

Comtech – wyzwania techniczne i ciekawostki

Przygoda z CP/M

Początki, jak zwykle, nie były łatwe. Jednym z pierwszych wyzwań było zapewnienie narzędzi i środowiska pracy dla zespołu specjalistów spółdzielni. Zaczęliśmy od wyprodukowania na własne potrzeby komputerów z procesorem Z80 działających w systemie CP/M. Przy współpracy z zewnętrznymi kooperantami biegłymi w sprowadzaniu układów scalonych z Taiwanu (to był rok 1985), powstała konstrukcja wykorzystująca nowoczesny jak na tamte czasy procesor Z80, najnowsze dyski 5.25" i system CP/M. Wyprodukowaliśmy kilkanaście takich komputerów na potrzeby własne i służyły jeszcze przez lata do realizacji projektów, do czasu, kiedy nie zostały zastąpione przez PC.

Spectravideo

Zaprzyjaźniona z Comtech firma Prosystem z Wiednia wprowadziła na polski rynek komputery Spectravideo SVI.738, zgodne ze standardem MSX, z systemem CP/M 2.2. Czasy zastosowań w biznesie komputerów wykorzystujących 8-bitowe procesory Intel 8080 i Zilog Z80 kończyły się. Powstał problem, jak zwiększyć zapotrzebowanie na komputery słabsze niż IBM PC, a do tego za drogie jak na prywatny rynek graczy, zajęty przez Commodore 64 czy ZX Spectrum.



Rozwiązaniem tego problemu miało być zastosowanie komputera, jako terminala do systemów wielodostępowych. Pomysł okazał się dobry, ale jak zwykle diabeł tkwił w szczegółach. W konstrukcji tego komputera BIOS znajdował się w ROM i był nieaktualizowany. Komputer był wyposażony w port szeregowy RS-232, ale obsługa portu zapisana w ROM nie pozwalała na osiągnięcie większej prędkości transmisji niż 300Bd

czyli prędkości teleksu. Weryfikacja zastosowania tego komputera, jako terminala wypadła mocno blado, bo już wtedy nikt nie zaakceptowałby tak długiego oczekiwania na jedną linijkę tekstu. Rozwiązanie problemu, które zastosowaliśmy, było technicznie nietuzinkowe. Wykorzystaliśmy slot dodatkowej pamięci (Cardridge slot). W pamięci zapisaliśmy oprogramowanie przejmujące sterowanie BIOS. Obsługa części przerwań przez BIOS była przepisywana na stos wraz z modyfikacją

	Slot 0	Slot 1	Slot 2
Bank C000h-FFFFh			
Bank 8000h-BFFFh			
Bank 4000h-7FFFh	Main-ROM	64kB RAM	Cartridge Slot
Bank 0000h-3FFFh			

pozwalającą na wykorzystanie pełnej prędkości transmisji 9600Bd, a nawet 19200Bd, czyli 64 razy szybciej niż komputer bez tego usprawnienia. Ponieważ czasy były sprzed uświadomienia praw autorskich, a standardy MSX i CP/M sprzyjały „wymianie” i „pożyczaniu” oprogramowania, po to żeby program było trudniej skopiować, kod był

generowany „w biegu” na stosie i był tak zakodowany, że był niewidoczny dla kogoś, kto rozebrał Cartridge i odczytał pamięć EPROM.

SC-24 ... the quick brown fox jumped over the lazy dogs 01234567890...

Komputery PDP-11 były na przełomie lat 70 i 80 popularne w RWPG, szczególnie w ZSRR, gdzie opanowano produkcję klonów tego amerykańskiego minikomputera. W Fabryce Mierników i Komputerów ERA powstawało kilka wersji klonów 16-bitowych komputerów PDP-11/40 z 18-bitową szyną adresową. Pamiętajmy też, że pierwsza wersja gry Tetris powstała właśnie na sowieckim klonie PDP-11. Powiększająca się liczba instalacji i zastosowań tych uniwersalnych minikomputerów oraz presja powstającego rynku IBM PC XT z ogromną (sic!) jak na te czasy pamięcią do 640KB, dawały szansę na ciekawy rynek zbytu. Tak w Comtech powstał projekt rozszerzenia 18-bitowej szyny adresowej PDP-11/40 do 22 bitów i uzyskanie zgodności z nowszą o 8 lat w porównaniu do PDP-11/40 konstrukcją PDP-11/24. W konsekwencji komputer byłby w stanie wykorzystać zamiast maksymalnie 256KB pamięci (które wtedy ważyły pewnie nie mniej kilogramów) aż do 4MB. Konstrukcja konwertera SC-24 (taką miał nazwę handlową bo konwertował SM4 na PDP-11/24) składała się z dwóch zasadniczych części – modyfikacji pakietu sterowania pamięcią w procesorze i umieszczonych w odrębnej kasce pakietach zarządzania pamięcią, sterowania pamięcią i jednym lub dwoma nośnikami pamięci po 2MB każdy.

