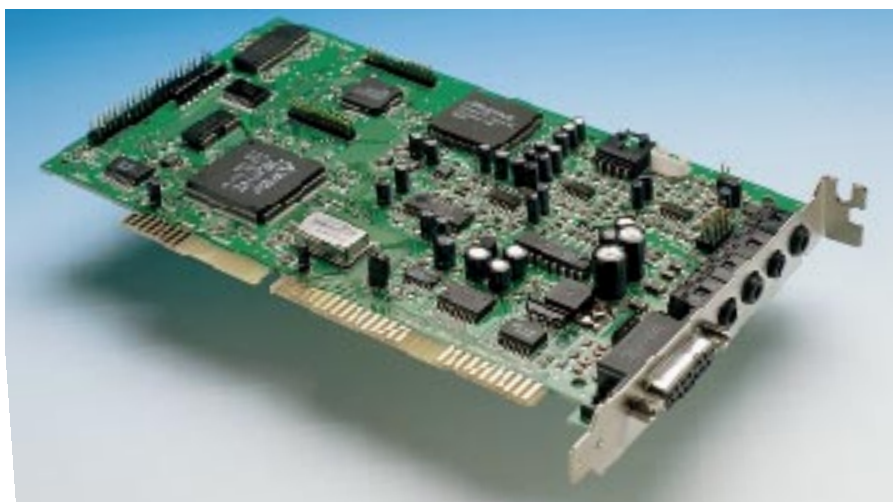


W tym brzęczeniu jest metoda

Coraz więcej sprzedawanych obecnie pecetów posiada kartę dźwiękową. Te niewielkie urządzenia ożywiają bowiem komputerowy świat, dostarczając użytkownikom wielu wrażeń słuchowych. Nowoczesne karty dźwiękowe – w przeciwieństwie do swoich poprzedników współpracujących z magistralą ISA – wykorzystują standard PCI, oferując znacznie większe możliwości pracy.



Wśród producentów kart dźwiękowych, analogicznie do kart graficznych, widać już wyraźną tendencję do rezygnacji ze standardu ISA oraz coraz większe zainteresowanie środowiskiem Windows i funkcjonującymi w nim mechanizmami (np. DirectX).

Do niedawna karty dźwiękowe współpracowały jedynie z magistralą ISA. W dzisiejszych komputerach podstawową szyną danych stała się jednak PCI, a ISA jest instalowana tylko ze względu na zachowanie kompatybilności. W konsekwencji nowe modele kart rozszerzających – a więc także dźwiękowych – będą wkrótce dostępne na rynku tylko w wersji PCI.

PCI – przepustowość danych

Producenci sprzętu długo unikali tej nowej konstrukcji, gdyż w przypadku standardu PCI przy każdym starcie komputera BIOS od nowa przydziela dostępne zasoby systemowe. Mechanizm taki zakłóca – a czasami zupełnie uniemożliwia – pracę starszych programów, np. DOS-owych gier. W sytuacji, gdy na rynku przestały już niemal pojawiać się nowe gry dla DOS-a, producenci hardware'u zdecydowali się wreszcie na

przystosowanie kart dźwiękowych do standardu PCI.

Nowe karty dźwiękowe PCI mają również istotną zaletę, którą nie mogą pochwalić się stare modele ISA. Podczas samplingu procesor komputera potrzebuje około 25 procent mocy obliczeniowej do obsługi magistrali ISA, co często powoduje zniekształcenie generowanego dźwięku. Magistrala PCI jest natomiast standardowo przeznaczona do transmisji dużych ilości danych i w jej przypadku takie problemy nie występują.

Problem kompatybilności

Drugim problemem magistrali ISA jest przydział zasobów systemowych. Wprawdzie większość kart dźwiękowych wykorzystuje już mechanizm *ISA Plug & Play*, ale rozwiązanie to jest dość zawodne i czasami powoduje błędy. W przyszłości wszystkie gry będą jednak funkcjonować nie pod kontrolą DOS-a, lecz przede wszystkim w środowisku Windows, poprzez interfejs DirectX. Programy te będą więc odwoływać się bezpośrednio do okienkowych sterowników, co oznacza, że nowe karty dźwiękowe nie

muszą już być kompatybilne ze starymi standardami.

Nie wiadomo jeszcze, czy dla nowych wersji tanich modeli „noname” powstaną odpowiednie sterowniki dla Windows. W takiej sytuacji pozostaje tylko możliwość wykorzystania jakiegoś trybu emulacji. Jednak wówczas dźwięk generowany przez kartę jest często gorszej jakości niż w przypadku użycia specjalizowanego sterownika.

