

**Krzysztof Lichy**  
Instytut Informatyki Politechnika Łódzka  
Wólczańska 215 , 90-924 Łódź  
email: krzysztof.lichy@p.lodz.pl

## **INTERFEJS MIDI W ORGANACH PISZCZAŁKOWYCH**

Streszczenie – Celem badań jest stwierdzenie wpływu sterowania interfejsem MIDI piszczałkami organów na jakość dźwięku.

Słowa kluczowe: organy piszczałkowe, MIDI, jakość dźwięku

### **1 Wstęp**

W tradycyjnych organach piszczałkowych sterowanie zaworami piszczałek odbywa się za pośrednictwem połączenia elektrycznego, pneumatycznego lub mechanicznego odpowiednich klawiszy z właściwymi zaworami. Ze względu na możliwość dokładnego przełożenia ruchu klawiszy na funkcjonowanie zaworów piszczałkowych jedynie połączenie mechaniczne (oparte na systemie mechanicznych dźwigni-przekaźników) pozwala organiście na pełną kontrolę nad dźwiękiem generowanym przez instrument. W organach firmy Jehmlich znajdujące się w Akademii Muzycznej w Łodzi zastosowano tradycyjną trakturę gry, opartą na mechanicznych połączeniach zaworów piszczałek z klawiaturą. Zawory piszczałek zostały sprzężone dodatkowo z elektrycznymi siłownikami sterowanymi przy użyciu komputera za pośrednictwem standardu MIDI [16][17]. Organy te pozwalają również, dzięki systemowi elektromagnetycznych czujników, na śledzenie i zapis w standardzie MIDI ruchów traktury i manubriów rejestrowych podczas gry na instrumencie. Takie rozwiązanie umożliwia rejestrowanie (nagrywanie) utworów w powyższym standardzie oraz ich późniejsze odtwarzanie bezpośrednio na organach przy użyciu komputera. Pozwala to na wykonanie szeregu unikatowych badań niemożliwych do przeprowadzenia w innym środowisku[12].

### **2 Możliwość badań**

Unikatowe rozwiązanie integrujące interfejs MIDI pozwala na wykonanie szeregu interesujących badań[12][9].

Organy piszczałkowe są wykonywane na zamówienie przez wyspecjalizowane warsztaty rzemieślnicze i każdorazowo dostosowywane do kubatury, akustyki i wystroju pomieszczenia. W rezultacie każdy egzemplarz instrumentu ma inną budowę, i co się z tym wiąże, inne właściwości brzmieniowe. Dodatkowo, organy zaprojektowane do Akademii Muzycznej w Łodzi są unikatowe ze względu na szczególne właściwości konstrukcyjne, umożliwiające:

- sterowanie trakturą gry, trakturą rejestrową oraz żaluzją za pomocą tradycyjnego systemu połączeń mechanicznych,
- sterowanie trakturą gry, trakturą rejestrową oraz żaluzją przy użyciu komputera za pośrednictwem systemu sterującego wykorzystującego połączenie szeregowo pracujące w standardzie MIDI,
- śledzenie (dzięki systemowi elektromagnetycznych czujników) i rejestrowanie na komputerze w standardzie MIDI działania mechanizmów organów (trakturny gry, trakturny rejestrowej oraz żaluzji) podczas grania
- odtwarzanie (dzięki systemowi siłowników, sterowanych elektronicznie) wcześniej zapisanego na komputerze w standardzie MIDI działania mechanizmów organów (trakturny gry, trakturny rejestrowej oraz żaluzji).

Zakupienie przez Akademię Muzyczną w Łodzi tego bardzo drogiego i unikatowego w skali krajowej instrumentu, daje możliwość prowadzenia badań naukowych dotyczących cyfrowego i analogowego generowania dźwięku.

Istotą pracy badawczej autora jest w szczególności próba określenia.

- wpływu sterowania zaworami piszczałek za pomocą siłowników elektromechanicznych na jakość dźwięku w fazie narzmiowania, ustalania się i wybrzmiewania dźwięku,
- wpływu opóźnień związanych z ograniczeniami przepustowości standardu MIDI.

