

## Interfata video a calculatorului - Placa video

Din totalul informatiei acumulate in decursul vietii de catre om, covarsitorul procent de 99% provine pe cale vizuala. De asemenea, dintre toate mediile de comunicare a informatiei, imaginile transmit omului cea mai mare cantitate de informatie in timpul cel mai scurt.

Aceste motive au contribuit, in decursul rapidei istorii a tehnicii de calcul, la aparitia si evolutia a ceea ce astazi numim "Interfata Video" - mijlocul aproape exclusiv prin care calculatorul transmite informatie spre utilizator.

Interfata video a unui calculator uzual are doua componente de baza: *placa video* (*cartela grafica, adaptorul video*) [*graphic card, video adapter, video card*], si *monitorul* [*monitor, video display, display*] (Fig. 1.).

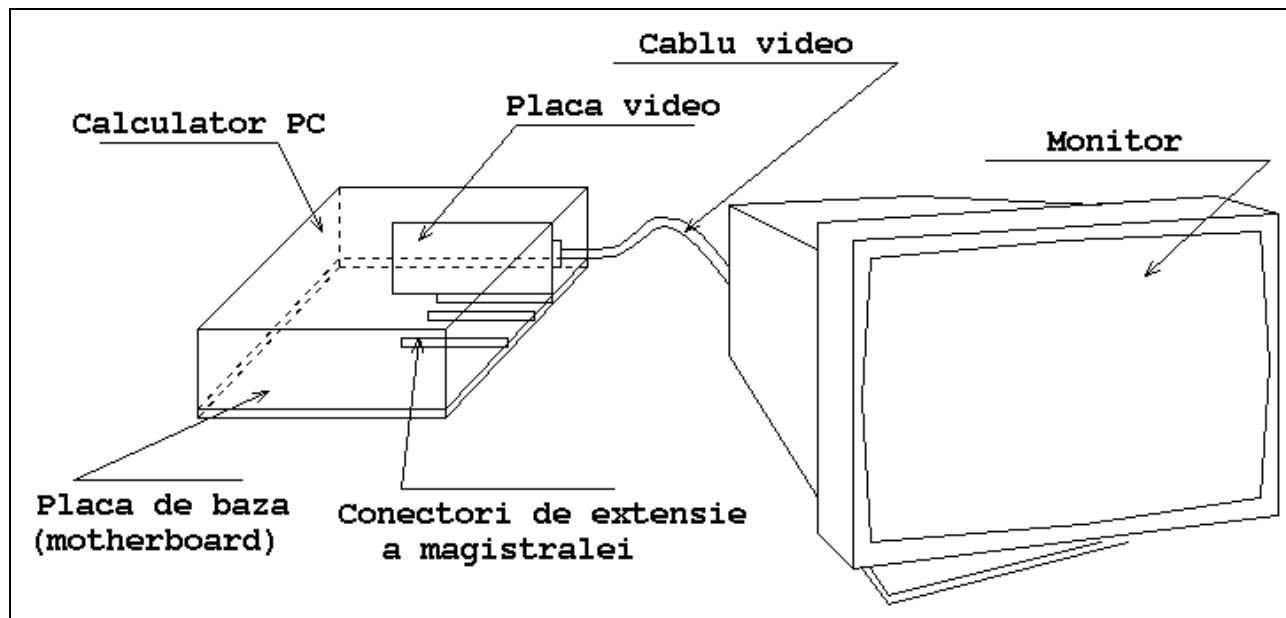


Fig. 1. Interfata video la PC.

In materialul care urmeaza, si care e structurat in doua parti, vom trece in revista caracteristicile mai importante si diversele functii pe care realizeaza cele doua componente video: placile video si monitoarele, acestea din urma constituind subiectul articolului din numarul viitor.

### Partea I. Placile video

#### 1. Introducere

Placa video este ansamblul de circuite care realizeaza prelucrarile finale ale informatiei ce va fi afisata pe ecranul monitorului, generand totodata comenzile de afisare necesare spre monitor.

Modul de afisare a datelor pe ecranul monitorului se face in mod similar operatiei de citire a unei carti: prin baleiere de la stanga la dreapta, si de sus in jos, punct-cu-punct (pixel-cu-pixel). Astfel, comenzile de afisare generate de placa video constau din: informatia de culoare a fiecarui punct de afisare (pixel) in parte (rosu/verde/albastru) [*RGB - Red/Green/Blue*], si din semnalele de sincronizare a baleierii pixelilor: pe orizontala (*semnal sincro-linii*) [*Horizontal Sync*] si pe verticala (*semnal sincro-cadre*) [*Vertical Sync*].

Dintre functiile realizate de placile video, se pot enumera: stabilirea dimensiunii de afisare (*adresabilitatii pixelilor*) [*pixel addressability*]: 640x480, 800x600, etc., confundata frecvent cu notiunea de rezolutie; numarul maxim de culori ce pot fi afisate; generare automata de caractere; diverse operatii pe zone de pixeli (umplere cu o culoare data, deplasare); etc.

Materialul prezentat in continuare este structurat astfel:

Urmatorul paragraf va trata arhitectura de principiu si va descrie componentele uzuale ale placii video, explicand rolul si functionarea fiecareia in parte.

In paragraful 3, vom detalia specificatiile si caracteristicile generale ale placilor video.

Parcursirea diferitelor standardizari ale placilor video va ocupa paragraful 4, dupa care, in final, vom realiza o clasificare a placilor video dupa domeniile de utilizare, cu exemple.

In incheierea primei parti, vom sintetiza concluziile sub forma unor sfaturi utile cumparatorilor de placi video.

## 2. Arhitectura si partile componente ale unei placi video uzuale

Componentele de baza ce alcatuiesc arhitectura unei placi video (Fig. 2. si Fig. 3.) sunt: *memoria video* [video memory], *coprocesorul video* [graphic processor, video chipset], *registrii de deplasare* [shift registers], *controllerul de atribute* [attribute controller], *circuitele de conversie analog-numerică* [RAMDAC], *video-BIOS*, *controllerul de magistrala* [bus controller], *generatoare de tact* [clock synthesizer].

