

MIDI – CYFROWY INTERFEJS INSTRUMENTÓW MUZYCZNYCH, CZĘŚĆ 3

Skrót MIDI jest prawdopodobnie wszystkim Czytelnikom dobrze znany. Choć kojarzymy go głównie z plikami dźwiękowymi, jego znaczenie w świecie muzyki i sztuki jest nieporównywalnie większe. W niniejszym cyklu artykułów postaramy się przybliżyć standard MIDI od strony technicznej. Po teorii przyjdzie czas na narzędzia, które ułatwiają samodzielną budowę urządzeń wyposażonych w ten interfejs. Na koniec zaprezentujemy układ interfejsowy, który posłuży za bazę w pełni funkcjonalnego instrumentu.



Wiadomości systemowe

Do kategorii wiadomości systemowych należą komunikaty przesyłane poza podziałem kanałowym. Są to wiadomości niezwiązane bezpośrednio z generacją dźwięku, przeznaczone dla

całego systemu urządzeń. Przykładowo, umożliwiają one dostrojenie oscylatorów w syntezatorach, skonfigurowanie sekwencera itp.

Zestawienie wiadomości systemowych przedstawiono w **tab. 7**. Do

komunikatów tych zalicza się również wiadomości specjalne (*System Exclusive*). Ich znaczenie oraz objętość pola informacyjnego są w ogólnym przypadku nieokreślone i zależą od producenta danego urządzenia. Jednak niektóre rozszerzenia MIDI (np. SDS, MTC itd.) wykorzystują komunikaty specjalne do przesyłania danych lub informacji w sposób standaryzowany, o czym dalej.

Wiadomości czasu rzeczywistego

Kolejnymi wiadomościami przesyłanymi z pominięciem mechanizmu kanałowania są komunikaty czasu rzeczywistego. Do kategorii tej należą wiadomości synchronizujące pracę połączonych urządzeń oraz sterujące pracą sekwencerów – krótko opisano je w **tab. 8**. Wszystkie komunikaty tej grupy składają się wyłącznie z bajtu statusu. Należy zauważyć, że dokonywana za ich pomocą synchronizacja ma charakter muzyczny (na daną nutę przypada określona liczba wiadomości zegarowych).

Jak wskazuje nazwa, istotny jest moment, w którym przesyłany jest tego typu komunikat. W związku

Tab. 8. Wiadomości czasu rzeczywistego

Wiadomość	Bajt statusu	Komentarz
zegara muzycznego (timing clock)	0xF8	Przesyłana 24 razy na każdą nutę ćwiartkę, jeśli istnieje taka potrzeba (np. gdy konieczne jest zsynchronizowanie pracy dwóch sekwencerów).
zegara absolutnego (timing tick)	0xF9	Przesyłana co 10 ms, jeśli istnieje taka potrzeba.
odtwarzania utworu (start)	0xFA	Rozpoczyna odtwarzanie wybranego utworu od jego początku. Wybór utworu zachodzi poprzez odpowiednią wiadomość systemową (patrz tabela 7).
kontynuacji utworu (continue)	0xFB	Rozpoczyna odtwarzanie wybranego utworu od miejsca, w którym zostało ono zakończone, lub które zostało wskazane wiadomością zmiany pozycji odtwarzania (patrz tabela 7).
wstrzymania utworu (stop)	0xFC	Wstrzymuje odtwarzanie utworu. Ponowne odtwarzanie może zająć od miejsca zatrzymania utworu za sprawą wiadomości kontynuacji (kod 0xFB) lub od jego początku (0xFA).
aktywnego połączenia (active sensing)	0xFE	Po pierwszym wysłaniu tej wiadomości syntezator będzie oczekiwał jej transmisji przynajmniej raz na 300 ms w stanie nieaktywności interfejsu (gdy żadne inne wiadomości nie będą przesyłane). Jeśli przez czas dłuższy niż 300 ms nie zostanie wysłany żaden komunikat, syntezator powinien wygasić wszystkie wybrzmiewające dźwięki i wyłączyć tryb oczekiwania na wiadomość aktywnego połączenia. Mechanizm ten ma na celu wyłączenie wybrzmiewających dźwięków (stuck notes) w przypadku uszkodzenia połączenia, lecz jest rzadko wykorzystywany.
zerowania urządzeń (reset)	0xFF	Przywraca połączone urządzenia w stan domyślny (tj. taki, jaki mają one po włączeniu zasilania). Wiadomość ta nie powinna być przesyłana automatycznie (w szczególności nie po włączeniu zasilania).

