

1 Komputer z zewnątrz: klawiatury, monitory i grafika.

Dla przeciętnego użytkownika „komputer” to przede wszystkim te elementy całego systemu, z którymi styka się na codzień. Myśląc o komputerach zwracamy głównie uwagę na ich możliwości obliczeniowe, szybkość i wielkość pamięci. W tym rozdziale omówię podstawowe elementy, z którymi mamy do czynienia pracując z każdym systemem komputerowym: jest to klawiatura oraz grafika, która zależna jest od karty graficznej i monitora. Właśnie te elementy decydują często o komforcie pracy z komputerem.

1.1 Klawiatury

Pierwszym elementem systemu komputerowego, z którym spotyka się użytkownik, jest klawiatura. Jeśli z komputera korzystamy rzadko nie ma ona większego znaczenia, jeśli jednak spędzamy przy nim kilka godzin dziennie wybór klawiatury jest ważny. Nawet w starych komputerach centralnych użytkownicy, chociaż nie mieli okazji używać klawiatur do bezpośredniej komunikacji z maszyną, używali klawiatur do dziurkowania kart lub taśmy perforowanej. Dopiero całkiem niedawno pojawienie się nowej klasy komputerów, penbooków, umożliwiło komunikację z komputerem przy pomocy pióra zamiast klawiatury. Z klawiatury pozwalają również zrezygnować komputery sterowane głosem. Jednak prawie wszystkie istniejące obecnie komputery i terminale używają do wprowadzania danych i poleceń klawiatur a sprawna praca z komputerem wymaga przede wszystkim umiejętności pisania na maszynie. Nie wydaje się, by sytuacja ta uległa zmianie w dającej się przewidzieć przyszłości.

Klawiatury są wymiennymi, osobnymi urządzeniami wyposażonymi we własne obwody scalone pozwalające kontrolować sposób generowania sygnałów wysyłanych do komputera. W nielicznych przypadkach klawiatury wbudowane są w jedną obudowę z resztą komputera. Klawiatury określa się czasem jako **alfanumeryczne**, gdyż oprócz znaków alfabetu mają oczywiście cyfry, nie to jednak różni klawiatury komputerów od klawiatur maszyn do pisania. Komputery oprócz znaków alfanumerycznych wykorzystują jeszcze kilka dodatkowych znaków sterujących, takich jak klawisze funkcyjne, których jest najczęściej 10-12 lub klawisze kontrolne, **Alt**, **Ctrl**, **Macro** lub inne, w zależności od systemu komputerowego.

Klawiatury pozwalają nam wprowadzać do komputera znaki, które mogą być różnie zinterpretowane przez aktualnie działający program, w różny sposób wyświetlane na monitorze i jeszcze inaczej drukowane. Kombinacje klawiszy, mające dobrze określone znaczenie w danej wersji programu, mogą zmienić swoją funkcję w innych programach lub w nowszych wersjach tego samego programu. Najczęściej nie ma kłopotów z literami alfabetu łacińskiego i cyframi - są one zarówno pokazywane na ekranie jak i drukowane jako odpowiednie litery lub cyfry - ale już interpretacja takich znaków jak strzałki przesuwające kursor na ekranie czy klawisze *Home* lub *End* przesuwające kursor do początku lub końca wiersza w niektórych systemach (np. na terminalach komputerów pracujących pod kontrolą systemu operacyjnego Unix) bywa bardzo denerwująca. Zamiast przesunięcia się kursora na ekranie pojawić się może cała seria dziwnych znaczków. Niestety, nie w każdym systemie komputerowym współdziałanie klawiatury z oprogramowaniem systemowym jest równie proste jak dla komputerów osobistych, chociaż i dla nich tak wydawałoby się proste sprawy jak ustalenie położenia dodatkowych liter (np. polskich liter ą,ę,ć,ł,ń,ó,ż,ź) urasta do rangi problemu ciągnącego się latami.

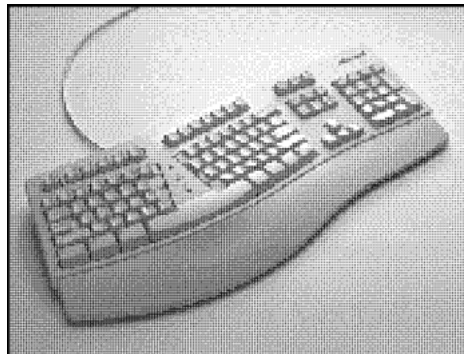
Najczęściej spotyka się w Polsce dwa układy klawiatur, różniące się kolejnością liter w górnym rzędzie. W krajach angielskojęzycznych są to klawisze **QWERTY**, w krajach niemieckojęzycznych **QWERTZ**. Klawisze symboli specjalnych i znaków narodowych umieszczone są w nieco różny sposób, zależnie od kraju. Oprócz tych dwóch podstawowych układów wyjątkowo, głównie w notesach lub rozbudowanych kalkulatorach, spotkać można uporządkowanie alfabetyczne klawiszy. Znaki wytwarzane przez klawiaturę, niezależnie od tego, jak opisane są na jej klawiszach, przełączać można przy pomocy interpretującego je programu na dowolne inne znaki, stąd nie ma problemu z imitacją jakiegoś układu klawiszy na dowolnej klawiaturze. Możemy więc przestawić położenie Z i Y lub dowolnej innej pary znaków przy pomocy programu, nie zmieniając samej klawiatury.

Przy końcu 1995 roku wraz z Windows 95 pojawiły się na niektórych klawiaturach dodatkowe klawisze, umieszczone pomiędzy klawiszami *Ctrl* i *Alt* w tak perfidny sposób, że trudno jest uniknąć ich przypadkowego naciśnięcia. Klawisze te bardziej przeszkadzają niż pomagają - widać, że do testowania tych klawiatur zasiedli „niedzielni użytkownicy” komputerów, a nie osoby, które więcej piszą niż bawią się systemem.

Klawiatury nietypowe

Obowiązujący na zwykłych klawiaturach układ liter został wprowadzony w czasach mechanicznych maszyn do pisanie i miał za zadanie przeciwdziałać zbyt szybkiemu pisaniu! Naciśnięcie klawisza - a trzeba do tego było mieć sporo siły - mechanicznej maszyny do pisanie powoduje uniesienie dźwigienki z odlaną na jej końcu czcionką. Zbyt szybkie naciskanie klawiszy powodowało zbijanie się dźwigienek z literami i blokadę maszyny. Układ QWERTY jest z pewnością przestarzały, ale nie zanoszą się na zmiany, gdyż „przerażająca jest siła nałogu”, jak głosi popularna piosenka.