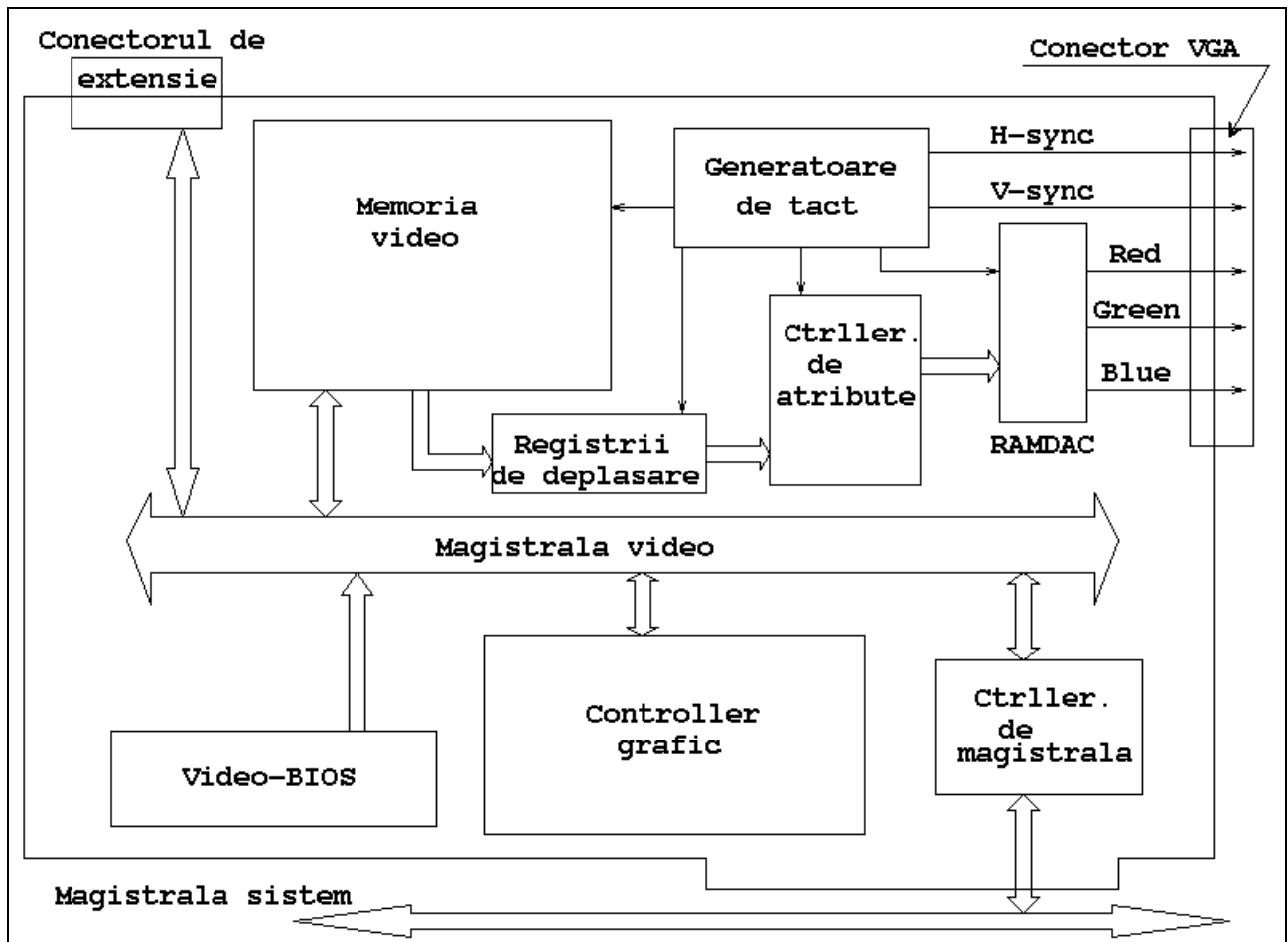


Fig. 2. Arhitectura unei placi video.