Rozważania teoretyczne i dyskusje z ekspertami z dziedziny muzyki organowej (Akademia Muzyczna) pozwalają założyć, że wykorzystanie do sterowania organami standardu MIDI może spowodować dostrzegalne pogorszenie jakości dźwięku emitowanego przez organy w stosunku do urządzenia sterowanego mechanicznie przez człowieka.

Istotnym wydaje się zidentyfikowanie różnic w odtwarzanym dźwięku w tym celu wykonano szereg eksperymentów i pomiarów. W dalszych pracach rozważane będzie opracowanie rozwiązań mających na celu kompensację tych różnic.

### 3 Przeprowadzone eksperymenty

Jak wspomniano wcześniej zdaniem specjalistów z dziedziny muzyki organowej sterowanie organami za pośrednictwem połączenia szeregowego wykorzystującego standard MIDI może powodować w wymiarze postrzegalnym pogorszenie jakości dźwięku emitowanego przez instrument, w stosunku do sterowania mechanicznego. Istnieje zatem potrzeba obiektywnej oceny wpływu sterowania trakturą gry przy użyciu komputera za pośrednictwem równoległego połączenia pracującego w standardzie MIDI na jakość generowanego przez organy dźwięku, co jest celem prac prowadzonych przez Autora.

Planując badania oceniające jakość dźwięku generowanego przez organy autor podzielił je na dwa rodzaje: subiektywne i obiektywne.

Badania obiektywne zostały zaprojektowane, jako opracowanie miar jakości dźwięku organowego ze szczególnym uwzględnieniem różnic w zakresie nabrzmiewania i wybrzmiewania dźwięku. Badania polegały na porównaniu dźwięku generowanego przez grę na instrumencie z wykorzystaniem tratury mechanicznej (organista) z dźwiękiem generowanym przez organy sterowane przy użyciu komputera. W trakcie nagrań napotkano problem z występowaniem pogłosu, w celu minimalizacji tego zjawiska opracowano empirycznie optymalne ustawienia mikrofonów. Samo zagadnienie optymalnego rozstawienia mikrofonów wydaje się być interesującym zagadnieniem[15]. Zauważyć należy, że możliwość wielokrotnego odtworzenia dźwięku o tych samych parametrach pozwala na przeprowadzenie interesujących eksperymentów z tej dziedziny. W dalszych pracach zaplanowano szereg eksperymentów badających wpływ otoczenia na jakość dźwięku. Szczególną uwagę zostanie zwrócona na zjawisko subiektywnego pogarszania się jakości dźwięku w sali wypełnionej słuchaczami. Badania te pozwolą między innymi na opracowanie optymalnego rozłożenia miejsc siedzących w zależności od ilości słuchaczy.

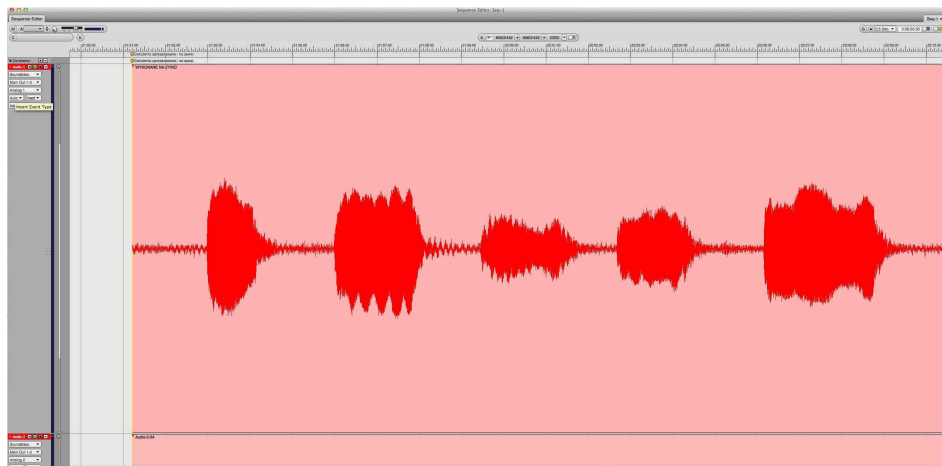
Wykonując badania zmierzające do utworzenia obiektywnej miary jakości dźwięku wykonano szereg pomiarów i obserwacji. Analiza budowy systemu sterowania zaworami oraz dyskusja z ekspertami ukierunkowała badania na zbadanie różnicy w brzemieniu dźwięku w przypadku sterowania przez automat i w przypadku sterowania zaworami przez człowieka. Szczególną uwagę położono na zjawiska opisane poniżej. Zgodnie z przewidywaniami zauważono następujące prawidłowości.