Tab. 7. Wiadomości systemowe

Wiadomość	Bajt statusu	I bajt danych	II bajt danych	Komentarz
Zmiany pozycji odtwarzania utworu (song position pointer)	0xF2	0nnn nnnn n – pozycja w utworze [LSB]	0nnn nnnn n – pozycja w utworze [MSB]	Przesyłana sekwencerowi w celu wyboru miejsca, od którego rozpocznie się odtwarzanie utworu. Pozycja jest określana liczbą nut szesnastek liczonych od początku utworu (każdej szesnastce odpowiada sześć zegarów MIDI). Przesłanie wiadomości nie rozpoczyna odtwarzania.
Wyboru utworu (song select)	0xF3	0mmm mmmm m – numer utworu	[brak]	Przesyłana sekwencerowi w celu wyboru utworu, który ma zostać przygotowany do odtworzenia. Przesłanie wiadomości nie rozpoczyna odtwarzania.
Żądania dostrojenia (tune request)	0xF6	[brak]	[brak]	Praktycznie nieużywany już komunikat, służący dawniej do dostrajania oscylatorów w syntezatorach analogowych.
Specjalna (początek) (system exclusive start)	0xF0	0iii iiiii i – identyfikator producenta	dowolna ilość danych o dowolnym znaczeniu	Rozszerza funkcjonalność interfejsu MIDI. Pierwszy jej bajt powinien stanowić identyfikator producenta sprzętu, przyznany mu przez organizację MMA. Dalsza część może być nieokreślona liczbą danych o dowolnym znaczeniu (próbki brzmień, ustawienia itp.). Wiadomość tę powinien kończyć komunikat końca wiadomości specjalnej (patrz niżej). Choć w ogólności przeznaczenie tego komunikatu jest dowolne (jest on rozumiany tylko w obrębie urządzeń jednego producenta), istnieją tzw. uniwersalne wiadomości specjalne – tabela 9.
specjalna (koniec) (system exclusive end)	0xF7	[brak]	[brak]	Powinna kończyć wiadomość specjalną. Przesłanie innego bajtu statusu również spełnia tę funkcję, lecz nie jest zalecane.
Ćwiartki ramki SMPTE (quarter frame)	0xF1	0nnn dddd n – numer przesyłanej wiadomości (0...7) d – częściowa informacja o czasie	[brak]	Stanowi część protokołu MTC (opis w dalszej części artykułu). Jeśli to konieczne, powinna być przesyłana czterokrotnie (w równych odstępach czasu) w trakcie upływu jednej ramki SMPTE. Bajt danych tej wiadomości stanowi ósmą część informacji o aktualnym czasie SMPTE. Kolejne wiadomości ćwiartki ramki posiadają wyższy numer w części „n” i zawierają kolejne części informacji czasowej w „d”: n=0: d – LSB numeru ramki, n=1: d – MSB numeru ramki, n=2: d – LSB sekund, n=3: d – MSB sekund, n=4: d – LSB minut, n=5: d – MSB minut, n=6: d – LSB godzin, n=7: d – MSB godzin (bit d0) i typ SMPTE (d2 i d1). Jeśli czas jest odmierzany wstecz, kolejność przesyłu wiadomości jest odwracana. Typ SMPTE to informacja o ilości ramek na sekundę – 24 fps (d2d1=00), 25 fps (01), 30 fps z poślizgiem (10) lub 30 fps (11).

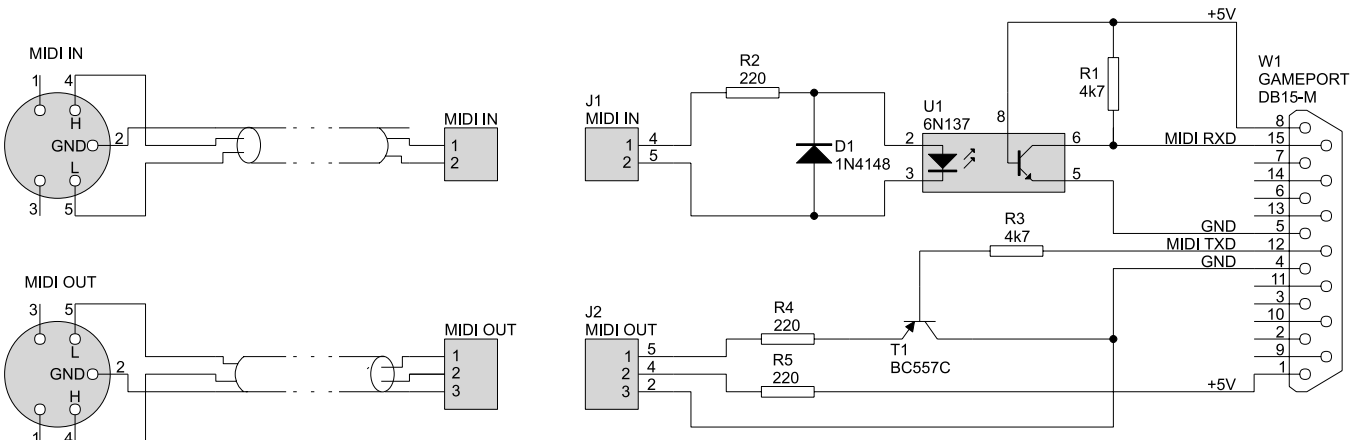
z tym wiadomości czasu rzeczywistego mają specjalne prawa – mogą być „wstrzeliwane” w wiadomości innego typu (dźwiękowe i systemowe). Inaczej rzecz ujmując, jeśli istnieje taka konieczność, wiadomość czasu rzeczywistego może być przesyłana pomiędzy bajtami danych komunikatu innego typu (nie przerywa ona także trybu bieżącego).