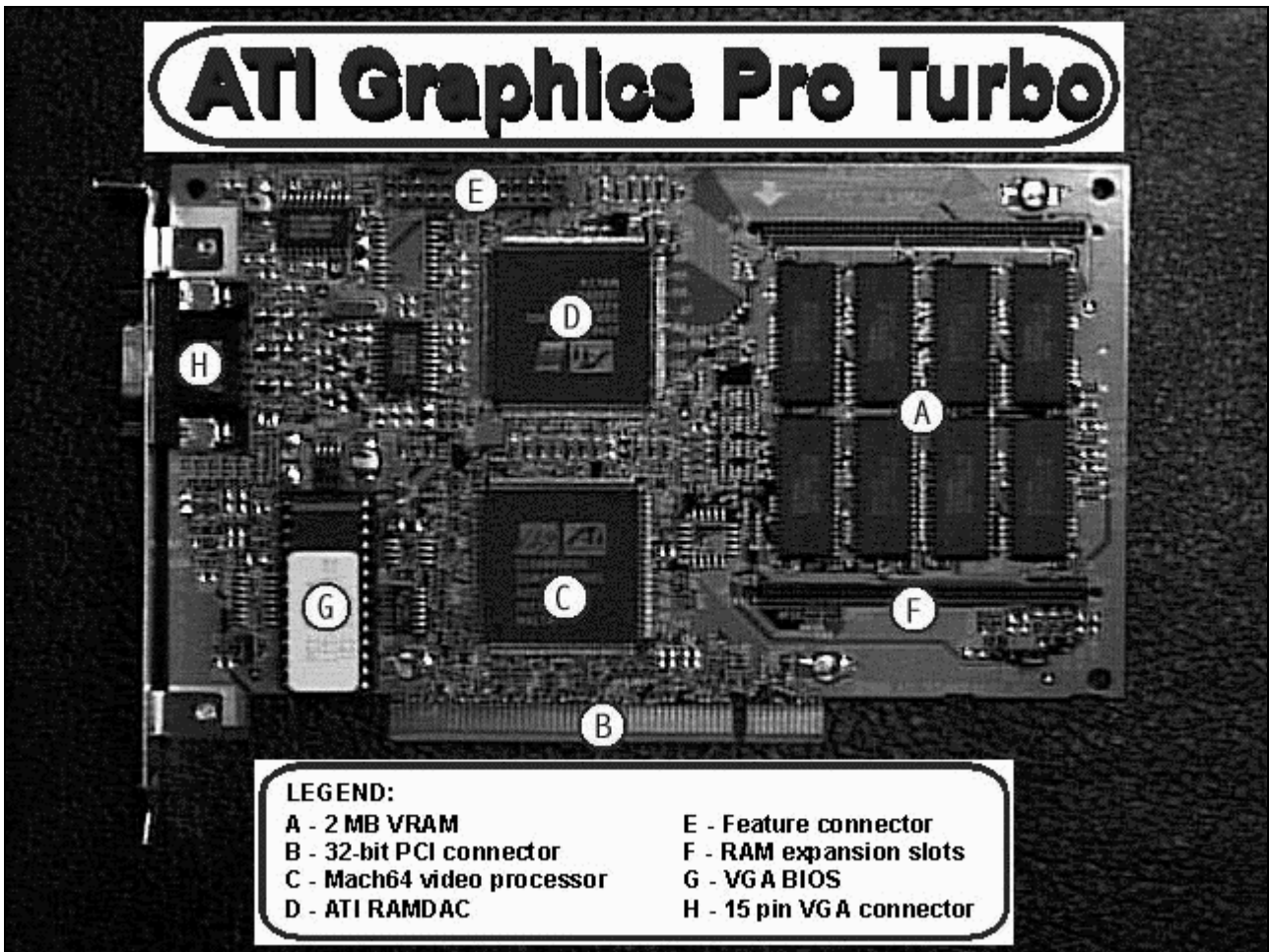


Fig. 3. Exemplu de placa video, cu indicarea componentelor principale.

### 2.1. Memoria video

Memoria video contine toata informatia necesara afisarii datelor pe ecranul monitorului, la orice moment dat de timp.

Astfel, memoria e structurata in asa-numitele "plane de biti" [bit planes], fiecare plan avand  $X \times Y$  biti (Fig. 4).

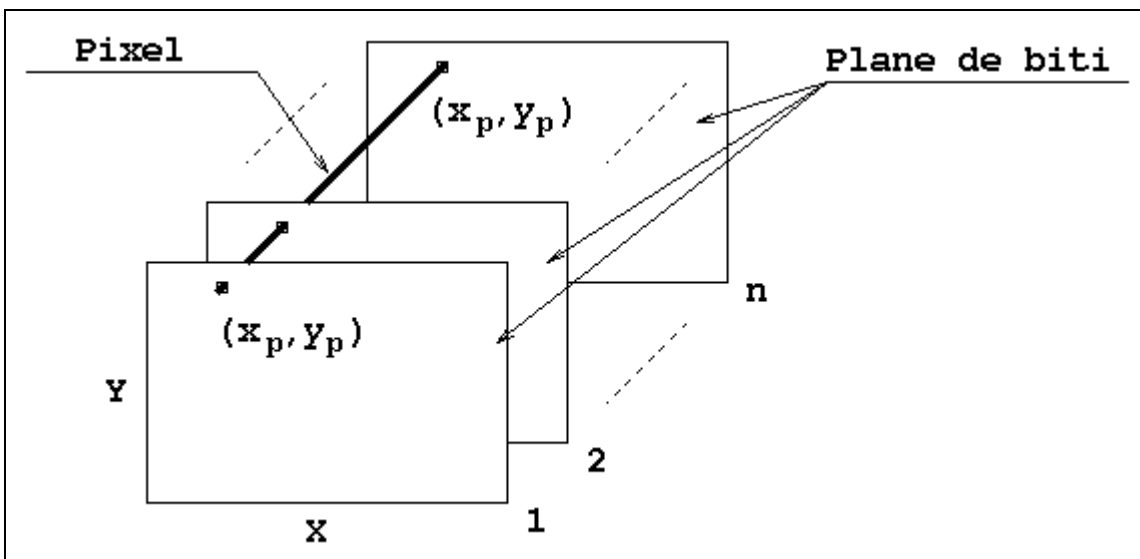


Fig. 4. Memoria video.

Dimensiunile X si Y dicteaza adresabilitatea pixelilor pentru afisarea pe monitor. Adresabilitatile standard de pixel sunt prezentate in Tab. 1., unde C.A. reprezinta *coeficientul de aspect (raportul de aspect) [aspect ratio]* al imaginii generate pe ecran.

X x Y	C.A.
640 x 480	4 : 3
800 x 600	4 : 3
1024 x 768	4 : 3
1280 x 960	4 : 3
1280 x 1024	5 : 4
1600 x 1200	4 : 3
1600 x 1280	5 : 4

Tab. 1. Adresabilitatile standard de pixel.

Numarul n de plane de biti se numeste *adancimea de culoare [colour depth]*, si dicteaza numarul maxim de culori ce pot fi afisate pe ecran la un moment dat:

$$\text{nr. maxim de culori} = 2^n$$

Valori uzuale pentru n sunt: 1 (2 culori posibile), 2 (4 culori), 4 (16 culori), 8 (256 culori), 15 (32k culori), 16 (64k culori), 24 (16.7M culori).

Astfel, un pixel cu coordonatele (Xp, Yp) pe ecran, va fi descris in memoria video de cate un bit de coordonate (Xp, Yp) in fiecare din cele n planuri de biti.

In acest moment suntem in masura sa raspundem la intrebarea:

"Cum putem calcula cata memorie video ne este necesara pentru placa video ?"

Raspunsul depinde de cele doua elemente esentiale ale afisarii: adresabilitatea dorita, si adancimea de culoare dorita. Relatia de calcul a memoriei video minime necesare este:

$$((\text{adresabilitatea pe orizontala}) * (\text{adresabilitatea pe verticala}) * (\text{adancimea de culoare})) / 8 \text{ octeti}$$

Astfel, daca aplicatiile pe care le utilizam necesita o configuratie a afisarii de tipul: 1024x768 cu 256 culori (2^8 culori), relatia devine:

$$(1024 * 768 * 8) / 8 = 786432 \text{ octeti}$$

deci 1MB de memorie video e suficienta pe placa noastra video.

**Observatie:** Anumite variante constructive de placi video mai utilizeaza memoria video si pentru stocarea altor caracteristici ale imaginii de afisat (informatii despre fonturi, texturi ale suprafetelor afisate, etc.). In aceste cazuri s-ar putea ca memoria necesara sa fie mai mare decat ar rezulta din relatia de mai sus.