Istnieją również klawiatury dość odmienne od powszechnie używanych, takie jak np. klawiatura Dvoraka, opatentowana w 1936 roku, grupująca klawisze w dwóch ukośnie do siebie ustawionych obszarach. Dzięki temu najczęściej używane klawisze przyciskane są przez najsilniejsze palce. Rekordowe szybkości pisania na maszynie osiąga się właśnie przy pomocy klawiatur specjalnych, minimalizujących wysiłek palców potrzebny przy pisaniu. Troska o ergonomię stanowiska pracy spowodowała pojawienie się klawiatur rozsuwanych na dwie części, dzięki czemu ręce nie muszą być skierowane równoległe do siebie równoległe i przyjmują bardziej naturalną pozycję, z łokciami skierowanymi nieco na zewnątrz. Jeszcze ciekawszym rozwiązaniem dla osób piszących na klawiaturze (komputera lub elektrycznej maszyny do pisania) bez patrzenia na klawisze jest klawiatura złożona z dwóch części ustawionych pionowo.



Niestety, klawiatury specjalne nie zawsze nadają się do szybkiego pisania w językach używających znaków narodowych (polski, francuski itp.) z powodu niezbyt wygodnego położenia klawiszy wywołujących te znaki. Wybierając klawiaturę warto na ten aspekt zwrócić szczególną uwagę. Niektóre programy i języki komputerowe (np. język programowania APL) wymagają specjalnego zestawu symboli, dlatego spotyka się klawiatury z różnym zestawem znaków. Do szczególnych zastosowań buduje się klawiatury specjalne umożliwiające pisanie jedną ręką, interpretując układ kilku palców jako jeden znak - takie klawiatury można przypiąć do dłoni. Duże problemy stwarza pisanie w językach ideograficznych. W języku japońskim istnieje pismo alfabetyczne (dwa zestawy znaków, hiragana i katakana), pozwalające na wstępne zapisanie tekstu, poddawanego następnie dodatkowej obróbce w czasie której procesor tekstu proponuje zastąpienie znaków alfabetu ideogramami. Wystarczy do tego klawiatura rozszerzona o kilka dodatkowych znaków. W języku chińskim nie ma alfabetu i klawiatura powinna mieć przynajmniej 5000 znaków. W tej sytuacji najlepszym rozwiązaniem może być zastąpienie klawiatury mikrofonem, co próbuje uczynić Apple Computers, lub analiza pisma ręcznego, jak próbuje to robić Motorola. Klawiatura staje się wówczas tabliczką do rysowania. Firma Ziran Electronics opracowała system wprowadzania znaków chińskich przy pomocy dziesięciu klawiszy, system naśladowujący sposób, w jaki pisze się odręcznie. Ponieważ Chiny to największy rynek na świecie warto pracować nad ulepszeniami klawiatur do pisma ideograficznego.

Z mechanicznego punktu widzenia spotkać można różne rodzaje klawiatur - pracujące cicho i wydające odgłosy przy naciskaniu klawiszy, wymagające mniejszego lub większego nacisku. Chociaż klawiatura komputera nie wymaga tak dużej siły nacisku jak klawiatury mechanicznych maszyn do pisania niewłaściwie wykonane i używane

klawiatury mogą być źródłem nadmiernego napięcia mięśni a nawet naciągnięcia ścięgien (por. rozdział „Komputer i zdrowie”). Przyczyną problemów może być ustawienie rąk na krawędzi biurka - godne polecenia są podkładki pod nadgarstki pozwalające opierać ręce na miękkiej powierzchni. Tylko nieliczne firmy proponują klawiatury z takimi podkładkami, ale można je dokupić jako nakładkę na klawiaturę. Ponieważ z klawiaturą pracujemy wiele godzin dziennie warto jest wymienić ją na jak najbardziej wygodną.

Wielkość klawiatur bywa różna. W mikrokomputerach i notesach menadżerskich są one tak małe, że trudno pisząc używać więcej niż 2 palców. W komputerach typu laptop czy notebook wielkość klawiszy podobna jest do standardowej, a miejsce oszczędza się redukując ich liczbę (zwykle do około 80) i używając kombinacji klawiszy zamiast osobnych klawiszy do wykonywania pewnych funkcji. Wiele osób woli jednak pracować z większą klawiaturą, stąd niektóre laptopy i notebooki mają możliwość dołączenia zewnętrznej klawiatury (uwaga! nie zawsze przy pomocy typowej wtyczki). Udaną klawiaturą była wprowadzona przez firmę IBM w modelu PC-AT klawiatura posiadająca osobny blok numeryczny i 12 klawiszy funkcyjnych (razem ponad 100 klawiszy). Sprzedaje się również osobne bloki numeryczne, które dołączyć można do niektórych komputerów (najczęściej przenośnych), zawierające cyfry i kilka klawiszy funkcyjnych. Są one wygodne przy wprowadzaniu dużej liczby danych numerycznych. Terminale do komputerów centralnych firmy IBM nie miały tak udanych klawiatur (w nowszych konstrukcjach terminali IBM używa obecnie klawiatury PC-AT), zmuszając użytkownika do używania obu rąk przy naciskaniu często potrzebnych kombinacji klawiszy.

Warto zwrócić uwagę na to, że klawiatury mają czasem przełączniki, pozwalające dostosować ich pracę do różnego typu komputerów (np. komputery osobiste XT i AT nieco inaczej współpracują z klawiaturami). Szybkość reakcji klawiatury na naciśnięcie klawisza, czas po którym zaczyna się powtarzanie i szybkość pojawiania się powtarzających się znaków można zmienić przy pomocy programu (pozwala na to np. program „Norton Command Center”). W komputerach osobistych zgodnych ze standardem IBM PC począwszy od wersji 4.0 systemu operacyjnego DOS szybkość powtórzeń (RATE) i opóźnienie czasu reakcji klawisza (DELAY) można ustalić poleceniem:

MODE CON: RATE=30 DELAY=1

Klawiatury z wydzielonymi polskimi znakami, czyli „klawiatury maszynistki”, są stosunkowo mało rozpowszechnione. Można przedefiniować klawiaturę na taki układ znaków, jaki znajduje się na polskich maszynach do pisania - nalepki z polskimi (i innymi) znakami na klawisze dołączone są np. do wschodnio i środkowo-europejskiej wersji programu MS-Windows 3.1. Wiele osób uważa jednak, że lepsze są inne rozwiązania. Programowo zdefiniować można wywoływanie polskich znaków na kilka sposobów. Najczęściej spotykanym jest naciśnięcie jednego klawisza specjalnego i danej litery, np. jednocześnie klawiszy „Alt a” by otrzymać „ą”. Jest to często kłopotliwe, gdyż

wiele programów używa takich kombinacji klawiszy do wywołania pewnych funkcji programu, a nie znaku na ekranie. Rozwiązaniem może być odróżnienie prawego i lewego klawisza **Alt** tak, by np. lewy pozwalał na wywołanie przypisanego mu przez program działania a prawy wywoływał polską literę. Innym często spotykanym rozwiązaniem, zwanym „klawiaturą programisty” jest wyróżnienie „znaku martwego”, jednego z mało używanych znaków, np. ~, ` lub któregoś z klawiszy funkcyjnych, np. F12, i wywoływanie polskich znaków poprzedzając odpowiednią literę łącińską takim znakiem specjalnym, np.~a zamiast ą, ~z zamiast ż i ~x zamiast ź.

Klawiatury połączone są zwykle z komputerem lub terminalem (końcówką większego komputera) kręconym przewodem, zdarzają się też połączenia bezprzewodowe (najczęściej przy pomocy podczerwieni, rzadziej radiowo). Coraz częściej spotyka się też klawiatury ułatwiające sterowanie kursorem. Zamiast naciskać klawisze strzałek można wskazywać miejsce na wyróżnionej części klawiatury lub przesuwac kulkę lub inny element wywołujący ruch kursora. IBM wprowadził w swoich notebookach specjalny klawisz sterujący (J-key), zastępujący mysz, inne firmy stosują wbudowany w klawiaturę manipulator kulowy (zwany popularnie kotem) lub niewielką tabliczkę graficzną (touchpad).

Nie tak dawno temu był taki zawód jak dziurkacz (dziurkowacz?) kart perforowanych i urządzenia, zwane perforatorami kart. Zawód ten istniał przez prawie 20 lat i zniknął. Wielu użytkowników komputerów nigdy nie dotykało klawiatury tylko posługiwało się przygotowanym zestawem kart i wysyłało napisane przez siebie formularze do przepisania na karty. Nie wydaje się, by inne metody wprowadzania danych mogły całkowicie wyprzeć pisanie przy pomocy klawiatur. Pióro nie pozwala wprowadzać zbyt szybko danych a polecenia wydawane głosem stosować można tylko w niektórych wypadkach. Wynika z tego prosty wniosek:

Nauka pisania na klawiaturze (komputeropisanie, jak to się czasami określa) jest podstawową umiejętnością usprawniającą pracę przy pomocy komputera. Istnieją programy komputerowe pomagające nauczyć się sprawnie pisać na klawiaturze.

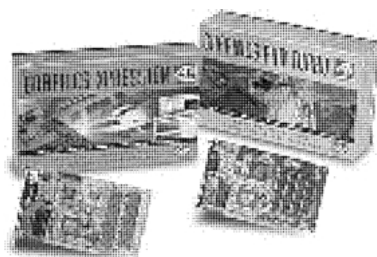
1.2 Karty graficzne

Kolejnym elementem, z którym mamy bezpośrednio do czynienia pracując przy komputerze lub terminalu jest monitor. Ponieważ jakość obrazu zależy nie tylko od samego monitora ale również od karty graficznej, czyli tej części systemu komputerowego, która tworzy i przesyła do monitora obraz, rozpatrzmy najpierw karty graficzne. Większość komputerów osobistych i stacji roboczych ma elementy elektroniki przeznaczone do sterowania monitorem na oddzielnej, wymiennej karcie nazywanej kartą graficzną. Dzięki temu bez zmiany pozostałych elementów systemu

komputerowego można polepszyć zarówno szybkość wyświetlania jak i jakość obrazu na ekranie monitora.

Szczegółowe omówienie technicznej strony standardów graficznych przedstawione zostało w Dodatku C. Podsumuję tu tylko krótko ogólne wiadomości. Podobnie jak na ekranie telewizora obraz tworzony jest na ekranie monitora przez promień elektronowy, kreślący poziome linie. Liczba tych linii nazywana jest „rozdzielczością pionową” i dla typowych kart graficznych wynosi od 200 do 1200. Również w poziomie liczba punktów tworzonych przez kartę graficzną na ekranie jest ograniczona i wynosi od 350 do 1600. Zwykle podaje się rozdzielczość obrazu określając liczbę punktów w poziomie razy liczbę punktów w pionie.

Od kilku lat na rynku komputerów osobistych zgodnych z IBM panuje standard określany jako **VGA**. Dzieli on ekran na 480 linii, po 640 punktów w każdej, jest to więc rozdzielczość 640x480 punktów. Dla porównania obraz na ekranie telewizora składa się z 625 linii w pionie (w poziomie nie można tej liczby określić, gdyż obraz telewizyjny



tworzony jest na nieco innej zasadzie). Karty graficzne określają również liczbę różnych kolorów, które są wyświetlanych na ekranie. W przypadku standardowego VGA może to być 16 jednocześnie wyświetlanych kolorów wybieranych z palety 256. Nie jest to dużo i oglądanie kolorowych zdjęć na ekranie wymaga przynajmniej 256 jednocześnie wyświetlanych kolorów, wystarcza jednak do normalnej pracy z wieloma aplikacjami.

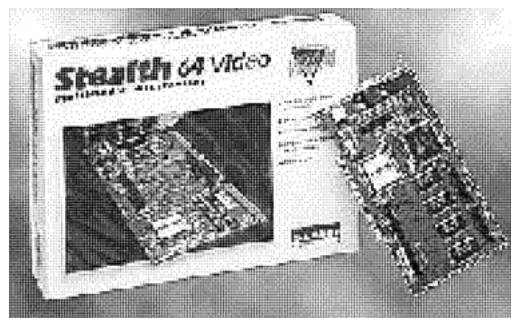
Karty o podwyższonej rozdzielczości oferują więcej linii, więcej punktów w linii, więcej kolorów i szybsze tworzenie obrazu na ekranie. Takie ulepszone karty graficzne nazywane są kartami **SuperVGA**. Dobre karty oferują wiele różnych trybów pracy, nazywanych „modami graficznymi”. Do chwilowego zapamiętania obrazu wysyłanego do monitora karta graficzna potrzebuje odpowiednio dużo pamięci. Karty SuperVGA wyposażone są w pamięć RAM rzędu 0.5 MB do 8 MB, zależnie od ich możliwości.