Karty dźwiękowe ISA i PCI generują dźwięk dwiema różnymi metodami. W pierwszym przypadku karta generuje dźwięki elektronicznie; jest to tzw. synteza modulacji częstotliwości (FM). Dźwięki powstają w wyniku odpowiedniego zaprogramowania generatorów falowych, modulatorów i filtrów. Technika ta przypomina sposób działania muzycznego syntezatora.

W metodzie alternatywnej karta dźwiękowa przypomina raczej magnetofon. Muzyka oraz inne dźwięki zostały bowiem w specjalnym studiu nagrane na pecetce i zdigitalizowane; mówimy wówczas o tzw. samplingu. Zadaniem karty dźwiękowej polega na ponownym przekształceniu tych zapisanych cyfrowo danych na słyszalne sygnały.

O ile przed 10 laty pierwsza karta dźwiękowa AdLib mogła generować tylko muzykę syntetyczną, o tyle już model Sound Blaster 1.0 firmy Creative Labs był w stanie korzystać z obu technik. Dzięki temu można było słuchać jednocześnie zarówno gotowych dźwięków generowanych przez grę, jak i dodatkowego podkładu muzycznego.

Aby ucho ludzkie mogło usłyszeć dźwięk, sygnał cyfrowy musi najpierw zostać przekształcony na analogowy, generujący bezpośrednio akustyczne drgania. Zadanie to wykonuje specjalny przetwornik cyfrowo-analogowy. W celu rejestracji dźwięków na karcie umieszczony jest także drugi przetwornik, analogowo-cyfrowy, który wykonuje zadanie odwrotne.

Sampling klasy hi-fi

Pojęciem sampling określa się digitalizację fragmentów dźwiękowych. Decydujący wpływ na jakość nagrania ma rozdzielczość digitalizacji. Starsze karty zapisują dźwięk w trybie 8-bitowym, co pozwala na rozróżnienie tylko 256 różnych wartości dźwięku.

Z uwagi na fakt, że taki zakres jest zbyt mały, by uzyskać dobrą jakość, nowsze karty pracują już z rozdzielczością 16-bitową. W przypadku nagrań stereofonicznych każdy pojedynczy dźwięk (sample) jest więc zapisywany na 4 bajtach. Takie rozwiązanie pozwala na rozróżnienie 65 536 różnych wartości dla każdego kanału stereo, dzięki czemu generowany dźwięk ma już naturalne brzmienie o jakości hi-fi.

Równie istotna jest szybkość próbkowania (samplingu), czyli częstotliwość, z jaką generowane są kolejne 16-bitowe sekwencje. Im częściej jest próbkowany oryginalny dźwięk, tym wyższa jest jakość uzyskiwanego nagrania. Częstotliwość samplingu rzędu 8 kHz odpowiada w przybliżeniu poziomowi jakości rozmowy telefonicznej, natomiast do uzyskania jakości płyty CD potrzebna jest częstotliwość 44 kHz. W przypadku nagrań stereofonicznych objętość zapisywanych danych ulega podwojeniu. Jednominutowe nagranie klasy hi-fi bez kompresji danych zajmuje więc na twardym dysku ponad 10 megabajtów (44 000 × 4 bajty × 60 sekund). Jeszcze większą objętość mają dane uzyskane w wyniku miksowania (mieszania) próbek.

Niektóre gry oferują możliwość definiowania kilku różnych dźwięków. Dzięki temu można np. słuchać podczas gry odgłosów pięciu przeciwników jednocześnie. Zadania tego nie wykonuje jednak karta dźwiękowa, lecz procesor komputera, co często negatywnie wpływa na płynność działania samej gry. Maksymalną liczbę dostępnych głosów warto więc wykorzystywać tylko na bardzo szybkich komputerach (np. klasy Pentium II).

Syntezytor: muzyka matematyczna

Karty muzyczne nie tylko nagrywają i odtwarzają gotowe dźwięki, lecz również tworzą je samodzielnie za pomocą syntezy FM (modulacji częstotliwości). Pierwszym

podstawy

Słowniczek pojęć

Częstotliwość próbkowania – określa, ile razy w ciągu sekundy jest próbkowany oryginalny dźwięk

Rozdzielczość próbkowania – definiuje dokładność procedury samplingu

Dolby Surround Pro Logic – technika generowania dźwięku przestrzennego, wymagająca użycia czterech kanałów i pięciu głośników