Din punct de vedere constructiv, memoria video este de tip *RAM dinamic (DRAM)*, in mai multe variante. Memoria RAM dinamica are avantajul densitatii mari de integrare si deci al raportului capacitate/preț mare, dezavantajul fiind, in schimb, necesitatea reamprospatarii periodice a informatiei continute [*DRAM refresh*]. Astfel incat, in *intervalul de reamprospatare [duty cycle]*, nu se pot face accesele normale de citire/scriere la memorie.

Un alt dezavantaj il reprezinta faptul ca la un moment dat se poate face doar un singur acces la memorie (citire sau scriere). La nivelul placii grafice au insa loc doua tipuri de transfer de date: transferul informatiei de la unitatea centrala a calculatorului, la memoria video; si transferul datelor din memoria video spre registrii de deplasare, pentru afisarea imaginii pe ecran. Deci capacitatea totala de acces la memorie va trebui impartita la 2.

La adresabilitati mari de pixel si la adancimi mari de culoare, spre monitor vor trebui transferate cantitati enorme de date pentru ca afisarea sa nu se altereze (*rata de reamprospatare a imaginii [monitor refresh rate]* va fi mare), ceea ce cu unele tipuri de memorie video nu se reuseste.

In incercarea de a elimina dezavantajele enumerate mai sus (si deci de a creste capacitatea totala de acces la memoria video), s-au conceput diverse alte variante de memorie RAM, printre care se remarca prin performante, varianta *VRAM [Video RAM]*.

Memoria VRAM este o memorie DRAM de tip dual-port, adica suporta doua accese simultane (citire sau scriere), dubland astfel capacitatea totala de acces la ea. Necesitatea reamprospatarii informatiei din memorie se pastreaza, fiind tot RAM dinamica. In schimb contine un registru de deplasare propriu, cu incarcare paralela (echivalentul unui ciclu de citire), de capacitate foarte mare (un rand intreg din matricea memoriei). Acest registru poate

fi sincronizat separat de accesesele normale la memorie, si e utilizat pentru reamprospatarea video. Astfel, daca la memoria DRAM clasica, reamprospatarea imaginii afisate ocupa un procent de 50% din accesesele la memoria video, in cazul memoriei VRAM, operatia ocupa 0.5%!

Tab. 2. prezinta variantele de memorie RAM utilizate la memoria video.

Tip	Semnificatie	Frecv. pe mag. I/O [MHz]	Timpii de acces totali [ns]	Observatii
FPM DRAM	Fast Page-Mode DRAM	25-33	80	Memoria DRAM clasica.
EDO DRAM	Extended Data-Out DRAM	40-50	100	Cu putin mai scumpa ca varianta clasica.
VRAM	Video RAM	*	*	Foarte eficienta, mai ales pentru aplicatii pretentioase. Solutie scumpa.
WRAM	Window RAM	50	*	Tot de tip dual-port, dar cu 20% mai ieftina ca VRAM. Optimizata pentru diferite operatii grafice primare.
S DRAM	Synchronous DRAM	66-100	102-75	*
R DRAM	Rambus DRAM	250	108	*
M DRAM	Multibank DRAM	125-166	22-19	Utilizeaza tehnica de acces la mai multe blocuri de memorie, intretesute.
SG DRAM	Synchronous Graphics DRAM	*	*	*
E DRAM	Enhanced DRAM	*	*	*

Tab. 2. Variante de RAM pentru memoria video.

## 2.2. Coprocesorul video

Coprocesorul video este "creierul" unei placi grafice. Printre functiile sale principale, enumeram:

- coordonarea operatiilor de transfer de date de pe magistrala sistem spre memoria video, si din memoria video spre circuitele dedicate afisarii pe ecran a imaginii;

- interpretare si executie de comenzi video primare, primite de la unitatea centrala;

- structurarea memoriei video in planuri de biti si comanda tacturilor de sincronizare in consecinta, functie de modul grafic ales;

- *functii de accelerare 2D [GUI acceleration - Graphical User Interface acceleration]*: manipulari de imagini bitmap sau pixmap, mutari de zone de imagine, manipulari de ferestre dreptunghiulare, umplerea unor zone de imagine cu culoare plina, sau cu diferite modele, trasarea de linii, poligoane, etc.

- *functii de accelerare 3D [3D acceleration]*: mapari de texturi [*texture mapping*], umbriri dupa algoritmul Gouraud [*Gouraud shading*], scalare video [*video scaling*], efecte de ceaata [*fog effects*], suprapuneri alfa de imagini [*alpha blending*], decupari de ferestre [*window clipping*], diverse filtre, etc.

- in unele cazuri, contin si controllerul de atribute, circuitele de conversie numeric-analogica [RAMDAC] sau generatoarele de tact, integrate in acelasi chip.

Dintre chipset-urile mai frecvent intalnite pe piata, la capatul de jos al scalei, atat ca pret, cat si ca performanta, se gasesc produsele "Trident Microsystems" (Tab. 3.):

Modelul de chipset	Observatii
TVGA8900C	Proiectat pentru magistrale sistem ISA XT/8 biti. Performante foarte slabe.
TVGA9000	Suporta doar 512kB de memorie video. Performante foarte slabe.
TVGA9400CXi	Suporta 2MB memorie video, modul True Color (16.7 mil. de culori). Facilitati de accelerare.
TGUI9440AGi	Timpii de sincronizare DRAM agresivi. Accelerata. Rapida.

Tab. 3. Chipset-uri "Trident Microsystems".

Chip-urile "Cirrus Logic, Inc." se gasesc tot in partea inferioara a scalei pret, performanta. Circuitele lucreaza cu memorie DRAM, si contin, in majoritate, cateva functii de accelerare. De asemenea Cirrus Logic sunt cunoscuti pentru integrarea in acelasi chipset a altor componente de placa video (RAMDAC, generatoare de tact, etc.) inca de la primele generatii de circuite realizate:

Modelul de chipset	Observatii
seria CL-GD542x	Procesoare grafice, cu 32 biti interfata cu memoria video, si 16 biti interfata su magistrala sistem (ISA, sau VLB). Toate modelele din aceasta serie au facilitati minime de accelerare 2D.
seria CL-GD543x/4x ('Alpine')	Interfata cu memoria video - pe 64 biti. Maxim 2MB memorie. Arhitectura interna pe 64 biti, cu accelerare.
Seria CL-G546x ('Laguna')	Chipuri puternic accelerate 3D. Suporta memorie de tip RDRAM, sau SGDRAM.