Jako nośniki zostały wykorzystane najnowsze układy pamięci dynamicznych 256kb sprowadzane poprzez prywatny import z dalekiego wschodu. Realne zastosowanie tych pamięci zweryfikowało ich katalogowe parametry i konieczne było przeprojektowanie prototypu sterowania tak, żeby pamięć działała stabilnie, a w firmowym (czyli Digital Equipment Co.) teście pamięci pojawiał się wydruk:

.....the quick brown fox jumped over the lazy dogs 01234567890 ...

co świadczyło, że pamięć działa poprawnie, bo firmowy test był zaskakująco skuteczny w wykrywaniu błędów.

Duża pamięć przy SM4 dawała znaczące przyspieszenie działania całego system i wszystkich aplikacji, szczególnie po zastosowaniu ram-dysku.

Ram-dysk CT-RD czyli jak przyspieszyć 3-krotnie działanie komputera SM4

Zespół Comtech, na tle innych zespołów technicznych zajmujących się komputerami PDP-11 i ich klonami SM4, wyróżniał się dogłębną znajomością i zrozumieniem konstrukcji jądra systemu RSX-11, sposobu jego działania, zarządzania pamięcią i urządzeniami. Kiedy pracowaliśmy nad oprogramowaniem nowego drajwera do urządzenia podłączanego do SM4 wpadł mi w ręce podręcznik o tym, jak dołączać do systemu nowe urządzenia, napisany przez autora systemu RSX-11 R.Stamerjohna, z dedykacją dla 200 programistów w świecie, którzy rozumieją o chodzi w jądrze systemu RSX-11. Miło mi było, bo dedykacja dotyczyła naszego zespołu.

Pierwsza instalacja naszego konwertera SC-24 i rozszerzenia pamięci SM4 do 2MB komputera SM4 zainstalowanego w Politechnice Warszawskiej na Wydziale Elektroniki, pozwoliła zebrać doświadczenia i skonkludować, że 2MB to aż za dużo do dotychczasowych zastosowań. Wtedy powstał pomysł, żeby wykorzystać dużą przestrzeń pamięci na dysk roboczy – ram-dysk. Opracowany został drajwer ram-dysku, który był dołączany do systemu operacyjnego RSX-11 3.2 w procesie generacji SysGen w naturalny sposób, jak każde inne standardowe urządzenie obsługiwane przez system. Użytkownik mógł sterować jaką część pamięci chce wykorzystać na ram-dysk, a jaką na

pamięć systemu. Zadanie było ambitne bo komputer z 16-bitowym słowem adresował 4MB pamięci czyli 22 bity adresowe przy pomocy modułu zarządzania pamięcią, co wymagało pełnej kontroli i przełączania adresów na kolejne banki pamięci. Każdy błąd w tym obszarze powodował, że system kończył swoje działanie komunikatem na konsoli:

...Died in disgrace ...

Nasze rozwiązanie było na tyle nowatorskie, że znalazło się w oficjalnym katalogu rozwiązań Digital Equipment Corporation w 1986r, a przy odpowiednim wykorzystaniu ram-dysku przetwarzanie danych w systemie przyspieszało 2-3 krotnie. Pojawienie się ram-dysku w katalogu DEC spowodowało zainteresowanie kontrahentów z zagranicy. Sprzedaliśmy rozwiązanie do holenderskiego wydawnictwa wykorzystującego oryginalny PDP-11. Oczywiście żaden z nośników nagranych w Warszawie nie czytał się w Holandii, więc wdrożenie ram-dysku wymagało przepisania kodu w assemblerze z wydruku, ale co to za problem dla polskiego inżyniera.

Dyski CT-DQ czyli kiedy mamy więcej pamięci przetwarzamy więcej danych

PDP-11/40 to konstrukcja DEC z 1973r. Sowieckie klony powstały kilka lat później i były produkowane jeszcze w późnych latach 80tych. FMIK ERA produkowała SM4 z dyskami 5MB na dwóch talerzach, z czego jeden był wymienny. Była to konstrukcja z początku lat 70tych na licencji CDC 9425 produkowana pod kodem Mera 9450. Dyski te, obok pamięci, stanowiły istotne wąskie gardło zastosowań komputerów SM4. Jako rozwiązanie, zespół Comtech zaproponował opracowanie własnego kontrolera dyskowego CT-DQ, opartego na procesorze Z80, podłączanego bezpośrednio do szyny Unibus. Kontroler mógł sterować dyskami winchester dowolnej wielkości. W ofercie najczęściej były to 20MB i 190MB, oczywiście sprowadzane z Singapuru i Taiwanu w ramach prywatnego importu.