Częstość zmiany obrazu na ekranie monitora (refresh rate), nazywana również częstością „odświeżania obrazu”, wynosi od 30 do 90 na sekundę, zależnie od karty graficznej (w telewizorze 25 obrazów na sekundę). Dla mniejszych monitorów częstość 60 Hz jest wystarczająca ale już dla monitorów 17-calowych zauważyć można migotanie lub pływanie obrazu, dlatego warto zwrócić uwagę na ten parametr. Należy unikać oświetlenia pomieszczenia, w którym znajduje się monitor, światłem jarzeniowym, gdyż wzmacnia to wrażenie migotania i zmęczenie wzroku. Monitory z **przeplotem** (interlaced monitors) wyświetlają na zmianę linie parzyste i nieparzyste w kolejnych obrazach. Można dzięki temu stosować tańszą elektronikę przy wyższej częstości obrazu

zmniejszając w ten sposób jego migotanie. Profesjonalne monitory do prac graficznych współpracują z kartami oferującymi częstości odświeżania nawet powyżej 100 Hz.

Do niektórych zastosowań, np. wprowadzania danych do arkuszy kalkulacyjnych, kolor nie jest potrzebny i wówczas można się zadowolić monochromatyczną kartą i monitorem VGA. Nowoczesne graficzne środowiska operacyjne i działające pod ich kontrolą aplikacje posługują się dużą liczbą kolorowych ikon i bez koloru trudniej się w nich pracuje. Odróżnienia 256 kolorów wymaga przeznaczenia 8 bitów na jeden piksel - wystarcza to do wszystkich zastosowań poza pracami graficznymi. Dobre wyniki osiąga się stosując 16 bitów na piksel, co pozwala na odróżnienie 65 tysięcy barw. **Wierny kolor** (true color) wymaga 24-bitowej reprezentacji każdego punktu ekranu (pikselu). Kolor otrzymujemy przez mieszanie trzech podstawowych barw. Dla określenia intensywności jednej barwy potrzeba 8 bitów (256 poziomów szarości) co dla trzech barw podstawowych daje razem 24 bity i pozwala odróżnić 16.7 miliona barw. Wierność tych barw zależy mocno od monitora.

Podwyższenie **zdolności rozdzielczej** z 640×480 punktów, oferowanej przez standardowe VGA, do 800×600 punktów znacznie zwiększa powierzchnię ekranu, na której umieszczać możemy okna aplikacji. Jeśli korzystamy z kilku programów jednocześnie lub chcemy obejrzeć całą stronę druku A4 i dostrzec na niej czytelnie literki nawet taka rozdzielczość jest za niska i warto spróbować rozdzielczości 1024×768 lub 1152×882 punkty. Takie rozdzielczości spotyka się jeszcze dość rzadko na komputerach osobistych lecz są one standardem na stacjach roboczych. Do pracy nad komputerowo



wspomagany projektowaniem i do prac graficznych wykorzystuje się rozdzielczości 1280×1024 oraz 1600×1200 pikseli, wymaga to jednak bardzo dobrych monitorów, gdyż tak małe piksele ulegają rozmyciu i dają na ekranie nieostry obraz. Często karty graficzne oferują oprócz dużych zdolności rozdzielczych „wirtualny pulpit”, np. umieszczając pokazywany na ekranie obraz 800×600 punktów na czterokrotnie większym pulpicie

1600×1200 punktów. Przesunięcie myszy poza ekran przesuwają wówczas automatycznie obraz na pulpicie. **Fotorealizm**, czyli jakość obrazu zbliżona do jakości zdjęć na papierze, wymaga jeszcze większych rozdzielczości, około 4000×4000 punktów dla monitora nie większego niż 20 cali.

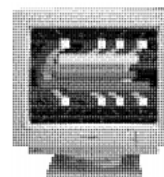
Przy tak dużych zdolnościach rozdzielczych bardzo istotną sprawą jest szybkość tworzenia obrazu na ekranie - karta graficzna może nie nadążyć za wysyłającym jej dane mikroprocesorem, potrzebna jest też duża pamięć obrazu. Stąd popularne stały się różne karty przyspieszające grafikę, zwane **koprocesorami lub akceleratorami graficznymi**.

Znajdują one zastosowanie zwłaszcza przy pracach związanych z komputerowo wspomaganym projektowaniem, pozwalając czasem na szybką manipulację obiektami przestrzennymi - koprocesor graficzny może dokonywać obrotu układu współrzędnych korzystając ze specjalnych obwodów scalonych, realizujących pewne przekształcenia matematyczne (takie jak obroty lub cieniowanie) w sposób sprzętowy. W stacjach roboczych, np. stacjach graficznych Silicon Graphics, wyrafinowany koprocesor graficzny stanowić może znaczną część całkowitych kosztów systemu komputerowego. Taki koprocesor graficzny jest w zasadzie wyspecjalizowanym komputerem dokonującym szybkiej transformacji trójwymiarowych obiektów graficznych, obliczeń dotyczących oświetlenia powierzchni i innych parametrów. Dopiero takie karty umożliwiają profesjonalne prace nad animacją dla potrzeb filmu.

Akceleratory graficzne oparte są na mikroprocesorach typu RISC. Dla takich kart graficznych „wąskim gardłem” staje się szybkość przesyłania danych z mikroprocesora do karty. W standardowych rozwiązaniach magistrala przesyłająca te dane pracuje z częstotścią 8 MHz nawet jeśli komputer taktowany jest zegarem o znacznie wyższej częstotliwości. W 1992 roku pojawiło się nowe rozwiązanie, nazwane „magistralą lokalną” (local bus), pozwalające na korzystanie z pełnej szybkości zegara przy przesyłaniu informacji do karty grafiki. Dzięki temu tworzenie obrazu następuje znacznie szybciej (nawet do 20 razy w stosunku do typowego VGA). Najbardziej rozpowszechnione lokalne magistrale to **PCI** i **VLB (Vesa Local Bus)** i właśnie dla tych magistrali przeznaczone są koprocesory graficzne.