Dla krótkich dźwięków organista jest w stanie szybciej otworzyć zawór a w rezultacie dźwięk generowany przez grającego człowieka jest krótszy niż dźwięk generowany przez organy sterowane MIDI. Związane jest to cechami protokołu.

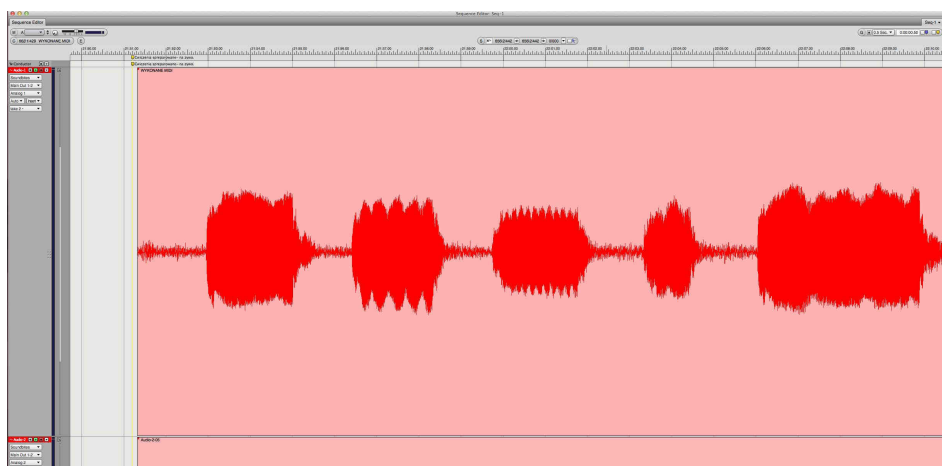
Podobnie organista w trakcie gry jest w stanie łagodnie zamknąć zawór co nie jest możliwe w przypadku gry sterowanej interfejsem MIDI.

Zauważyć można, że dźwięk odtwarzany przez organy sterowane interfejsem MIDI brzmi inaczej niż dźwięk oryginalny. Jednym z powodów tego zjawiska jest inny czas trwania nut oraz zjawisko możliwości zmiany barwy długich nut.

Zgodnie z przewidywaniami analogicznie jak w przypadku łagodnego zamykania zaworu atak wykonany przez grającego organistę może być łagodniejszy niż w przypadku sterowania przez interfejs MIDI.



Rys. 1. Przebiegi czasowe generowanych dźwięków (wykonanie przez organistę)



Rys. 2. Przebiegi czasowe generowanych dźwięków (wykonanie za pomocą interfejsu MIDI)

Zwrócić należy uwagę na problem występujący w przypadku dłuższych dźwięków. W obu przypadkach trwają tak samo długo, ale w przypadku sterowania przez MIDI atak jest zdecydowanie szybszy.

Wyniki eksperymentów potwierdziły rozważania teoretyczne. Piszczalka, której zawór jest sterowany poprzez MIDI posiada inne charakterystyki otwarcia i zamknięcia w porównaniu do piszczałki sterowanej przez organistę. Dalsze badania będą miały na celu opracowanie rozwiązań kompensujących te różnice oraz rozwinięcie metod wykorzystywanych w ocenie jakości dźwięku.

W badaniach subiektywnych ocena jakości dźwięku została wykonana przez grupę ekspertów z dziedziny muzyki organowej. Porównali oni jakość dźwięku generowaną przez grającego organistę wraz z dźwiękiem wygenerowanym za pomocą interfejsu midi. Wnioski i obserwację ekspertów potwierdziły opisane wyżej zjawiska.