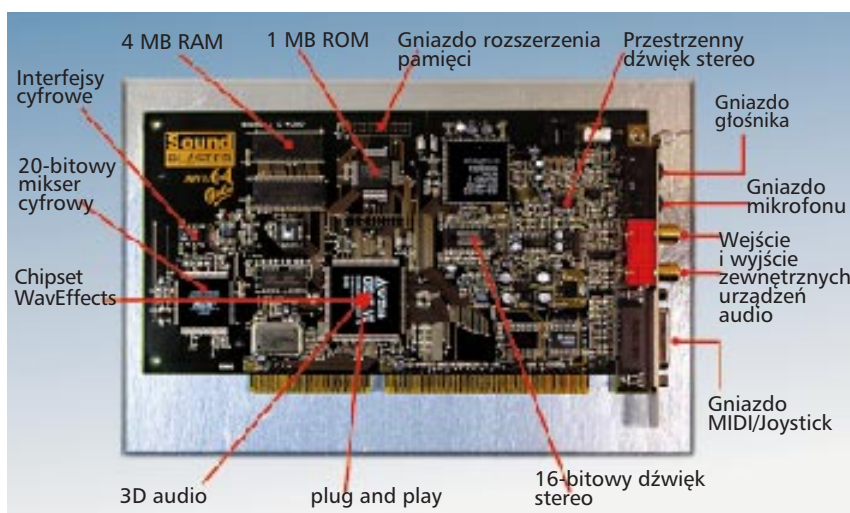
Synteza FM – metoda tworzenia dźwięków za pomocą nakładania na siebie elektronicznie generowanych fal

Sampling – digitalizacja analogowych sygnałów audio

Pełny duplex – możliwość jednoczesnego nagrywania i odtwarzania dźwięku

WAV – stosowany w Windows format plików utworzonych w wyniku samplingu

Wavetable – alternatywna wobec syntezy FM metoda sztucznego generowania dźwięku; krótkie próbki brzmienia poszczególnych instrumentów muzycznych są tu przeliczane na dźwięki odpowiedniej wysokości i długości



Budowa karty dźwiękowej na przykładzie modelu Sound Blaster AWE 64 firmy Creative Labs

chipem muzycznym wykorzystującym syntezę FM był układ OPL2 firmy Yamaha. Chip ten nie był przeznaczony dla komputerów, lecz – podobnie jak OPL1 – został opracowany pod kątem organów elektronicznych. Gdy jednak model OPL2 odniósł ogromny sukces rynkowy, firma Yamaha skonstruowała specjalnie dla kart dźwiękowych kolejny układ – OPL3.

Początkowo na rynku dostępne były tylko dwa chipy FM (OPL 2 i 3), ale w 1995 patent na syntezę modulacji częstotliwości uległ przedawnieniu. Od tego czasu na kartach dźwiękowych instaluje się różne chipy, w większości kompatybilne z OPL3, a więc również ze standardem Sound Blaster. Wszystkie układy FM działają na tej samej zasadzie: za pomocą prostych funkcji matematycznych generują krzywe drgań, które tylko w przybliżeniu imitują działanie oryginalnych instrumentów muzycznych. W każdym przypadku umożliwiają jednak odtwarzanie plików MIDI. Pliki te – podobnie jak tradycyjna ▶ 84

technologie

Synteza WT (wavetable)

Poza pamięcią ROM zawierającą próbki brzmienia instrumentów większość kart wavetable ma również obszar RAM, wykorzystywany do przetwarzania muzyki. Pamięć roboczą – zwykle od 128 KB do 4 MB – przeważnie można rozbudowywać odpowiednimi modułami. Poszczególne próbki instrumentów są zapisane w pamięci ROM w ściśle określonym formacie. Z każdym dźwiękiem związany jest nagłówek o długości 94 bitów, który zawiera adres próbki. W tym miejscu zapisane są również takie parametry, jak szybkość odtwarzania czy wartości vibrato i tremolo. W nagłówku znajdziemy też instrukcje do przetwarzania krzywej dźwięku.

Krzywą tę (znaną również pod nazwą ADSR) można wyznaczyć za pomocą czterech matematycznych parametrów opisujących jej kształt: attack, decay, sustain i release. Aby odtworzyć np.

brzmienie gitary, karta muzyczna kopiuje dźwięk tego instrumentu z pamięci ROM do RAM, a następnie przetwarza go w miarę potrzeb. W pamięci roboczej chip OPL4 oblicza wysokość dźwięku i dołącza dodatkowe efekty (np. pogłos czy wibrację). Jeśli potrzebne są jeszcze inne efekty specjalne, umieszczony w chipie generator ADSR odpowiednio przetwarza krzywą dźwięku.