Tab. 4. Chipset-uri "Cirrus Logic, Inc.".

Cei de la "S3, Inc." s-au remarcat la inceput ca producatori de chip-uri de inalta performanta. Produsele mai recente se orienteaza insa spre zona de performante medii. Utilizeaza algoritmi si implementari eficiente pentru accelerare 2D sau 3D, la chipset-urile accelerate. De asemenea, mai produc o larga varietate de circuite auxiliare pentru placile video: RAMDAC, generatoare de tact, diferite controllere. Modelele 8xx lucreaza cu memorie video tip DRAM, iar modelele 9xx, cu VRAM:

Modelul de chipset	Observatii
S3-911	Chip S3 de prima generatie, bazat pe memorie tip VRAM. Performanta DOS foarte slaba.
S3-801	Chip de generatia a doua. Interfata cu memorie tip DRAM, pe 32 biti.
S3-864	Chip din seria Vision pe 64 biti. Suporta 2MB memorie DRAM. Facilitati de accelerare pe 64 biti.
Trio64V+	Procesor ce incorporeaza si RAMDAC, si generatorul de tact. Accelerare 2D si video, relativ performanta.
S3-ViRGE	Nucleu 2D Trio64V+, cu facilitati de accelerare 3D. Lucreaza cu EDO DRAM.

Tab. 5. Chipset-uri "S3, Inc".

La extrema de inalte perfomante (si preturi), se situeaza coprocesoarele "Matrox". Caracteristica generala a acestor chipset-uri o constituie performantele excelente de accelerare 2D si 3D, si foarte slabe pentru modurile de lucru VGA (DOS) (cu exceptia modelului "Millenium"). Toate procesoarele Matrox lucreaza cu memorii de inalta performanta (Window RAM, Synchronous Graphics RAM):

Modelul de chipset	Observatii
MGA-2064W	Accelerator 3D pe 64 biti, PCI. Lucreaza cu pana la 8MB memorie tip WRAM. Capabil de adresabilitati de 1600x1200 la viteze foarte mari. Contine si un nucleu VGA pe 32 biti rapid.
MGA-1064SG	Accelerator 3D si 2D pe 64 biti. Lucreaza cu pana la 4MB de memorie tip SGRAM.

Tab. 6. Chipset-uri "Matrox".

### 2.3. Controllerul de atribute

Apare ca circuit distinct la placile de generatii vechi, in prezent constituindu-se ca parte a coprocesorului video sau a RAMDAC.

Functiile sale sunt de stabilire a diverselor atribute (culori, texturi, umbrire, invers video [*reverse video*], afisare intermitenta [*blinking*]) ale imaginilor ce vor fi afisate pe ecran.

Stabilirea atributului de culoare, de exemplu, se efectueaza pe baza asa-numitelor *tabele de referire* [LUT - *Look-Up Table*]. LUT este o tabela (matrice), cu n linii si m coloane, unde n este adancimea de culoare (numarul de planuri de biti ce structureaza memoria video) in modul video curent. Astfel, in loc de  $2^n$  culori posibile, se vor putea

afisa  $2^n$  nuante dintr-o paleta de  $2^m$  culori posibile. LUT este implementata printr-o memorie interna controllerului de attribute, si e programata in prealabil cu paleta de culori dorita.

## 2.4. Circuitele de conversie numeric-analogica

Necesitatea folosirii convertoarelor numeric-analogice [*RAMDAC - RAM Digital-to-Analog Converter*] a aparut odata cu inlocuirea monitoarelor digitale (TTL) cu cele analogice. Avantajul celor din urma este ca POT AFISA o infinitate de nuante. Diferenta dintre ele este data in principiu de tipul semnalelor de intrare ce descriu culoarea pixelului de afisat pe ecran: semnale digitale (TTL), sau analogice - unul pentru culoarea rosie, unul pentru albastru si unul pentru verde (RGB).

Prin urmare, fiind vorba de trei semnale analogice, vor exista trei convertoare analog-numeric identice, cu cate m intrari fiecare. Rezulta ca practic se vor putea afisa  $2^{(3*m)}$  nuante. Valorile uzuale pentru m sunt: 6 (placile VGA vechi), obtinandu-se un maxim de 262144 culori, si 8 (placile video actuale), cu un maxim de 16.7 milioane de nuante.

Cu cat cerintele de performanta ale afisarii (adresabilitate de pixel/adancime de culoare/rata de reamprospatare video) au crescut, cu atat mai performant a trebuit sa devina RAMDAC.

De exemplu, pentru o afisare 800x600 in 16.7 mil. de culori, si la o rata de reamprospatare video de 70Hz cu rastru neantretesut, RAMDAC va contine trei convertoare analog-numeric pe 8 biti, functionand la frecventa de peste  $800*600*70 \text{ Hz} = 33.6 \text{ MHz}$  ! Nu s-au luat in considerare in calculul anterior timpii suplimentari de revenire pentru baleierea pe orizontala si pe verticala.

## 2.5. Video-BIOS

Programele (codul) care spun calculatorului cum sa acceseze placa video sunt stocate pe placa video insasi, intr-o memorie de tip ROM [*Read-Only Memory*] (de regula reprogramabila: *EEPROM - Electronically Erasable Programmable ROM*). Orice operatie de accesare a placii video se face prin intermediul rutinelor video-BIOS [*video Basic Input/Output System*].

De asemenea, unele placii video retin in video-BIOS informatii de configurare si informatii referitoare la modul video curent in care se gaseste placa.

Din cauza ca toate accesese la placa video se fac cu citirea pealabila a video-BIOS, si din cauza ca accesarea memoriei de tip ROM este mai lenta ca a memoriei operative (DRAM), calculatoarele mai noi ofera facilitatea de "dublare BIOS" [*BIOS shadowing*]. Adica utilitarul SETUP de la pornirea calculatorului poate face o copie a video-BIOS in zona de memorie operativa (DRAM) cuprinsa intre 640kB si 1MB. Accesese la placa video se vor face prin intermediul copiei video-BIOS din DRAM [*shadow RAM*], marind astfel viteza de lucru cu placa.