Rozszerzenia funkcjonalności

Interfejs MIDI w ogólności nie jest zawiły, ale i jego możliwości nie są bardzo imponujące. Na szczęście w standardzie pozostawiono furtkę dla jego rozszerzeń. Mowa o **wiadomości specjalnej**, należącej do kategorii wiadomości systemowych. Jak już mówiliśmy, wiadomość ta może posiadać dowolne znaczenie i zawartość, musi się ona tylko od-

powiednio rozpoczynać i kończyć (tab. 7). W dalszej części artykułu skupimy się na standaryzowanych rozszerzeniach, które opierają się na komunikatach specjalnych.

Pierwszym bajtem przesyłanym wewnątrz wiadomości specjalnej powinien być identyfikator producenta (*manufacturer's ID*). Powinna go stanowić wartość 1- lub 3-bajtowa (w drugim przypadku pierwszy z trójki baj-



Rys. 5. Schemat konwertera GamePort – MIDI DIN

Tab. 9. Uniwersalne wiadomości specjalne

Wiadomość	Ciąg bajtów	Parametry	Komentarz
blokująca system GM (<i>GM system enable</i>)	0xF0 0x7E param. 1. 0x09 param. 2. 0xF7	1. bajt kanału wiadomości specjalnej (0x00 – 0x7F), 2. bajt informujący o wyłączeniu (0x00) lub włączeniu (0x01) systemu GM.	Umożliwia przełączenie urządzenia w tryb niezgodny z GM, w którym mogą być dostępne dodatkowe banki brzmień.
głośności absolutnej (<i>master volume</i>)	0xF0 0x7F param. 1. 0x04 0x01 param. 2. 0xF7	1. bajt kanału wiadomości specjalnej (0x00 – 0x7F), 2. dwa bajty informujące o głośności (0x0000 – 0x3F).	Umożliwia regulację głośności urządzenia (tj. wszystkich kanałów jednocześnie).
żądania identyfikacji (<i>identity request</i>)	0xF0 0x7E param. 1. 0x06 0x01 0xF7	1. bajt kanału wiadomości specjalnej (0x00 – 0x7F).	Pozwala na zidentyfikowanie sprzętu dołączonego do łańcucha. W wyniku odbioru wiadomości żądania identyfikacji urządzenie powinno odpowiedzieć niżej przedstawionym komunikatem.
odpowiedzi identyfikującej (<i>identity answer</i>)	0xF0 0x7E param. 1. 0x06 0x02 param. 2. 0xF7	1. bajt kanału wiadomości specjalnej (0x00 – 0x7F), 2. dziewięć bajtów identyfikujących urządzenie w następującej kolejności: – bajt identyfikatora producenta, – dwa bajty kodu rodziny, – dwa bajty modelu, – cztery bajty wersji.	Odpowiedź na przedstawiony powyżej komunikat żądania identyfikacji.

tów posiada wartość zerową). Identyfikatory są nadawane przez organizację MMA i – jak łatwo się domyślić – są płatne. Na potrzeby edukacyjne i rozwojowe można wykorzystywać identyfikator o kodzie 0x7D. Jednak jeśli implementujemy wiadomość, co do której mamy pewność, że jest ona stosowana w sprzęcie pewnego producenta, to wykorzystywanie jego identyfikatora jest legalne. Tworzenie nowych typów wiadomości leży jednak wyłącznie w gestii producenta, do którego należy identyfikator, i wiadomości takie mogą mieć (wewnątrz szkieletu wiadomości specjalnej) dowolną postać i przeznaczenie.

Przez wzgląd na popularność niektórych komunikatów specjalnych postanowiono je zestandaryzować, tworząc **uniwersalne wiadomości specjalne**. Przeznaczono dla nich dwa identyfikatory: jeden dla wiadomości krytycznych czasowo – 0x7F (*realtime ID*), drugi dla komunikatów zwykłych – 0x7E (*non-realtime ID*). Bajtem przesyłanym po identyfikatorze powinien być numer kanału (0...127), na którym wiadomość jest przesyłana. Tak więc również tutaj wprowadza się mechanizm kanałowania i to na aż 128 kanałach (urządzenia mogą ignorować wiadomości specjalne, nadawane na kanałach innych niż ich własny). Przy tym kanałowi ostatniemu (o numerze 127) odpowiada adresowanie wszystkich połączonych urządzeń. Koniec

nagłówka wiadomości specjalnej powinny stanowić dwa bajty informujące o znaczeniu wiadomości (*Sub ID bytes*). Podstawowe komunikaty tego typu zebrano w **tab. 9**.