Dzięki wiedzy o jądrze systemu RSX-11, nasz kontroler dyskowy CT-DQ był podłączany do systemu operacyjnego w naturalny sposób, jak każdy inny kontroler dyskowy w procesie SysGen. Ponieważ kontroler nie „udawał” innego, oryginalnego kontrolera firmy DEC, więc nie musiał dostosowywać się do nienaturalnych protokołów komunikacji i różnych rozmiarów dysków. Użytkownik miał do dyspozycji całą przestrzeń oferowaną przez podłączony dysk Winchester, a że kontroler nic nie „udawał” jego wydajność była znacząco większa niż innych tego typu konstrukcji dostępnych na rynku.

Do podobnej konstrukcji kontrolerów podłączyliśmy dyskietki 5.25” i 3.5”, interfejsy RS-232 do terminali, interfejs równoległy do drukarek, multiplekser 8 – kanałowy, pamięć kasetową. Jedną z ostatnich konstrukcji jaka powstała w Comtech był uniwersalny kontroler urządzeń wykorzystujący interfejs SCSI. Była to innowacja na skalę europejską bo pierwsze kontrolery SCSI były sprowadzane specjalnie na nasze zamówienie z Singapuru bo w Europie ten standard był jeszcze nieznan. Zastosowanie SCSI pozwalało na podłączenie do 8 dowolnych urządzeń do jednego kontrolera.

CT-CS czyli własny minikomputer

Zwieńczeniem prac zespołu Comtech nad opracowaniem pamięci operacyjnej, kontrolerów urządzeń peryferyjnych i dysków była konstrukcja własnego minikomputera CT-CS. Komputer

wykorzystywał wszystkie opracowane przez Comtech rozwiązania i sowiecki procesor CM1300.01. W procesorze rozszerzana była szyna adresowa z 18 do 22 bitów, pamięć do 4MB, dyski do 190MB.

Oryginalny PDP-11 był umieszczony w kilku 19" szafach, ten poniżej na zdjęciu, stoi w muzeum pod Waszyngtonem:



Nasz komputer CT-CS był umieszczony w zgrabnej, eleganckiej szafie w kolorze „starego złota”, która wzbudzała sensację podczas targów komputerowych, „dlaczego ten PC jest taki duży?”. Na zdjęciu, z lewej strony widać fragment szafy, w której mieścił się procesor, pamięć, dyski, zasilacz.



Jak na lata 80te ambitna konstrukcja i poważnej mocy minikomputer, tyle że zaczęła się już era PC.

Ekspansja światowa

Krajowy rynek był za ciasny dla ambitnego zespołu Comtech, więc kiedy tylko nasze konstrukcje uzyskały wersję produkcyjną ruszyliśmy zagranicę. Testy kontrolera dyskowego odbyły się w ZSRR m.in. w Żelieznodoroznym Instytucie w Moskwie, a interesowali się nim również Chorwaci, Słoweńcy i Słowacy. Wszyscy docenili parametry techniczne i wydajność naszych rozwiązań, ale nie pamiętam, żebyśmy wyszli poza fazę testów. W bloku wschodnim wymiana odbywała się w rublu transferowym, a o ew. transakcjach nie decydowała wola kupującego i sprzedającego.

Komputery 32-bitowe

Rzeczywistość technologii i ekspansja klonów 16-bitowych IBM PC spowodowały, że jako naturalny kierunek rozwoju naszych konstrukcji obrano VAX, 32-bitowy minikomputer produkowany przez DEC. Do testów został zakupiony MicroVAX z systemem operacyjnym VMS. Zakup 32-bitowego komputera omijał ograniczenia COCOM, którym podlegał cały blok wschodni.



MicroVAX był umieszczony w niewielkiej szafie w obowiązkowym wówczas dla obudów komputerów szarym kolorze. Procesor mieścił się w jednym układzie scalonym i nie obsługiwał operacji zmiennoprzecinkowych, bo te były zastrzeżone dla dużych komputerów VAX serii „7”. Operacje zmiennoprzecinkowe, na łańcuchach znaków i dziesiętne były realizowane programowo. Ograniczona lista instrukcji, skalarna architektura, możliwość wykorzystania szyny Unibus znanej z PDP-11 i kontrolerów urządzeń, które posiadaliśmy zainspirowały nas do zaprojektowania własnego procesora, kłona MicroVAX. Do realizacji tego przedsięwzięcia chcieliśmy wykorzystać 32-bitowy mikroprocesor o architekturze RISC AMD29000. Instrukcje MicroVAX miały być zaprogramowane w mikro-kodzie AMD29000. Liczyliśmy też, że w rodzinie RISC 29000 firma AMD wyprodukuje procesor zmiennoprzecinkowy, którego zastosowanie pozwoli nam zwiększyć moc obliczeniową komputera. Cały projekt był bardzo ambitny, nawet udało się nam kupić do testów procesory ADM29000, oczywiście omijając restrykcje COCOM, ale własna wersja komputera VAX nie wyszła poza fazę projektową.

Opracował z pamięci: Jan Szymanowski

29.11.2018