Idealne brzmienie można byłoby uzyskać wtedy, gdyby w pamięci karty zostały zapisane wszystkie dźwięki instrumentu. Z uwagi na fakt, że ze względów finansowych jest to praktycznie niemożliwe, w rzeczywistości wykorzystuje się tylko wybrane próbki niektórych instrumentów. Instrumenty strunowe (np. skrzypce lub harfa) są więc reprezentowane przez cztery próbki, natomiast takie odgłosy, jak gwizdy lub klaskanie posiadają tylko pojedyncze wzorce.

partytura – zawierają bowiem tylko opisy dźwięków, instrumentów i efektów, a nie autentyczne dźwięki.

Standard MIDI (*Musical Instruments Digital Interface*) określa sposób komunikacji pomiędzy instrumentami elektronicznymi. Początkowo definicja ta dotyczyła tylko konstrukcji interfejsu, natomiast nie określała, jakie instrumenty mogą z niego korzystać. Dopiero wprowadzony przez firmę Roland standard *General MIDI* przypisał odpowiednie numery 128 instrumentom i 46 dźwiękom perkusji. Wcześniej nie można było mieć żadnej pewności, że plik MIDI będzie brzmieć tak samo na różnych instrumentach. Po pewnym czasie standard GM został rozszerzony o dodatkowe specyfikacje *General Synthesizer* (GS) i *eXtended General MIDI* (XG).

Wavetable: prosty sposób na uzyskanie naturalnego dźwięku

Z uwagi na sztuczne brzmienie generowanych dźwięków synteza FM nie nadaje się do zastosowań profesjonalnych. Z tego też względu producenci sprzętu opracowali technikę syntezy wavetable (WT), znanej

też pod nazwą PCM (*Pulse Code Modulation*) lub AWM (*Advanced Wave Memory*).

Zasada działania syntezy WT jest bardzo prosta. W celu uzyskania np. brzmienia gitary chip muzyczny nie generuje sztucznego dźwięku, lecz odtwarza oryginalny dźwięk instrumentu, nagrany wcześniej w studiu.

W praktyce nie ma jednak możliwości zapisania w pamięci wszystkich dźwięków generowanych przez 128 instrumentów MIDI. Chip muzyczny musi więc często obliczać wysokość i długość dźwięków na podstawie wzorcowych próbek. Z zadaniem tym poszczególne karty wavetable radzą sobie bardzo różnie. W niektórych modelach można np. uzyskać lepsze brzmienie instrumentów smyczkowych, w innych – instrumentów dętych. Naprawdę dobre brzmienie dla wszystkich odmian muzyki oferują jak dotąd tylko drogie karty profesjonalne (w cenie od 800–1000 zł wwyż).

Szczególnym rodzajem kart muzycznych są modele FM wyposażone w opcję wave. Także i w tej dziedzinie autorem obowiązującego standardu jest firma Creative Labs. To właśnie model

Waveblaster był pierwszą na rynku kartą, która dzięki dodatkowemu złączu umożliwiała dołączenie modułu Wave.

Trzy niezbędne zasoby

Pojawienie się na rynku kart dźwiękowych zapoczątkowało epokę multimediiów. Producenci tego typu kart często tak projektują swoje modele, aby pełniły one również funkcję interfejsu dla innych urządzeń. Z tego względu port joysticka – z przyczyn oszczędnościowych – zawiera jednocześnie interfejs MIDI. Za pośrednictwem odpowiedniego adaptera do portu można podłączyć zewnętrzną muzyczną klawiaturę lub syntezator. Niektóre karty dysponują również dodatkowym złączem napędu CD-ROM.

Do komunikacji z pecetem każda karta dźwiękowa potrzebuje co najmniej trzech zasobów: adresu I/O, przerwania oraz kanału DMA. Za pomocą adresu I/O komputer kontaktuje się z kartą, gdy chce jej przekazać rozkazy. Z kolei karta zgłasza pecetowi potrzebę przesłania danych poprzez odpowiednie przerwanie.

Ponadto każdy komputer jest wyposażony w specjalny układ, który kartom rozszerzającym ISA zapewnia dostęp do pamięci roboczej bez pośrednictwa procesora. Mechanizm ten nosi nazwę *Direct Memory Access* (DMA).

Istnieje łącznie osiem kanałów DMA, z których tylko jeden lub dwa są zwykle wykorzystywane przez karty dźwiękowe. Gdy łączność pomiędzy kartą dźwiękową, pecetem i systemem Windows przebiega prawidłowo, użytkownik może w ogóle nie znać szczegółów tej komunikacji.

oprac. Tomasz Czarniecki (jf)

info

Internet

Adresy najważniejszych producentów kart dźwiękowych:

Creative Labs

<http://www.creat.com/>

Guillemot

<http://www.guillemot.com/>

Aztech

<http://www.aztech.com/>

Yamaha

<http://www.yamaha.com/>