Poza uniwersalnymi komunikatami specjalnymi wprowadzono kilka dodatkowych, znacznie ciekawszych rozszerzeń. Także one opierają się na wiadomościach specjalnych i to ich dotyczyć będzie dalsza część artykułu.

MTC – synchronizacja

Choć podstawowy standard MIDI przewiduje możliwość synchronizacji pracy dwóch urządzeń, to możliwości tego rozwiązania są dość ograniczone. Przy tym synchronizacja zachodzi na płaszczyźnie muzycznej (synchronizacja nut, taktów) a nie czasu bezwzględnego, co nie zawsze bywa wygodne (np. przy współpracy z analogowym sprzętem nagrywającym – odtwarzającym). W elektronicznym świecie sztuki rozpowszechniony jest standard synchronizacji czasu, znany pod skrótem SMPTE (*Society of Motion Picture and Television Engineers*). Postanowiono zaadoptować go dla interfejsu MIDI, a nowemu tworowi nadano nazwę *MIDI Time Code* (MTC).

MTC jest podprotokołem, na którego potrzeby wprowadzona została dodatkowa wiadomość systemowa – **komunikat ćwiartki ramki** (*quarter frame message*). Jego nazwa

wywodzi się stąd, że wiadomość ta przesyłana jest czterokrotnie (w równych odstępach czasu) dla jednej tzw. ramki SMPTE. Jest ona krótka, więc nie zajmuje interfejsu w sposób znaczący, a w jej wnętrzu przesyłane są informacje dotyczące czasu – godziny, minuty, sekundy, numer ramki i liczba ramek na sekundę, co przedstawiono w tab. 7. Proces przesyłu pełnej informacji zajmuje aż osiem wiadomości ćwiartki ramki, gdyż w każdej przesyłana jest jedynie informacja częściowa. Jeśli czas odmierzanym jest wstecz, kolejność przesyłu wiadomości ćwiartki ramki (składających się na pełną informację SMPTE) jest odwracana.

Poza komunikatem ćwiartki ramki istnieją oczywiście inne wiadomości MTC, lecz te zaimplementowano już jako uniwersalne wiadomości specjalne. Najbardziej przydatne zebrano w **tab. 10**.

MTC definiuje pojęcie **zdarzeń**, czyli akcji podejmowanych w wybranej chwili czasu. Chodzi tu przykładowo o sterowanie urządzeniem nagrywającym lub odtwarzającym. Zarządzenie zdarzeniami zachodzi poprzez wiadomość konfiguracji zdarzenia (ostatnia pozycja w tab. 10). Jednym z jej parametrów jest rozkaz, determinujący sposób konfiguracji (kody rozkazów wraz z ich opisami znajdują się w **tab. 11**). Kolejnymi parametrami tego komunikatu są: czas SMPTE, w którym zdarzenie ma zostać wyzwolone, oraz jego numer. Numer zdarzenia służy późniejszej jego identyfikacji, np. przy dalszej konfiguracji lub usuwaniu. Od strony urządzenia podrzędnego mechanizm obsługi zdarzeń można wyobrazić sobie jako przeglądanie chronologicznej tablicy ponumerowanych zadań, które mają być podjęte w określonym momencie. Urządzenie nadrzędne ma prawo zarządzania tą tablicą, tj. może ją modyfikować oraz włączać i wyłączać jej obsługę.

MMC i MSC – sterowanie

Jednymi z ciekawszych – z naszego punktu widzenia – podprotokołów MIDI są: MMC i jego bardziej rozbudowana odmiana – MSC. **MMC** (*MIDI Machine Control*) wykorzystuje się głównie do sterowania urządzeniami takimi, jak magnetofony i dyski twarde, na których utwory mogą być zapisywane lub z nich odtwarzane. **MSC** natomiast (*MIDI Show Control*) to podprotokół wyko-