## 2.6. Controllerul de magistrala

Are rolul de interfata intre unitatea centrala a calculatorului gazda, si placa video, prin intermediul magistralei sistem.

Variantele uzuale de magistrale sistem sunt:

- *ISA [Industry Standard Architecture]*: Standard de magistrala sistem pe 16 biti (variantele ISA-XT erau pe 8 biti), functionand pana la viteze de 8.33 MHz. Marea majoritate a perifericelor sub forma de placii inserabile [add-in card], precum modemuri, placii de sunet, interfete de CD ROM, sunt de tip ISA inca.

- *EISA [Extended ISA]*: Standard de magistrala pe 32 biti, si viteze de pana la 8.33 MHz. A aparut in primul rand pentru a concura magistrala MCA a lui IBM. EISA este un standard perimat.

- *VLB [VESA Local Bus]*: Standard de magistrala pe 32 biti. A fost conceput pentru a furniza latime de banda mai mare decat la ISA, pentru placile video. Este optimizat pentru procesorul i486, si functioneaza pana la viteze de 40 Mhz cu o singura placa pe magistrala, sau pana la 33 MHz, cu doua placii.

- *PCI [Peripheral Components Interconnect]*: Este in principiu echivalentul Pentium al lui VLB, cu imbunatatiri. Este un standard pe 64 biti, desi in prezent exista doar implementari pe 32 biti. Viteza maxima este de 33 MHz, asincron, deci indiferent de tactul procesorului. Permite accesul a mai mult de doua circuite pe magistrala (spre deosebire de VLB).

## 2.7. Conectorul de extensie

Ideea de la care s-a plecat a fost ca sa se creeze o posibilitate de accesare a memoriei video intr-un mod direct, ocolind unitatea centrala (procesorul) si magistrala sistem. Uzuual, conectorul de extensie [*feature connector*] este folosit de catre placii de captura video, placii decodare MPEG, placii tuner-TV, etc, oferind o latime de banda ideala pentru rulare de clipuri video.

Standardul VGA de conector de extensie este limitat insusi standardul VGA: adresabilitatea de pixel 320x200 cu 256 de culori.

Standardul VESA Media Channel - VMC, implementeaza de fapt un sistem complet de magistrala, ce permite pana la 15 dispozitive sa imparta memoria video si RAMDAC de pe placa video.

### 3. Caracteristici generale ale placilor video

In cele ce urmeaza vom trece in revista pe scurt principalele specificatii si caracteristici ale placilor video.

#### **pixel:**

Este elementul unitate al afisarii la un moment dat, din punctul de vedere al placii video. Este caracterizat de coordonatele pe orizontala si verticala (X, Y) ale pozitiei sale in cadrul [frame] de afisat, si de informatia de culoare (sau nivelul de gri) caracteristica. Nu exista pe ecranul monitorului nici un obiect fizic real care sa poata fi numit pixel, el existand doar in memoria video a placii grafice. Pe ecran, un pixel poate fi mai mare, egal, sau mai mic decat un punct luminos (elementul de rezolutie al ecranului); depinzand de adresabilitatea de pixel a modului curent video al placii, si de capacitatile monitorului. Daca pixelul e mai mare ca elementul de rezolutie a ecranului (cazul cel mai frecvent, si preferabil), imaginea afisata va fi clara, cu toate detaliile vizibile; un pixel va fi format din mai multe puncte luminoase pe ecran. Acest caz corespunde unui mod video in care adresabilitatea de pixel este mai mica decat capacitatile maxime de afisare ale monitorului. In celelalte cazuri, detaliile imaginii devin din ce in ce mai mici si mai greu de afisat, rezultand in extremis o imagine neclara.

#### **adresabilitatea pixelilor [pixel addressability]:**

Numarul de pixeli pe care cartela grafica ii poate afisa intr-un anumit mod video. Se exprima in (nr. de pixeli pe orizontala) x (nr. de pixeli pe verticala). Este frecvent confundata cu notiunea de rezolutie, care e o caracteristica a monitorului. Este dependenta de dimensiunea si structurarea memoriei video, si de frecventa maxima de lucru a RAMDAC. Tab. 1. prezinta adresabilitatile standard de pixel la PC.

#### **adancimea de culoare [color depth]:**

Numarul de biti utilizati in memoria video pentru exprimarea informatiei de culoare a fiecarui pixel. Este echivalent cu numarul de planuri de biti [bit planes] care structureaza memoria video. De asemenea depinde ca valoare maxima de latimea in biti a intrarii RAMDAC. Valori uzuale pentru adancimea de culoare sunt: 1 (2 culori posibile - afisare monocroma), 2 (4 culori), 4 (16 culori), 8 (256 culori), 15 (32k culori), 16 (64k culori, afisare denumita "*High Color*"), 24 (16.7M culori, denumita "*True Color*" deoarece ochiul uman poate distinge doar 5-6 milioane de nuante diferite). Placile video cu adancimi de culoare mai mari ca 24, de exemplu, 32, sunt de obicei tot True Color cu facilitati de extensie. Planele de biti de extensie (8 in cazul a 32 de biti) sunt folosite pentru stocarea altor atribute per pixel (textura, informatie de adancime 3D [*z-buffer*], etc.).

#### **ceasul de punct (frecventa de pixel) [dot clock, pixel rate]:**

Este frecventa maxima cu care placa video poate transfera spre monitor informatia completa necesara afisarii unui pixel pe ecran. Se masoara in MHz, si este strict dependenta de frecventa maxima de lucru a RAMDAC. Este o masura indirecta a performantelor placii: adresabilitatea de pixel si rata de reamprospatare verticala maxime. Un calcul aproximativ al frecventei de pixel necesara unei adresabilitati XxY si pentru o rata de reamprospatare verticala R, tinand cont si de timpii de revenire pentru baleierea pe orizontala si cea pe verticala, este:

$$\text{frecventa de pixel} = (1.33 * X) * (1.05 * Y) * R$$

#### **latimea de banda video [video bandwidth]:**

Este o caracteristica sinonima frecventei de pixel, descrisa anterior.

