach, w których powinna dyrygować osoba ucząca się utworu. Dodatkowo pomiar jest wykonywany względem ciała i drugiego urządzenia korygującego, jak np. smartwatch, który pozwala na obliczenie szerokości i wysokości gestów, ruchów między rękoma, bądź odległości rąk od ciała osoby dyrygującej. W przypadku błędnego wykonania ruchu przez osobę uczącą się, batuta czterokrotnie mocno pulsuje, następnie wykorzystując silniki i inne podzespoły przeważa rękę w kierunku, w którym powinien nastąpić ruch. Gdy dany ruch lub gest zostanie pokazany prawidłowo to batuta automatycznie przechodzi do kolejnego ruchu przeważając rękę w innym (kolejnym) kierunku, w którym wcześniej zadyrygował pedagog podczas zajęć.

Wykorzystanie smartwatcha z batutą cyfrową pozwala na zaoszczędzenie miejsca oraz na naukę dyrygowania w różnych miejscach, gdzie dokładne ustawienie komputera i smartfonu jest uciążliwe bądź niemożliwe. Specjalna opcja programu komputerowego umożliwia zeskanowanie tradycyjnej partytury do komputera, a następnie przesłanie jej utworzonej formy digitalnej z komputera do wirtualnej batuty.

Wykorzystanie technologii cyfrowych w nauczaniu przedmiotu kompozycja

Reac Table to specyficzna forma generatora dźwięku w postaci stołu gry, który reaguje na położone na nim swoistego rodzaju klocki. Jest to nowy rodzaj instrumentu multimedialnego dla muzyków, który został skonstruowany i opracowany w Uniwersytecie Pompeu Fabra w Barcelonie¹². W budowie tego urządzenia uwzględniono projektor zamontowany od spodu (dołu), który pozwala na wyświetlanie obrazu na stole gry oraz kamerę zainstalowaną również od dołu, umożliwiającą określenie położenia danego klocka, jeżeli znajduje się on na stole gry¹³. System wizualny, który umożliwia zarządzanie i sterowanie systemem audio poprzez wyświetlanie odpowiednich obrazów został zbudowany z połączenia i zestrojenia syntezy wideo oraz audio. Klocki są oznaczone odpowiednim rysunkiem, przez co każdy z nich może zostać wykorzystany w zupełnie odmiennych działaniach twórczych, np. poprzez

¹² S. Jordà, G. Geiger, M. Alonso, M. Kaltenbrunner, *The reac Table: exploring the synergy between live music performance and tabletop tangible interfaces*, (w:) *Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction*, ed. B. Ullmer, A. Schmidt, ACM, New York 2007, s. 139–146.

¹³ M. Kaltenbrunner, S. Jordà, G. Geiger, M. Alonso, *The reacTable*: A collaborative musical instrument*, w: *15th IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WET ICE'06)*, ed. S.M. Reddy, IEEE Computer Society, Manchester 2006, s. 406–411.

zastosowanie różnego rodzaju syntez, sampli, generatorów, Sammlerów, itp.¹⁴ *Reactable* świetnie sprawdza się jako instrument live electronic podczas koncertów na żywo, pozwalając poznać podstawy syntezy dźwięku, syntezę zaawansowaną oraz sposoby generowania dźwięku cyfrowego działając w czasie rzeczywistym, wchodząc na grunt kompozycji cyfrowej i multimedialnej¹⁵.

Blind Ear to program komputerowy opracowany w Stanach Zjednoczonych, który pozwala kompozytorowi komponować – improwizując na kilka – kilkanaście instrumentów jednocześnie. Interfejs niniejszego programu komputerowego był wzorowany na bazie popularnych edytorów nutowych w celu ułatwienia obsługi nowego narzędzia dla muzyków.

Na początku korzystanie z niniejszego oprogramowania jest nieco trudne, ponieważ wymaga przyzwyczajenia oraz wprawy. Kompozytor musi szybko, sprawnie i prawidłowo tworzyć partie instrumentalne, które na żywo w czasie rzeczywistym wpisuje na komputerze i wysyła różnym instrumentalistom. Instrumentaliści, mając przed sobą ekrany komputerów również w czasie rzeczywistym, otrzymują partie, które należy wykonać na instrumentach. Przesyłanie danych odbywa się poprzez sieć radiową, dzięki czemu komputerów nie trzeba łączyć między sobą przewodami¹⁶.

Często poruszana problematyka, dotycząca szeroko rozumianej improwizacji podejmowanej przez kompozytorów, ograniczała się wyłącznie do improwizowania na instrumencie, na którym kompozytor potrafił zagrać. Improwizowanie na kilku instrumentach jednocześnie jest niemożliwe, mimo że niektórzy z kompozytorów są multiinstrumentalistami. Podjęte działania wykorzystujące technologie cyfrowe w muzyce miały na celu zastosowanie ich w nowej dziedzinie twórczości – jednoczesnej improwizacji nawet na kilkudziesięciu instrumentach w tym samym czasie, pozwalając kompozytorowi tym samym podnieść swoje kompetencje i poszerzyć szeroko rozumiane umiejętności twórcze.