Tab. 10. Wiadomości specjalne podprotokołu MTC

Wiadomość	Ciąg bajtów	Parametry	Komentarz
pełnej ramki (full frame)	0xF0 0x7F param. 1. 0x01 0x01 param. 2. 0xF7	1. bajt kanału wiadomości specjalnej (0x00 – 0x7F), 2. cztery bajty czasu w formacie SMPTE w następującej kolejności: – godziny (0...12) oraz typ SMPTE, – minuty (0...59), – sekundy (0...59), – ramki (0...29), przy czym bity 6 i 5 bajtu godzin informują o typie SMPTE, tj. ilości ramek na sekundę – 24 fps (b6b5=00), 25 fps (01), 30 fps z poślizgiem (10) lub 30 fps (11).	Przesyłana w celu poinformowania urządzenia podrzędnego o zmianie czasu SMPTE (przy inicjalizacji, przewijaniu itp.).
informacji dodatkowej (user bits)	0xF0 0x7F param. 1. 0x01 0x02 param. 2. param. 3. 0xF7	1. bajt kanału wiadomości specjalnej (0x00 – 0x7F), 2. osiem bajtów z wyzerowaną starszą tetradą (0000 aaaa), w kolejności MSB...LSB, stanowiących informację dodatkową (SMPTE binary group 1...8), 3. bajt w formacie 0000 00ff, gdzie „f” decyduje o formacie informacji dodatkowej (SMPTE group flag bits).	Dostarcza dodatkowej informacji, dotyczącej przykładowo odtwarzanej kasyety. Jej wartość (bity „a”) mogą składać się na 4 znaki ASCII lub 8 cyfr BCD.
informacji o metrum (time signature)	0xF0 0x7F param. 1. 0x03 param. 2. param. 3. param. 4. param. 5. param. 6. 0xF7	1. bajt kanału wiadomości specjalnej (0x00 – 0x7F), 2. równy 0x02, jeśli metrum ma być zmienione natychmiast, lub równy 0x42, jeśli metrum ma być zmienione po zakończeniu bieżącego taktu, 3. bajt informujący o sumarycznej objętości parametrów 4., 5. i 6. (zwykle 0x03), 4. dwa bajty, określające kolejno licznik i mianownik metrum, przy czym mianownik określa się, przesyłając wartość wykładnika liczby 2, 5. bajt określający liczbę nut trzydziestek dwójek, przypadających na 24 zegary MIDI (zwykle 0x08), 6. opcjonalne pary bajtów w formacie parametru 4, stanowiące addytywne składniki metrum.	Dostarcza informacji o aktualnym metrum (4/4, 3/4 itp.).
początku taktu (bar marker)	0xF0 0x7F param. 1. 0x03 0x01 param. 2. 0xF7	1. bajt kanału wiadomości specjalnej (0x00 – 0x7F), 2. dwa bajty określające numer aktualnego taktu, oba w formacie 0nnn nnnn, składające się na wartość 14-bitową ze znakiem (U2), w kolejności LSB–MSB; wartości ujemne oznaczają odliczanie przed rozpoczęciem utworu, maksymalna wartość ujemna – zatrzymanie, a maksymalna wartość dodatnia – odtwarzanie bez rozróżnienia taktów.	Pozwala wprowadzić opóźnienie w odtwarzaniu utworu poprzez nastawę ujemnego numeru taktu lub przyspieszenie przy nastawie numeru dodatniego.
konfiguracji zdarzenia (setup message)	0xF0 0x7F param. 1. 0x04 param. 2. param. 3. param. 4. param. 5. 0xF7	1. bajt kanału wiadomości specjalnej (0x00 – 0x7F), 2. bajt stanowiący kod rozkazu (patrz tabela 11), 3. pięć bajtów określających czas zdarzenia w formacie SMPTE, w następującej kolejności: – godziny (0...12) oraz typ SMPTE, – minuty (0...59), – sekundy (0...59), – ramki (0...29), – setne części ramki (0...99), przy czym typ SMPTE definiuje się jak przy wiadomości pełnej ramki, 4. dwa bajty w formacie 0nnn nnnn, w kolejności LSB...MSB, określające numer zdarzenia. 5. opcjonalna informacja dodatkowa w formacie 0000 aaaa, o nieokreślonej długości, w kolejności LSB...MSB, przesyłana tylko dla wybranych zdarzeń.	Umożliwia konfigurowanie zdarzeń MTC, tj. dodanie informacji o akcji do tablicy zdarzeń. Dostępne rodzaje zdarzeń zostały zebrane w tabeli 11.

Słowniczek

controller – sterownik – „wirtualne pokrętko”, umożliwiające m.in. wywieranie wpływu na sposób syntezy dźwięku (np. nastawa głośności, wybór banku brzmień, przestrajanie tonu itp.)

message – wiadomość, komunikat – pojedynczy pakiet protokołu MIDI; składa się z pewnej liczby bajtów danych (zakres 0...127), poprzedzonych bajtem statusu (128...256), określającym typ wiadomości i jej przeznaczenie

monophony – monofoniczny – zdolny do generowania jednego dźwięku w jednej chwili lub na jednym kanale (dotyczy syntezatora lub trybu działania kanału)

multitimbral – wielobrzmienny – zdolny do generowania wielu dźwięków różnych instrumentów w jednej chwili (dotyczy syntezatorów i samplerów)

patch, program, timbre – brzmienie – sposób syntezy dźwięku; parametryzacji podlegają m.in.: zawartość harmonicznych i kształt obwiedni (dla syntezy FM) lub zbiór

próbek (dla syntezy odtwórczej)