#### **rata de reamprospatare pe orizontala (frecventa de linii) [horizontal refresh/scan rate]:**

Este frecventa, exprimata in kHz, cu care este baleiata (afisata) o linie orizontala de imagine pe ecran.

#### **rata de reamprospatare pe verticala (frecventa de cadre, rata video) [vertical refresh/scan rate]:**

Numarul de cadre [frames] ce pot fi afisate intr-o secunda pe ecranul monitorului. Un cadru acopera toata suprafata de afisare a unui monitor, si este compus dintr-un numar dat de linii orizontale. Reprezinta o caracteristica de baza in masurarea performantelor cuplului placa video - monitor. Pentru ca afisarea sa fie de calitate (fara palpairi [flickers], eventual cu rastu neantretesut [noninterlaced]), este necesara o rata video de minim 60Hz pentru orice adresabilitate de pixel folosita.

#### **latimea magistralei video [video bus]:**

Este dictata de coprocesorul grafic de pe placa video. Poate influenta performantele placii grafice intr-un mod direct proportional. In majoritatea cazurilor insa, gatuirea vitezei de procesare grafica apare la magistrala sistem si la procesorul calculatorului gazda, nu la componentele placii video.



### **facilitati de accelerare 2D [2D acceleration, GUI acceleration - Graphical User Interface acceleration]:**

Asa-numitele interfete grafice cu utilizatorul [GUI - Graphical User Interface], cum sunt, de exemplu: X-Windows si Open-Windows sub UNIX, Microsoft Windows xx sub DOS, OS/2, necesita lucrul in moduri video mult mai pretentioase decat modul VGA standard. De asemenea o multime de aplicatii specializate mai ales pe proiectare asistata [CAD - Computer Aided Design]. Pentru manipularea unor entitati in aceste medii grafice, e necesara prelucrarea unui numar enorm de date intr-un timp cat mai scurt. Daca se utilizeaza o placa video clasica, neaccelerata, aceste prelucrari va trebui sa le execute procesorul calculatorului gazda. In plus, datele prelucrate de procesor vor trebui trimise spre placa video spre afisare, prin intermediul magistralei sistem. De aici rezulta cel putin doua inconveniente de ordin major:

- procesorul calculatorului va fi ocupat mai tot timpul cu operatii legate de prelucrarea informatiei video utilizata de mediul grafic. Astfel ca ramane foarte putin timp pentru celelalte operatii cerute de utilizator;
- de obicei latimea de banda a magistralei sistem, pe langa faptul ca e relativ mica pentru astfel de transferuri intensive de date grafice, mai trebuie sa si fie impartita cu celelalte dispozitive conectate la ea, uneori si acestea generatoare de tranferuri masive de date: controller de hard-disc, de floppy-disc, placa de retea, etc.

Sa consideram ca exemplu mutarea unei ferestre dintr-unul din mediile grafice amintite mai sus. In modul standard VGA, cu o placa neaccelerata, operatia ar presupune urmatoorii pasi (aproximativ):

- transfer pe blocuri din memoria video in memoria operativa a calculatorului (PC RAM), pentru retinerea continutului ferestrei;

- transfer din PC RAM spre memoria video (MV) pentru umplerea zonei in care se afla fereastra, cu fundalul de desubt;

- transfer din MV in PC RAM pentru salvarea zonei peste care se va suprapune fereastra mutata;

- transfer din PC RAM in MV pentru plasarea continutului ferestrei in cauza la noua locatie de pa ecran.

Se observa clar cantitatea enorma de date ce va trebui transferata din MV, prin magistrala sistem, in procesor, si in CP RAM, si vice-versa.

Placile video accelerate contin un procesor grafic propriu, care este in stare sa preia aproape toate sarcinile de prelucrare grafica de la procesorul principal. De exemplu, poate efectua operatii de umplere de zone dreptunghiulare cu o culoare plina sau cu un model, salvare/incarcare in/din memorie a continutului unei zone dreptunghiulare de imagine, trasari de linii sau poligoane, etc. Astfel, transferul informatiei grafice se va face local, intre memoria video si procesorul grafic al placii, utilizand magistrala video.

Utilizand o placa video accelerata, in exemplul anterior procesorul principal va transmite placii doar urmatoarele comenzi:

- instructiunea 'muta fereastra';

- identificatorul ferestrei despre care e vorba;

- adresa (locatia) unde sa se mute fereastra.

### **facilitati de accelerare 3D [3D acceleration]:**

Ecranele monitoarelor sunt, in marea lor majoritate, bidimensionale. Ca rezultat, obiectele reprezentate intr-un calculator sunt bidimensionale: text, desene, imagini, animatie. Cum lumea inconjuratoare este tridimensionala, in tot mai multe aplicatii s-a impus reprezentarea reala a obiectelor, adica 3D. Acest lucru inseamna ca obiectele respective sunt definite si reprezentate INTERN 3D, si afisate pe ecranul monitorului, 2D, prin diferite proceduri de transformare numite proiectii [rendering].

In prezent, reprezentarea 3D a unui obiect in calculator se face prin asa-numitele *retele poligonale* [meshwork of polygons] - de obicei retele de triunghiuri. O reprezentare 3D minimala, va contine urmatoorii parametrii:

- coordonatele colturilor fiecarui triunghi din retea de reprezentare;

- normala la suprafata fiecarui triunghi (sau vertex-ul), pentru a defini pozitia lui fata de interiorul obiectului;

- caracteristicile suprafetei triunghiurilor (culoare, textura, proprietati de reflexie a luminii);

- coordonatele observatorului;

- coordonatele si intensitatile surselor de lumina;

- localizarea si orientarea suprafetei pe care se va face proiectia intregii scene (va coincide cu ecranul monitorului).

Ca urmare procesorul grafic al unei placii video accelerate 3D va fi optimizat pentru astfel de operatii.

## **4. Diferitele standarde de placii video**

### **MDA [Monochrome Display Adapter]:**

Prima generatie de placii video, ce intrau in componenta calculatoarelor IBM PC. Putea sa afiseze doar text monocrom, la o adresabilitate de pixel de 720x350 si o rata de reamprospatare pe verticala de 50 Hz.