Pierwszą kartą graficzną dla komputerów osobistych opartą na 64-bitowym procesorze była Ultima firmy Matrox. Wkrótce pojawiło się wiele kart oferujących podobne możliwości a w 1995 roku firma Number Nine oferowała już karty na 128-bitowych układach. Jedną z bardziej znanych kart wysokiej jakości jest **Targa**, od lat używana przez profesjonalistów. Oprócz bardzo wysokich zdolności rozdzielczych, sięgających 1600 na 1200 punktów przy 65 tysiącach barw (16-bitowy kolor), karty te oferują liczne funkcje przyspieszające tworzenie obrazów graficznych, takie jak dekompresję plików graficznych (wiele formatów graficznych zapisuje dane minimalizując ilość zapisanej w pliku informacji) i plików wideo, np. w oparciu o specyfikację **DCI** firm Microsoft i Intel możliwe jest wyświetlanie filmów z wysoką rozdzielczością w tempie 30 klatek na sekundę. Tego rodzaju karty graficzne wymagają magistrali PCI lub VLB oraz dużej pamięci RAM, rzędu 1-8 MB. Karty najwyższej jakości stosują do przechowywania obrazu specjalne, szybkie kości pamięci VRAM przeznaczone specjalnie do grafiki. Specjalne karty i monitory wysokiej rozdzielczości, używane np. przy składzie gazet i książek, produkowane są przez wiele firm. Rozdzielczość rzędu 1280×1024 lub 1152×882 pikseli (stosowana przez stacje robocze Sun) przy 256 kolorach wystarcza do bardzo komfortowej pracy w wielozadaniowym systemie operacyjnym. Do wyświetlania takiego obrazu konieczny jest oczywiście monitor wysokiej jakości i odpowiednich rozmiarów (przynajmniej 17-calowy).

Karty o podwyższonych w stosunku do VGA zdolnościach rozdzielczych wymagają specjalnych programów sterujących (sterowników, nazywanych też z angielska drajwerami) do obsługi programów użytkowych. Ujawnia się tu wielka zaleta graficznie zorientowanych systemów okienkowych, takich jak Windows: jeden sterownik dla takiego systemu pozwala używać wszystkie programy działające pod tym systemem z wysoką zdolnością rozdzielczą. Pozostaje wówczas jedynie sprawa instalacji polskich fontów, które mogą nie być dostępne w wyższych trybach graficznych, ale i ten problem już zanika ze względu na rozpowszechnienie fontów skalowalnych (TrueType lub Postscript). Jeśli jednak używamy programy graficzne pracujące pod systemem MS-DOS należy się przed zakupem karty uważnie przyjrzeć, czy stosowane przez nas programy będą mogły skorzystać z nowej karty. Producenci kart graficznych dostarczali sterowniki do najbardziej popularnych programów graficznych ale ostatnio dostarczają już tylko sterowniki do różnych wersji Windows a nie do programów typu DTP (składania publikacji) czy CAD (rysunku technicznego). Do CAD zdarzają się karty graficzne pozwalające na jednoczesną obsługę dwóch monitorów, jednego w trybie monochromatycznym, do wyświetlania danych liczbowych czy fragmentów tekstu programu, a drugiego w trybie SVGA do oglądania rysunków.



Warto zaznaczyć, że nowsze karty graficzne zamiast przełączników dostosowujących tryb ich działania do możliwości podłączonego monitora przechowują ustalone parametry pracy w pamięciach typu EEPROM. Pozwala to na zmianę konfiguracji przy pomocy programu. Niewłaściwe dobranie takich parametrów jak częstość zmiany obrazu powoduje nieostrość i bardzo męczące dla oczu miganie. Nawet bardzo dobra karta graficzna źle zestrojona z monitorem daje fatalną jakość obrazu. Podwyższone zdolności rozdzielcze bez monitora o przekątnej 17 cali (17") lub większego, kosztującego bardzo drogo, nie są również zbyt przydatne. Monitor powinien być właściwie dobrany do karty graficznej, należy zwrócić szczególną uwagę na stabilność i ostrość jego obrazu oraz elektryzowanie się ekranu.

1.3 Monitory

Do końca lat 80-tych kolorowe monitory należały do rzadkości. Monitory jednobarwne, czyli monochromatyczne mają różną poświatę: bursztynową, zieloną, niebieską, pomarańczową lub, coraz częściej, czarnobiałą. Często zadawane pytanie - która jest najlepsza - nie ma jednoznacznej odpowiedzi, zależy to od upodobania i przyzwyczajeń użytkownika. Kolor jest bardzo przydatny i jedynie tam, gdzie komputery stosowane są prawie wyłącznie do przetwarzania danych numerycznych warto z niego zrezygnować. Nawet procesory tekstu korzystają z koloru dla wyróżnienia pewnych funkcji lub fragmentów tekstu.

Nie zawsze ekran monitora traktowany jest w sposób graficzny. Monitory mogą wyświetlać tekst dzięki wbudowanym generatorom znaków rezydujących w ROMie, zawierających wszystko, co się da wyświetlić w trybie tekstowym na ekranie. Chociaż praca w trybie tekstowym jest szybsza niż w trybie graficznym (wystarczy do monitora przesłać kody znaków, które ma wyświetlić, zamiast danych o setkach tysięcy pikseli) elektronika jest obecnie tak dobra, że dla monitorów nie ma to już znaczenia. Nawet tak bardzo przywiązana do trybu tekstowego firma jak Wordperfect, produkująca od wielu lat procesor tekstu działający w trybie tekstowym i tylko na specjalnie żądanie pokazujący obraz graficzny przed drukowaniem, przeszła na tryb graficzny. Rozróżnienie trybu tekstowego i graficznego pozostaje istotne jedynie przy drukowaniu na pewnych typach drukarek i przy stosowaniu tanich terminali, wyposażonych często wyłącznie w tryb tekstowy lub oferujących dodatkowo tryb graficzny niskiej jakości.

Zdolności rozdzielcze monitorów nie są wcale takie wysokie jeśli porównamy je z drukiem na papierze. Mając do dyspozycji 300 punktów na cal (standard dla drukarek laserowych) korzystamy z ponad 100 punktów na centymetr, czyli dla typowego ekranu o rozmiarach 20 na 25 cm potrzebujemy ponad 2000 punktów na ekranie by zbliżyć się do jakości druku. Zdolność rozdzielcza dobrych monitorów wynosi zwykle poniżej 100 punktów na cal, a więc jest znacznie gorsza niż jakość druku. Na komputerach osobistych IBM-PC w środowisku MS-Windows i Presentation Manager w OS/2 dostępne są specjalne czcionki ATI Crystal Fonts, wykorzystujące wyrafinowane techniki tworzenia na ekranie skalowanych znaków o jakości zbliżonej do druku. Używane są prawie wyłącznie w zastosowaniach profesjonalnych.