polyphony – polifoniczny – zdolny do generowania wielu dźwięków w jednej chwili lub na jednym kanale (dotyczy syntezatora lub trybu działania kanału)

sampler – sampler – urządzenie syntetyzujące dźwięk w odpowiedzi na komunikaty MIDI na drodze odtwarzania i przetwarzania próbek zapisanych w wewnętrznej pamięci nielotnej

sequencer – sekwencer – urządzenie umożliwiające zapisywanie i odtwarzanie sekwencji MIDI w sposób cyfrowy

sound module – moduł dźwiękowy – sampler lub syntezator

synthesizer – syntezator – urządzenie syntetyzujące dźwięk w odpowiedzi na komunikaty MIDI lub uderzenia klawiszy na drodze syntezy FM (może być wyposażone w klawiaturę muzyczną lub nie)

voice – dźwięk – efekt procesu syntezy dźwięku, przeprowadzanego w odpowiedzi na wiadomość generacji dźwięku

rzystywany do sterowania urządzeniami automatyzującymi przedstawienia (światła, efekty dymne itp.).

Podobnie jak MTC, podprotokoły MMC i MSC definiują dodatkowe uniwersalne wiadomości specjalne. Przy tym każdemu urządzeniu w łańcuchu MIDI przyporządkowywany jest unikalny numer (ID) o 7-bitowej szerokości (sposób kanałowania wiadomości specjalnych). Każda uniwersalna wiadomość specjalna podprotokołu MMC musi zawierać w swym wnętrzu numer urządzenia, do którego jest ona adresowana. Pownownie adresowi najwyższemu (127) odpowiada adresowanie wszystkich urządzeń połączonych w łańcuch.

Najczęściej wykorzystywane rozkazy MMC przedstawiono w **tab. 12**. Ogólna postać wszystkich wiadomości

Tab. 11. Rozkazy MTC (dla wiadomości konfiguracji zdarzenia)

Rozkaz MTC	Kod	Komentarz
Specjalny (special)	0x00	Pozwala na ogólne zarządzanie zdarzeniami. Czas określany przy rozkazie specjalnym (przesyłany jako 3 parametr wiadomości konfiguracji zdarzenia) nie ma znaczenia, poza przypadkiem pierwszym i ostatnim (dla numerów 0x0000 i 0x0005). Numer zdarzenia (przesyłany jako parametr 4) informuje tutaj o rodzaju podejmowanej akcji: 0x0000: time code offset – nastaw względne przesunięcie czasu (powoduje, że czasy w urządzeniu nadrzędnym i podrzędnym są interpretowane wspólnie mimo ich stałego przesunięcia; przesunięcie przesyłane jest jako parametr 3 wiadomości konfiguracji), 0x0001: enable event list – odblokuj funkcję obsługi zdarzeń, 0x0002: disable event list – zablokuj funkcję obsługi zdarzeń, 0x0003: clear event list – zeruj listę zdarzeń, 0x0004: system stop – wyłącz urządzenie podrzędne, 0x0005: event list request – żądaj przesłania listy zaprogramowanych zdarzeń (zostanie ona odesłana w postaci ciągu wiadomości konfiguracji zdarzeń, począwszy od czasu SMPTE określonego we wiadomości żądania).
ustaw punkt początku nagrywania (punch in)	0x01	Pozwalają ustawić lub skasować zdarzenie włączenia lub wyłączenia urządzenia nagrywającego w określonej chwili czasu SMPTE (zależnej od parametru 3 wiadomości konfiguracji). Zdarzeń tego typu można skonfigurować wiele, lecz muszą się one różnić numerem (parametrem 4 wiadomości konfiguracji).
ustaw punkt końca nagrywania (punch out)	0x02	
skasuj punkt początku nagrania (delete punch in)	0x03	
skasuj punkt końca nagrania (delete punch out)	0x04	
ustaw punkt początku akcji (event start)	0x05	Mają podobne znaczenie jak wyżej opisywane, lecz mogą dotyczyć dowolnej akcji (np. odtwarzania). Wiadomość konfiguracji zdarzenia z informacją powinna posiadać dodatkowy parametr 5, który może określać dowolne parametry definiowanego zdarzenia (np. głośność odtwarzania).
ustaw punkt końca akcji (event stop)	0x06	
ustaw punkt początku akcji z informacją (event start with info)	0x07	
ustaw punkt końca akcji z informacją (event stop with info)	0x08	
skasuj punkt początku akcji (delete event start)	0x09	
skasuj punkt końca akcji (delete event stop)	0x0A	
ustaw punkt akcji (cue point)	0x0B	Konfigurują zdarzenia jednorazowe. Ich numer (parametr 4 wiadomości konfiguracji) może określać rodzaj podejmowanej akcji. Wiadomość konfiguracji zdarzenia z informacją powinna posiadać dodatkowy parametr 5, który może określać dowolne parametry definiowanego zdarzenia.
ustaw punkt akcji z informacją (cue point with info)	0x0C	
skasuj punkt akcji (delete cue point)	0x0D	
nadaj nazwę zdarzeniu (event name with info)	0x0E	Pozwala nadać etykietę tekstową zdarzeniu o numerze zgodnym z numerem wiadomości konfigurującej nazwę. Wiadomość konfiguracji powinna posiadać dodatkowy parametr 5, w którym przesyłana powinna być etykieta tekstowa w formacie ASCII rozdzielony na tetrazy (bajty parametru 5 powinny mieć zawsze starszą tetradę wyzerowaną, np. dla „A”=0x41 należy przesłać kolejno 0x01, 0x04).