#### 4 Podsumowanie i dalsze prace

W kolejnych etapach badań zostanie zwrócona uwaga na zjawisko przejścia pomiędzy sąsiednimi dźwiękami. Zbadane zostanie również przejście między dźwiękami oddalonymi. W fazie wybrzmiewania jednego dźwięku rozpocznie się faza nabrzmiewania kolejnego dźwięku. Zostaną wykonane testy dla akordów składających się z kilku nut jednocześnie. Szczególna uwaga zostanie zwrócona na wzajemne oddziaływanie między siłownikami. Jednocześnie doświadczalnie zostaną zbadane ograniczenia szybkości transmisji MIDI

Jednocześnie będą rozwijane prace nad stworzeniem obiektywnej miary jakości dźwięku. Wnikliwa analiza i weryfikacji wpływu sterowania organami za pośrednictwem interfejsu MIDI pozwoli na szereg interesujących rozwiązań. Przykładowo możliwe będzie komponowanie utworów, które nie będą możliwe do zagrania przez człowieka a jedynym ograniczeniem będzie elektromechaniczny system sterowania. Otrzymane wyniki będą pomocne w pracach nad syntezą dźwięku.

#### 5 Literatura

- [1] Bank B., Markus J., Nagy A., *Signal- and Physics-Based Sound Synthesis of Musical Instruments*, Periodica Polytechnica Ser. El. Eng. vol. 47, no. 3–4, s. 269–295
- [2] Chaloupka V., *Parametrization of organ sound*, The Journal of the Acoustical Society of America, vol. 91, Issue 4, s. 2412
- [3] Cemgil A. T., Kappen B., Barber D., *A Generative Model for Music Transcription*, Manuscript, January 19, 2004. s 1-30.

- [4] Czyzewski A., *Automatic identification of sound source position employing neural networks and rough sets*, Pattern Recognition Letters No. 24
- [5] Czyzewski A., Kornacki A., Ody P., *Some Rules and Methods for Creation of Surround Sound*, AES 21ST Conference, St. Petersburg, Russia, 2002 JUNE 1–3
- [6] Disley A. C., Howard D. M., *Spectral correlates of timbral semantics relating to the pipe organ TMH-QPSR*, KTH, Vol. 46, 2004
- [7] Irizarry R. A., *Statistics and Music: Fitting a Local Harmonic Model to Musical Sound Signals*, Ph. D thesis University of California, Berkeley 1998.
- [8] Keiler F., Karadogan C., Zolzer U., *Analysis Of Transient Musical Sounds By Auto-Regressive Modeling*, Proc. of the 6th Int. Conference on Digital Audio Effects (DAFx-03), London, UK, September 8-11, 2003
- [9] Kostek B., *Komputerowe sterowanie trakturą a jakość instrumentu organowego*. Rozprawa doktorska, Politechnika Gdańska, Wydział ETI, 1991
- [10] Kostek B., Czyzewski A., *Representing Musical Instrument Sounds for their Automatic Classification*, Audio Eng. Soc., vol. 49, No. 9, 768-785, 2001
- [11] Martin K. D., Kim Y. E., *Musical instrument identification: A pattern-recognition approach*, The 136<sup>th</sup> meeting of the Acoustical Society of America, October 13, 1998
- [12] Neubauer R., Kostek B., *Prediction of the Reverberation Time in Rectangular Rooms with Non-Uniformly Distributed Sound Absorption*, Archives of Acoustics, vol. 26, No. 3, 183 - 201, 2001
- [13] Nilsson E., *Decay Processes in Rooms with Non-Diffuse Sound Fields Part I: Ceiling Treatment with Absorbing Material*, Building Acoustics, vol. 11 No. 1, 2004, s. 39-59,
- [14] Pykett C. E., *Touch Sensitivity & Transient Effects in Mechanical Action Organs*, Organists' Review, November 1996
- [15] Sztekmiler K., *Podstawy nagłośnienia i realizacji dźwięku*, Centrum Animacji Kultury, Warszawa 2001
- [16] MIDI Resource System™ Tech Spec. Peterson Electro-Musical Products, Inc. 1993 (<http://www.petersontuners.com/index.cfm>)
- [17] Pykett C. E., *MIDI for Organists*, <http://www.pykett.org.uk/>
- [18] Pykett C. E., *Response Speed of Electric Actions*, <http://www.pykett.org.uk/>

## **MIDI INTERFACE IN PIPE ORGAN**

Summary – The aim of the study is to determine the impact of MIDI interface control of pipe organ on sound quality.

Keywords: pipe organ, MIDI, sound quality