Monitory pełnostronicowe, formatu A4, nie tylko są rzadkie, ale by je odpowiednio wykorzystać wymagane są specjalne karty graficzne i oprogramowanie. W świecie komputerów Macintosh nie stanowi to problemu ale inne standardy komputerów niezbyt dobrze sobie z tym radzą. Na komputerach IBM-PC system operacyjny nie potrafi wykorzystać pełnej długości obrazu na takim monitorze, ale do niektórych programów graficznych (DTP czy AutoCAD) odpowiednie oprogramowanie istnieje. Dopiero przy końcu 1995 roku pojawił się monitor Pivot 1700 (firmy PDL) przeznaczony do komputerów IBM-PC oferujący w środowisku Windows możliwości łatwego przechodzenia od ustawienia pionowego (formatu A4) do poziomego. Stacje robocze używają najczęściej dużych monitorów, o przekątnej 17, 19 i więcej cali, dzięki czemu można oglądać jednocześnie dwie strony tekstu w formacie A4. Jest to bardzo wygodne rozwiązanie, niestety drogie i raczej ograniczone ze względu na to, że niewiele jest dobrych procesorów tekstu na stacjach roboczych. Zamiast ekranów o formacie A4 pojawiają się natomiast monitory z ekranem o proporcjach 16:9 stosowanych w telewizji wysokiej jakości HDTV. Monitory te dopuszczają rozdzielczości do 1920 na 1080 pikseli ale są bardzo drogie. Na miano monitora o najwyższej dotychczas wyprodukowanej rozdzielczości, 2048×2048 pikseli, zasłużył ważący ponad 100 kg Sony Data Display Monitor, przeznaczonego do profesjonalnych zastosowań. Ta sama firma opracowała płaski, bardzo duży wyświetlacz „Plasmatron” o przekątnej 25 cali. Wykorzystuje on

kombinację technologii ekranów LCD i ekranów plazmowych, osiągając duży kontrast i dużą jasność obrazu. Supermonitory o przekątnej 29 cali produkuje również NEC.

Pierwsze **trójwymiarowe ekrany** nie wymagające okularów pojawiły się w 1991 roku, chociaż minie jeszcze trochę czasu zanim pojawią się w domach, gdyż do ich konstrukcji zastosowano drogą technologię eksperymentalną. Prostsze technicznie, tańsze rozwiązania ekranów trójwymiarowych wymagają oglądania obrazu przez kolorowe okulary lub przez okulary polaryzacyjne (trójwymiarowe filmy można w tym systemie obejrzeć można w Disneylandzie). Oglądanie trójwymiarowych obrazów wirtualnej rzeczywistości odbywa się najczęściej za pomocą okularów zasłaniających całkowicie oczy, dzięki czemu każde oko widzi obraz pod nieco innym kątem dając złudzenie trójwymiarowości. Ciekawym rozwiązaniem jest niewielki ekran przymocowany przed jednym z oczu. Taki ekran, nazwany „prywatne oko” (Private Eye), rzuca obraz pozornie w powietrze nie zasłaniając pola widzenia osoby go używającej. Ekrany te znajdują na pewno wiele zastosowań.

Siatki lub filtry szklane na monitory usuwają niepożądane refleksy światła zapobiegając zmęczeniu oczu. Obniżają również pole elektrostatyczne jeśli są odpowiednio uziemione. Siatki są zwykle zrobione z włókna węglowego. Badania nie wykazały żadnego szkodliwego „promieniowania” monitorów, chociaż wielu ludzi w nie mocno wierzy. Na wszelki wypadek zaczęto sprzedawać monitory niskoradiacyjne (low radiation, strahlungsarm). Więcej na ten temat napisałem w rozdziale „komputery i zdrowie”. Lepsze monitory mają płaski, matowy ekran (non-glaring, entspiegelt) i nie wymagają żadnych filtrów do likwidacji odblasków. Wysokiej jakości bywają szczególnie monitory stosowane w stacjach roboczych.

Do wyświetlania obrazu można też użyć zwykłego telewizora. Metoda ta jest szczególnie popularna w przypadku tanich komputerów domowych. Potrzebny jest do tego modulator telewizyjny, elektroniczne urządzenie przetwarzające cyfrowy sygnał przeznaczony dla monitora na sygnał telewizyjny. Monitory mają zwykle większą zdolność rozdzielczą niż telewizory, jednak do celów demonstracyjnych, na większej sali, opłaca się czasami użyć dużego telewizora lub projektora telewizyjnego. Modulatory telewizyjne nie są zbyt drogie. Z drugiej strony dzięki specjalnym kartom do komputerów zawierającym tuner TV coraz częściej wykorzystuje się monitory komputerowe do wyświetlania obrazu telewizyjnego.

1.3.1 Najważniejsze parametry monitorów

Rozmiary ekranu (przekątna w calach): typowe wynoszą od 11" do 14", duże monitory, przydatne do prac graficznych, mają 17" do 20" cali i więcej. Ceny takich dużych monitorów są niestety bardzo wysokie. Do przetwarzania tekstów najlepsze są monitory formatu A4. Różnica w jakości obrazu pomiędzy dobrym monitorem 17" a monitorami

14" jest ogromna i jeśli tylko stać nas na większy wydatek to warto zainwestować w monitor i kartę graficzną.

Wielkość plamki (pikseli) ekranu wynosi 0.25-0.42 mm. Im mniejsze są te punkty tym ostrzejszy obraz możemy uzyskać na ekranie, podobnie jak dzieje się to w gazetach drukujących zdjęcia techniką rastrową. Dobra jakość dla monitorów mniejszych wymaga plamki 0.28 mm a większych około 0.31 mm.

Pionowa częstotliwość odchylenia: jest to częstotliwość powtarzania obrazu, wynosi 50-120 obrazów/sek. W kinie w ciągu sekundy wyświetla się 24 obrazy, w telewizji 25 (w Europie) lub 30 (w USA), zaś dobre monitory komputerowe wyświetlają 70 i więcej obrazów. Dla monitora 17" lub większego częstotliwość 60 obrazów na sekundę jeszcze wywołuje wrażenie migotania obrazu.

Pozioma częstotliwość odchylenia: jest to liczba linii kreślonych przez strumień elektronów w ciągu sekundy, leży zwykle pomiędzy 15-64kHz, czyli kilkadziesiąt tysięcy linii na sekundę.