tego podprotokołu jest następująca:

0xF0, 0x7F, <ID>, 0x06, <rozkaz i parametry z tab. 12>, 0xF7

SDS – transmisja próbek

Współczesne syntezatory posiadają opcję ładowania banków brzmień próbkami dostarczonymi przez użytkownika. Jednym z możliwych mediów transferu jest dyskietka – syntezatory wyposażane są często w odpowiednie stacje. Sposób wolniejszy – choć czasem wygodniejszy – polega na transmisji próbek banku brzmień poprzez interfejs MIDI. Specjalnie w tym celu zdefiniowano protokół SDS.

SDS (*Sample Dump Standard*) jest kolejnym podprotokołem opartym na uniwersalnych wiadomościach specjalnych. Jest on jednak dość skomplikowany (zdefiniowano w nim różne sposoby potwierdeń, kontroli poprawności transmisji, do-

starczania informacji o brzmieniach itd.), a przy tym – z naszego punktu widzenia – mało interesujący. Jego dokładny opis zostaje więc tutaj pominięty, a o alternatywnych źródłach informacji powiemy w dalszej części artykułu.

Standardowe pliki MIDI

Jak już wielokrotnie wspomniano, transmisja MIDI może być nagrywana. Sposób jej zapisu jest standaryzowany, a standard znany jest pod skrótem SMF.

Pliki SMF (*Standard MIDI File*) są zgodne ze standardem IFF (*Interchangeable File Format*). Mają one postać binarną i składają się z tzw. „kawałków” (*chunks*), rozdzielanych nagłówkami. W ich wnętrzu przechowywane są wiadomości MIDI wraz z informacją o czasie ich odbioru, przy czym czas jest odmierzan względnie pomiędzy parami sąsiednich komunikatów. Poza tą oczywistą zawartością, pliki SMF mogą przechowywać wiele informacji dodatkowych. Wymienić można

Akronimy

GM – General MIDI
MIDI – Musical Instrument Digital Interface
MMA – MIDI Manufacturers Association
MMC – MIDI Machine Control
MSC – MIDI Show Control
MTC – Midi Time Code
NRPN – Non-Registered Parameter Number
RPN – Registered Parameter Number

SDS – Sample Dump Standard
SMF – Standard MIDI File
SMPTE – Society of Motion Picture and Television Engineers
SysEx – System Exclusive
VCA – Voltage Controlled Amplifier
VCF – Voltage Controlled Filter
VCO – Voltage Controlled Oscillator

tutaj informacje tekstowe o poszczególnych kanałach, informacje o tempie i takcie, teksty piosenek, próbki brzmień w formacie SDS itp.

Warto wiedzieć również, że pliki SMF występują w różnych formatach i postaciach. Można spotkać rozszerzenia *.smf* oraz *.mid*, ale także *.rmid*. Ostatni rodzaj jest wynalazkiem firmy Microsoft, która stworzyła hybrydę plików SMF i WAVE. Przy tym standardowe pliki SMF dzielą się na trzy formaty, różniące się sposobem organizacji wewnętrznej:

- format 0 - plik z pojedynczą ścieżką utworu (w jej skład mogą wchodzić wiadomości ze wszystkich 16 kanałów),
- format 1 - plik z wieloma ścieżkami utworu, nagrany symultanicznie (np. każdy kanał nagrany w postaci osobnej ścieżki),
- format 2 - plik z wieloma ścieżkami utworu, nagrany osobno (np. kompozycja podzielona na części).

MIDI z punktu widzenia PC

Komputery PC stanowią obecnie jedno z podstawowych ogniw łańcuchów MIDI. Swą mocną pozycję zawdzięczają one dużej elastyczności. Można wykorzystywać je w roli sekwencerów, syntezatorów, klawiatur muzycznych, urządzeń interfejsowych itd. Jedyne, czego potrzeba, to odpowiednie oprogramowanie oraz karta rozszerzeń, port szeregowy typu COM lub odpowiednie urządzenie magistrali *FireWire/USB*.