Zakończenie

Zwolnienie dynamicznego rozwoju i postępu w dostępie do teleinformacji spowodowane jest przeważnie przez niepodjęcie działań przez samego człowieka. Kierowanie się przestarzałymi zasadami i przyzwyczajeniami, nastawienie konserwatywne i negatywne w stosunku do nowych mediów przyczynia się do zahamowania rozwoju

¹⁴ A. Eigenfeldt, *Real-time Composition or Computer Improvisation? A composer's search for intelligent tools in interactive computer music*, Electroacoustic Music Studies Network, 2007, <http://www.sfu.ca/~eigenfel/RealTimeComposition.pdf> [data dostępu: 17.12.16].

¹⁵ S. Jordà, *TheReactable: Tangible and Tabletop Music Performance*, (w:) CHI 2010: Media Showcase Session 1, Atlanta, Georgia 2010, <http://dmrussell.net/CHI2010/docs/p2989.pdf> [data dostępu: 17.12.16].

¹⁶ http://www.blindearmusic.com/Blind_Ear_Music/Home.html [data dostępu: 17.12.16].

człowieka w zakresie multimedialnej edukacji muzycznej. Niechęć do poznania zasad działania urządzeń teleinformatycznych powoduje, że technologia, nadal rozwijająca się, dla wielu osób zamiast usprawnić i pomóc, staje się coraz bardziej niezrozumiała i trudniejsza w obsłudze.

Wykorzystanie technologii cyfrowych w dydaktyce akademickiej ograniczone jest wyłącznie naszą wyobraźnią oraz umiejętnościami użytkownika w poruszaniu się w specjalnie przygotowanym systemie oprogramowania. Technologie cyfrowe, jak każda inna pomoc naukowa, przynoszą wymierne korzyści, jeżeli używane są racjonalnie i z umiarem. Dzięki technologiom cyfrowym można zaoszczędzić dużo czasu podczas pracy z osobami studiującymi poprzez możliwość uzyskania bardziej efektywnej ich pracy. Współczesny nauczyciel akademicki może stale poszerzać swoje kompetencje i zdobywać wiedzę oraz umiejętności związane z obsługą sprzętu komputerowego jako narzędzia niezwykle pomocnego podczas zajęć dydaktycznych na poziomie akademickim. Komputer nie powinien być traktowany jako urządzenie nadrzędne, mające zastąpić wykładowcę. Celem głównym zastosowania technologii cyfrowych jest: wzbogacanie przebiegu zajęć dydaktycznych, uproszczenie pewnych aspektów poprzez ukazanie ich w rzeczywistości wirtualnej, uzyskanie efektywniejszych wyników osób studiujących poprzez zastosowanie specjalistycznych technologii, które w dalszej perspektywie dzięki właściwemu ich wykorzystaniu powinny rozwijać osoby uczące się, a nie zwalniać je z odpowiedzialnego i twórczego myślenia. Celem autora niniejszej pracy nie jest odsunięcie się od tradycyjnych metod nauczania i pracy ze studentami, lecz przeciwnie – wspomaganie tradycyjnych metod nauczania nowoczesną technologią, która użytkowana właściwie może przynosić wymierne korzyści dla osób studiujących, dodatkowo wzbudzając ich zainteresowanie i uatrakcyjniając zdobywanie wiedzy.

To nie komputery i postęp technologiczny decydują o kształcie teraźniejszym i przyszłym edukacji muzycznej na poziomie akademickim, lecz człowiek, który poinformowany o wadach i zaletach wykorzystania urządzeń cyfrowych w edukacji muzycznej, powinien wykorzystywać ową technologię z rozwagą oraz umiarem, nie stając się jej niewolnikiem. Technologia komputerowa, edukacja muzyczna i społeczeństwo akademickie (wykładowcy i osoby studiujące) poddawane są ciągłym przemianom oraz ewolucji, dlatego musimy być przygotowani na to, iż tradycyjne techniki nauczania będą wspierane przez nowoczesne technologie multimodalne, których celem jest aktywizowanie osób studiujących do dalszej pracy nad sobą.

Autor wyraża nadzieję, że sposoby użycia opisanych wcześniej technologii cyfrowych wpłyną na wzrost świadomości wykorzystania komputera i urządzeń jemu podległych wśród wykładowców na gruncie szeroko pojętej dydaktyki akademickiej, dzięki czemu edukacja i sztuka, stykając się z najnowszą technologią, umożliwią uzyskanie znakomitych rezultatów dydaktycznych i twórczych, które do tej pory były niedostępne.