Przeplot (interlacing) oznacza, że pozornie wyświetla się dwa razy więcej obrazów pomimo niskiej poziomej częstości odchylenia. Jeśli dwa monitory wyświetlają tą samą liczbę obrazów w ciągu sekundy przy czym jeden jest bez przeplotu a drugi z przeplotem to ten pierwszy jest lepszy.

Mody graficzne: określone są przez liczbę punktów w linii, liczbę linii na ekranie i częstość odświeżania obrazu, np. 800×600×75 oznacza 800 punktów w linii, 600 wierszy na ekranie i 75 obrazów w ciągu sekundy. Dopuszczalne mody graficzne monitora powinny zgadzać się z modami graficznymi karty.

Normy dotyczące emisji: najbardziej surowe normy określające dopuszczalny poziom emisji różnego rodzaju promieniowania elektromagnetycznego to szwedzkie normy MPR II, uznawane obecnie w całej Europie. Niewiele monitorów spełnia te normy a często spotykane nalepki **Low Radiation** zwykle o niczym nie świadczą. Niezależnie od emisji promieniowania elektromagnetycznego monitory bardzo różnią się między sobą stopniem elektryzowania się ekranu, co ma duży wpływ na osiadanie kurzu tuż przed naszym nosem. Dobre, duże monitory zupełnie się nie elektryzują podczas gdy do niektórych mniejszych monitorów strach zbliżyć rękę.

1.3.2 Typy monitorów

Większość monitorów określa się jako katodowe. Podobnie jak telewizory zawierają one lampy kineskopowe. Ich zaletą jest wysoka jakość (rozdzielczość, wierne kolory i kontrast) a wadą duże rozmiary i pobór energii.

Ciekłe kryształy

Wyświetlacz ciekłokrystaliczny, taki jakiego mamy w zegarkach, składa się z przezroczystej płytki szkła na zewnątrz, na której nadrukowane są przezroczyste elektrody, odbijającej płytki na dnie, a pomiędzy płytkami znajduje się substancja zwana ciekłym kryształem. Cząsteczki ciekłego kryształu uporządkowane są w taki sposób, że przepuszczają światło. Przyłożenie napięcia do przezroczystej elektrody na górnej płycie powoduje zmianę orientacji cząsteczek ciekłego kryształu - przestają one przepuszczać światło i pojawia się zaczerwionny znak. W odróżnieniu od innych wyświetlaczy ekrany LCD nie wysyłają same żadnego światła, a tylko je odbijają.

LCD, czyli wyświetlacze ciekłokrystaliczne (Liquid Crystal Display) zużywają bardzo mało energii, stąd stosowane są najczęściej w urządzeniach zasilanych bateryjnie - zegarkach, kalkulatorach, aparatach fotograficznych i przenośnych komputerach. W starszych wyświetlaczach LCD kontrast obrazu zależał mocno od kąta patrzenia na ekran - trzeba było patrzeć prawie dokładnie na wprost. Nowsza technologia znacznie zwiększyła kontrast, między innymi przez podświetlanie ekranu, pozwalające na pracę również przy słabym oświetleniu. Wadą starszych ekranów LCD była też ich „powolność” - obraz zmieniał się na tyle powoli, że poruszające się po ekranie obiekty rozmazywały się i pozostawiały po sobie smugi. Nie tylko kontrast ale i szybkość LCD ostatnio wzrosła dziesięć razy. Na nowych, szybkich ekranach LCD nie ma już smug, pozostających przy każdym ruchu obrazu na ekranach starszych. Technologia budowy dobrych ekranów LCD, zwłaszcza ekranów kolorowych o dużej zdolności rozdzielczej, jest bardzo złożona. Najlepsze ekrany wykonane są w technologii określanej jako TTF, coraz lepsze są również ekrany używające technologii „dual scan”.

Największe zalety ekranów LCD to bardzo stabilny obraz, małe zużycie prądu, brak silnych pól elektrycznych i magnetycznych, i niewielka grubość, pozwalająca na budowę całkiem płaskich ekranów. Największe wady to cena, zwłaszcza kolorowych ekranów LCD, oraz konieczność podświetlania by uzyskać duży kontrast i bardziej „żywe” kolory. Tej ostatniej wady nie ma technologia aktywnych ekranów TTF. Ekrany tego rodzaju można oglądać pod dowolnym kątem bez zmniejszenia kontrastu. Każdy piksel na ekranie obsługiwany jest przez trzy świecące tranzystory, ekran wysyła więc własne światło. Dobry kolorowy ekran LCD zużywa o około 40 % więcej energii niż ekran monochromatyczny, a więc szybciej (około 20-50%) wyczerpują się akumulatory przenośnych komputerów.

W technologii budowy ekranów ciekłokrystalicznych postęp jest bardzo szybki. W najbliższych latach należy się spodziewać ekranów cieńszych, lżejszych, zużywających

mniej energii i oferujących dobry kontrast i kolory. Powstały już ekrany barwne o przekątnej powyżej 10 cali posiadające ponad milion pikseli, a więc oferujące zdolności rozdzielcze powyżej 1000×1000 punktów. Ekrany takie stosowane są w notebookach - unixowych stacjach roboczych, a ich cena może stanowić większą część kosztów całego komputera. Od początku 1996 roku popularność w komputerach przenośnych zdobywają kolorowe ekrany o rozdzielczości 800×600 pikseli i przekątnych ponad 10 cali. Sprzedawane są też ekrany LCD do komputerów stacjonarnych, ale przy rozdzielczości 1280 na 1024 punkty i przekątnej rzędu 13 cali ich ceny przewyższają cenę całego komputera. Być może jednak ceny ekranów LCD spadną i przed końcem tej dekady ekrany LCD zagrożą dominacji tradycyjnej technologii opartej na dużych i ciężkich lampach kineskopowych.

Rzutniki w postaci ekranów ciekłokrystalicznych **LCD** nakładanych na rzutniki folii pozwalają wyświetlać projekcję obrazu komputerowego na ścianie. Niestety, dobre kolorowe rzutniki tego rodzaju są bardzo drogie a tańsze dają słaby kontrast i przy najczęściej u nas spotykanych rzutnikach do folii dających niezbyt jasne światło można je używać jedynie w bardzo ciemnych pomieszczeniach. Zakup ekranu LCD należy więc wesprzeć zakupem rzutnika o odpowiedniej jasności. Niektóre notebooki (np. firmy IBM) mają odłączane ekrany LCD dające się wykorzystać jako rzutniki - jeśli rzutnik nie jest używany bardzo często zakup takiego notebooka jest opłacalną alternatywą do zakupu drogiego rzutnika LCD.