Karty wyposażające komputer w port MIDI przyjmują różne postacie. W przypadku urządzeń profesjonalnych są to dość skomplikowane urządzenia, wykonujące zadania filtracji, synchronizacji i syntezy w sposób sprzętowy. Choć typowe karty muzyczne - poza podstawową funkcją C/A - również wyposażają komputer w złącze MIDI (a dokładniej - *GamePort* z opcją MIDI), to wszystkie wymienione wcześniej zadania spadają często na barki oprogramowania (karty muzyczne są dla oszczędności maksymalnie upraszczane). Tego rodzaju port MIDI jest odpowiednikiem funkcjonalnym UART-u.

Co ciekawe, pomysł wykorzystania komputera PC pojawił się w bardzo wczesnej fazie rozwoju MIDI. Firma Roland rozpoczęła wówczas produkcję kart rozszerzeń, znanych pod nazwą MPU-401. Do dziś większość kart z interfejsem

Tab. 12. Wiadomości specjalne podprotokołu MMC

Wiadomość	Część rozkazowa	Parametr
zatrzymania (stop)	0x01	[brak]
odtworzenia (play)	0x02	[brak]
opóźnionego odtworzenia (deferred play)	0x03	[brak]
szybkiego przewijania (fast forward)	0x04	[brak]
przewijania (rewind)	0x05	[brak]
rozpoczęcia nagrywania (record strobe / punch in)	0x06	[brak]
zakończenia nagrywania (record exit / punch out)	0x07	[brak]
pauzy (pause)	0x09	[brak]
przewijania do określonego miejsca (goto)	0x44 0x06 0x01 parametr	Pięć bajtów, określających docelowe miejsce przewijania, przedstawionych w postaci czasu SMPTE: 1. godziny (0...12), 2. minuty (0...59), 3. sekundy (0...59), 4. ramki (0...29), 5. typ SMPTE - 24 fps (wartość 0), 25 fps (1), 30 fps z poślizgiem (2) lub 30 fps (3).

MIDI tworzy się w zgodzie z tym standardem. Karta MPU-401 już wtedy posiadała „inteligentny” tryb pracy (sprzętowa synchronizacja, filtracja itp.), z możliwością jego wyłączenia (przejścia w tryb UART).

Możliwości urządzeń współczesnych są oczywiście znacznie większe. Przede wszystkim zwiększono liczbę portów MIDI, a ostatnio wykorzystuje się również medium *FireWire*. Karty z funkcją syntezy dźwięku (samplery) wyposażane są w duże zasoby pamięci RAM i ROM (tzw. *wave table*), w których przechowywane są próbki brzmień.

Obecny rynek oprogramowania pełny jest programów związanych z MIDI - poczynając od odtwarzaczy (np. *Windows Media Player*, *Winamp*), poprzez syntezatory (np. *ZynAddSubFX*), kończąc na sekwencerach i oprogramowaniu, umożliwiającym edycję plików MIDI na poziomie nutowym (np. *Cakewalk*, *Midisoft Studio*). Istnieją również bardziej wyspecjalizowane programy, a ich duża liczba wynika z łatwości tworzenia oprogramowania tego typu. W przypadku systemu Windows, do obsługi interfejsu MIDI stworzone zostały funkcje API wysokiego i niskiego poziomu. Dla przykładu, pojedyncza funkcja pozwala odtworzyć plik w formacie SMF na dołączonych do komputera głośnikach.

Ze względu na fakt, że większość użytkowników komputerów domowych nie potrzebuje wyrafinowanych możliwości MIDI, tańsze

karty muzyczne wyposażane są jedynie w *GamePort*, którego część stanowi interfejs MIDI o poziomach zgodnych z TTL. By wykrzystać tego typu kartę do eksperymentów z MIDI, należy zaopatrzyć się w konwerter z optoizolacją i wyjściem prądowym. Schemat takiego urządzenia przedstawiono na **rys. 5**.

Skąd o MIDI wiedzieć można

Choć organizacja MMA jest odpowiedzialna za rozpowszechnianie aktualnych informacji na temat MIDI, zakres jej działalności obejmuje zrzeszone firmy. Za wersję drukowaną specyfikacji MIDI 1.0 trzeba zapłacić, a jej wersji elektronicznej nie można nigdzie znaleźć. Na witrynie MMA [1] znajduje się jedynie część tej dokumentacji oraz informacje o wybranych rozszerzeniach MIDI.

Szczęśliwie, Sieć pełna jest stron hobbystów i osób na co dzień zajmujących się tą tematyką. Nie trudno więc o opisy standardu MIDI z drugiej ręki zarówno w sieci *web* (np. [2]), jak i *peer-to-peer*.

Rafał Baranowski, EP
Rafal.Baranowski@ep.com.pl

Przydatne adresy internetowe:

[1] <http://www.midi.org> - witryna organizacji MMA

[2] <http://www.borg.com/~jglatt> - obszerny zbiór artykułów na tematy MIDI

[3] <http://www.epanorama.net/links/music.html#midi> - zbiór ciekawych odnośników