Bibliografia

- Adamczewski P., *Słownik informatyczny. Terminologia informatyczna w pigułce*, Gliwice 2005.
- Adams R., Brown J., Coalson C., Marks M., Stein F., Whitmore G., *Kinecting with music: A human interface for a digital orchestra*, http://cs.carleton.edu/cs_comps/1314/dmusician/final-results/kinecting-music-human.pdf [data dostępu: 28.11.16].
- Baba T., Hashida M., Katayose H., *A multi-timelines scheduler and a rehearsal function for improving users' sensation of orchestral conducting with a conducting system*, (w:) *Proceedings of the 9th Sound and Music Computing Conference*, Copenhagen 2012.
- Czyzewski A., *Interfejsy multimodalne – technologie usprawniające badania i usprawnianie zmysłów komunikacji*, PAN, 2012, http://www.pan.poznan.pl/tydzien_mozgu/4.tydzien_mozgu/documents/Czyzewski_S.pdf [data dostępu: 27.11.16].
- Eigenfeldt A., *Real-time Composition or Computer Improvisation? A composer's search for intelligent tools in interactive computer music*, Electroacoustic Music Studies Network, 2007, <http://www.sfu.ca/~eigenfel/RealTimeComposition.pdf> [data dostępu: 17.12.16].
- Hadjakos A., Großhauser T., Goebel W., *Motion Analysis of Music Ensembles with the Kinect*, (w:) *13th International Conference on New Interfaces for Musical Expression*, Seoul 2013, s. 106-110, <http://iwk.mdw.ac.at/goebel/papers/Hadjakos-et-al-2013-Kinect-Head-Motion-NIME.pdf> [data dostępu: 17.12.06].
- http://www.blindearmusic.com/Blind_Ear_Music/Home.html [data dostępu: 17.12.06].
- Jordà S., Geiger G., Alonso M., Kaltenbrunner M., *The reacTable: exploring the synergy between live music performance and tabletop tangible interfaces*, (w:) *Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction*, ed. B. Ullmer, A. Schmidt, ACM, New York 2007.
- Jordà S., *The Reactable: Tangible and Tabletop Music Performance*, (w:) CHI 2010: Media Showcase Session 1, Atlanta, Georgia 2010, <http://dmrussell.net/CHI2010/docs/p2989.pdf> [data dostępu: 17.12.16].
- Kaltenbrunner M., Jordà S., Geiger G., Alonso M., *The reacTable*: A collaborative musical instrument*, (w:) *15th IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WET ICE'06)*, ed. S.M. Reddy, IEEE Computer Society, Manchester 2006.
- Lim A., Ogata T., Okuno H.G., *Towards expressive musical robots: a cross-modal framework for emotional gesture, voice and music*, "EURASIP Journal on Audio, Speech, and Music Processing", 2012, 3.
- Mandanici M., Sapir S., *Disembodied voices: A Kinect virtual choir conductor*, <http://smcnetwork.org/system/files/smc2012-174.pdf> [data dostępu: 17.11.16].
- Marrin T., Paradiso J., *The digital baton: A versatile performance instrument*, (w:) *Proceedings of the 1997 International Computer Music Conference (ICMC'97)*, ICMA, Thessaloniki 1997.
- Marrin T., Picar R., *The conductor's jacket: A device for recording expressive musical gestures*, (w:) *Proceedings of the 1998 International Computer Music Conference (ICMC'98)*, Anna Arbor 1998.
- Paradiso J.A., Sparacino F., *Optical tracking for music and dance performance*, http://cba.mit.edu/docs/papers/97.09.Zurich_3D4.pdf [data dostępu: 11.11.16].
- Paradiso J., *The brain opera technology: New instruments and gestural sensors for musical interaction and performance*, "Journal of New Music Research", 1999, Vol. 28, No. 2.

- Pejrolo A., DeRosa R., *Acoustic and MIDI orchestration for the contemporary composer. A practical guide to writing and sequencing for the studio orchestra*, Oxford 2009.
- Rosa-Pujazón A., Barbancho I., Tardón L.J., Barbancho A.M., *Conducting a virtual ensemble with a Kinect device*, (w:) *Proceedings of the Sound and Music Computing Conference 2013*, SMC, Stockholm 2013, s. 284–291, <http://smcnetwork.org/system/files/CONDUCTING%20A%20VIRTUAL%20ENSEMBLE%20WITH%20A%20KINECT%20DEVICE.pdf> [data dostępu: 16.11.16].
- Rosiński A., *Wykorzystanie komputera w realizacji nagrań muzycznych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, Bydgoszcz 2013.
- Sarasúa Á., *Context-Aware Gesture Recognition in Classical Music Conducting*, (w:) *MM '13 ACM Multimedia Conference*, ed. A. Jaimes, N. Sebe, N. Boujemaa, ACM, New York 2013.
- Skarka W., Moczulski W., Januszka M., *Interaktywne technologie w procesie kształcenia*, „Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe”, 2012, nr 1 (29).