W komputerach przenośnych (zwłaszcza Toshiba) spotykało się też płaskie monitory **plazmowe** o rozdzielczości CGA, EGA lub VGA. Są to monitory monochromatyczne, najczęściej w kolorze pomarańczowym, dość męczącym przy długiej pracy. Wadą tych monitorów jest też duże, w porównaniu z ekranami LCD, zużycie energii. Zaletą jest znacznie lepszy kontrast i jasność obrazu. Japońska firma Fujitsu zapowiedziała masową produkcję wielkiego ekranu plazmowego o przekątnej 42 cali od końca 1996 roku.

Monitory EL (elektroluminescencyjne) to monochromatyczne płaskie monitory dające dobry, stabilny obraz najczęściej w kolorze żółtym. Dość duże zużycie energii i wysoka cena powodują, że spotyka się je rzadko, ale postęp w tej dziedzinie może odmienić tę sytuację.

Ekran dotykowe są przezroczystymi nakładkami montowanymi na zwykle kineskopy lub inne ekrany. W technice określanej jako IntelliTouch („inteligentnego dotyku”) wykonuje się obecnie nakładki na monitory do 15 cali, wrażliwe na wiele poziomów nacisku i odporne na zadrapania.

1.3.3 Odzworowanie kolorów na ekranie

Tworzenie obrazu kolorowego na ekranach monitorów i projektorów wymaga mieszania trzech podstawowych barw. Do tego celu wybrano kolory, które po zmieszaniu w równych proporcjach dają biel: czerwony, zielony, niebieski. Skrót RGB (od red, green, blue) stosowany przy określeniu typu monitora kolorowego odnosi się właśnie do mieszania barw podstawowych. W grafice używa się również innych modeli tworzenia kolorów, gdyż nie jest łatwo manipulując trzema kolorami podstawowymi dojść do pożądanej barwy. Sposób postrzegania koloru przez człowieka zależy od trzech parametrów: odcienia, nasycenia i jaskrawości (**h**ue, **s**aturation, **b**rightness, HSB). Odcień reprezentuje barwę danego koloru, nasycenie ilość bieli w tym kolorze a jaskrawość to całkowita jaskrawość tego koloru. Zmiana tych trzech parametrów w modelu HSB pozwala otrzymać wszystkie możliwe kolory w sposób bardziej zgodny z intuicją.

Jeśli natężenie każdej z trzech podstawowych barw opiszemy przy pomocy 1 bajtu, czyli 8 bitów, będziemy mogli rozróżnić 256 poziomów intensywności każdej z tych barw. Pozwoli to na uzyskanie $256 \times 256 \times 256 = 16777216$ barw. W takim przypadku mówimy o „kolorze ciągłym”, 16.7 milionach barw lub „kolorze 24-bitowym”, gdyż do określenia każdego punktu na ekranie potrzeba 24 bity. Chociaż jest to liczba imponująca nie oznacza to, że dany monitor może naprawdę pokazać wszystkich możliwe do rozróżnienia przez oko (a jest ich „zaledwie” 350 000) barw. Każdy monitor pokazuje trochę inne barwy. Zależy to od poziomu jaskrawości i kontrastu, od zastosowanych przez producenta pigmentów, ich grubości i wielkości, starzenia i wielu innych czynników fizycznych takich jak temperatura ekranu. Dwa monitory tej samej firmy mogą dawać nieco odmienne odwzorowanie kolorów.

Zagadnienia te wydawać by się mogły zbyt subtelnymi by interesować większość Czytelników. Istotnie, jeśli oglądamy sztucznie wytworzony obraz z programu lub gry komputerowej nie ma to znaczenia. Techniki komputerowe wkraczają jednak do fotografii i sztuki. W ciągu następnych kilku lat upowszechnią się aparaty fotograficzne, wprowadzone w 1992 roku przez Kodaka, pozwalające robić zdjęcia na magnetoptycznym dysku ze zdolnością rozdzielczą 2048 na 3072 punktów. Kolory podstawowe używane w tej technice przeniesione zostały z nowego standardu telewizji HDTV, telewizji o wysokiej rozdzielczości. Jakość robionych w ten sposób zdjęć przewyższa nawet standard HDTV, stąd możliwe będzie ich powiększanie bez utraty jakości a oglądanie na poziomie fotorealizmu wymagać będzie monitorów o bardzo wysokiej rozdzielczości i doskonałym odwzorowaniu kolorów.

1.4 Terminale.

Terminal składa się z klawiatury, monitora i prostej elektroniki pozwalającej na przyłączenie całości do przystosowanego do tego systemu komputerowego. Wyróżnia się terminale proste (dumb terminals) i terminale inteligentne, wyposażone we własną pamięć i własny mikroprocesor, pozwalające na wykonywanie części funkcji związanych z edycją czy kontrolą monitora lokalnie.

Terminale dzieli się na tekstowe i graficzne. Terminale graficzne posiadać mogą omówione powyżej karty graficzne, lecz najczęściej są to specjalne układy graficzne, produkowane przez daną firmę do którejś z serii jej komputerów, np. terminale IBM 3278G. W większości przypadków ich możliwości graficzne są niewielkie, stąd zastosowania wymagające grafiki dobrej jakości robi się powszechnie na stacjach roboczych.

Terminale tekstowe, niegdyś bardzo popularne, coraz bardziej tracą na znaczeniu. Ich jedyną zaletą jest cena, trochę niższa niż terminali graficznych. Można je jeszcze spotkać w postaci końcówek do komputerów centralnych. W zastosowaniach polegających na wprowadzaniu danych numerycznych, w administracji i zarządzaniu, terminale tekstowe są często zupełnie wystarczające. Ostatnio pojawiły się pierwsze terminale z wbudowanymi polskimi znakami zgodnie ze standardem Latin 2.

Jednym z najbardziej popularnych terminali na świecie jest terminal VT100 firmy DEC. Warto o nim wiedzieć, gdyż wiele sieci komputerowych, do których dołączamy się poprzez linie telefoniczne, będzie traktować nasz komputer jako terminal tekstowy a oprogramowanie komputerów centralnych prawie zawsze chętnie emuluje standard VT100. Jest to bardzo ważne, gdyż podanie niewłaściwego typu terminala w czasie konfiguracji programu komunikacyjnego spowoduje błędną interpretację wydawanych przez nas poleceń.