### **Placa grafica Hercules:**

Construita de "Hercules Computer Technology, Inc.". Compatibila MDA, cu extensii pentru grafica la o adresabilitate de pixel de 720x348. Foarte populara.

### **CGA [Color Graphics Adapter]:**

Realizata de IBM. Suporta 4 culori in modul grafic, si 8 in modul text, la o adresabilitate de pixel de 640x200, si o rata video de 60 Hz. Aceasta adresabilitate limitata determina slaba calitate a textului afisat. O alta problema a acestor tipuri de placi, este ca accesul procesorului la ele se interfereaza cu operatiile de reamprospatare a imaginii, provocand 'zapada' pe monitor si palpaii deranjante ale imaginii afisate in unele aplicatii.

### **EGA [Enhanced Graphics Adapter]:**

Urmatoarea generatie de placi grafice IBM. Poate afisa 16 culori dintr-o paleta de 64, la adresabilitatea 640x350, si rata video de 60 Hz. De asemenea, este compatibila inapoi cu CGA.

### **VGA [Video Graphics Array]:**

Este un standard stabilit de IBM pentru a imbunatati performantele placilor EGA cu care este compatibil inapoi. Poate afisa text in 16 culori, la o adresabilitate de 720x400, si grafica in 16 culori la o adresabilitate de 640x480. Oferă un numar de rutine grafice de nivel foarte jos. Toata prelucrarea informatiei grafice o face procesorul calculatorului gazda. Oferă posibilitatea schimbarii 'din mers' intre 5 moduri video text, si 10 moduri video grafice. Utilizeaza semnale analogice de afisare spre monitor. Intra in componenta oricarei placi grafice actuale (fiind un standard de lucru mai ales in DOS). Calculatoarele PC booteaza in modul VGA 7: text, 80x25 caractere, monocrom, 720x400 adresabilitate de pixel.

### **IBM 8514/a:**

Urmatoarea generatie de placi grafice oferite de IBM. Extinde performantele standardului VGA prin marirea adresabilitatii de pixel (1024x768) la 256 culori, dar cu rastu intretesut. De asemenea introduce trei moduri video noi, toate fiind moduri grafice la 256 culori. Oferă cateva facilitati de accelerare 2D: transferuri de zone de memorie video, desenari de linii, decupari de ferestre dreptunghiulare din imaginea afisata. Din cauza ca nu e compatibil cu standardul VGA impus deja la toate PC-urile, a fost respins de piata de calculatoare personale.

### **XGA [eXtended Graphics Arapter]:**

Prima generatie de placi video IBM care utilizeaza VRAM, putand fi configurata pentru 500kB sau 1MB de memorie video. Contine, de asemenea, facilitati de accelerare 2D, care il fac mai rapid ca standardul VGA, pentru unele aplicatii. Introduce inca un mod video text nou (1056x400 la 16 culori), si doua moduri video grafice: (640x480 la 64k culori) si (1024x768 la 256 culori) pentru 1MB memorie video. Nici acesta nu a fost adoptat de industria PC.

### **SVGA [Super VGA] si UVGA [Ultra VGA]:**

Nu sunt standarde propriu-zise, astfel ca semnificatia lor variaza de la producator la producator. Majoritatea placilor video disponibile in prezent sunt denumite SVGA, insemnand in principiu, ca ofera un superset al rutinelor si facilitatilor standardului VGA. Cu alte cuvinte, orice mod video mai bun ca (640x480 la 16 culori) e un mod SVGA. Alte pareri sugereaza ca SVGA cuprinde modurile 800x600, in timp ce UVGA - modurile 1024x768. Totusi, absenta unor standarde reale transforma termenul SVGA intr-unul inutil, in timp ce UVGA este foarte rar folosit.

### **VESA SVGA:**

Din dorinta de a permite programatorilor scrierea de cod generic SVGA care sa functioneze pe o gama larga de placi 'SVGA', VESA [Video Electronics Standard Association] au definit o interfata standard pentru functii SVGA. Acest standard se poate intitula mai corect 'VESA VGA BIOS Extensions'. Printre functiile incluse in standard, sunt, de exemplu, cele de determinare a modului video curent al placii, de determinare a diferitelor rutine disponibile in modul video curent, cum este accesata memoria video, etc. Modurile video definite de VESA sunt prezentate in Tab. 7.:

<b>Numar mod video</b>	<b>Adresabilitate de pixel</b>	<b>Numar culori</b>
100h	640 x 400	256
101h	640 x 480	256
102h	800 x 600	16
103h	800 x 600	256
104h	1024 x 768	16
105h	1024 x 768	256
106h	1280 x 1024	16
107h	1280 x 1024	256

Tab. 7. Modurile video VESA SVGA.

## 5. Clasificare dupa domeniile de utilizare

In cele ce urmeaza vom trece pe scurt in revista piata de placi video actuala din punctul de vedere al unui virtual cumparator. Am impartit-o in sase grupe de produse, in functie de domeniile de utilizare. De asemenea am inclus pentru fiecare categorie, exemple reprezentative de placi grafice si preturi (orientative - aprilie 1997).

### 5.1. Placi pentru bugete reduse

Majoritatea cumparatorilor din aceasta categorie utilizeaza calculatorul pentru aplicatii de afaceri cum ar fi baze de date, calcul tabelar, posta electronica, pe monitoare relativ mici (pana la 15"). Daca nu si-au cumparat placi grafice mai noi, odata cu trecerea la Windows95 vor avea probleme cu driverele vechi, putin stabile.

Din fericire, cu mai putin de \$100, piata ofera placi video cu suport Windows95 si grafica 2D rapida.

Astfel, se vor gasi placi video pe 32 biti sau 64 biti (referind magistrala video a placii), si cateva chiar pe 128 biti, cum ar fi "Lightspeed 128" produsa de "STB Systems". O alta cerinta ce trebuie impusa la cumparare este ca rata de refresh video sa fie cat mai mare. La o rata de 60 Hz se poate detecta adeseori fenomenul de palpaire a imaginii pe ecran. VESA [Video Electronics Standards Association] recomanda un minim de 75 Hz.

Combinatia adresabilitate de pixel - adancime de culoare preferata va impune minimul de memorie de pe placa. Majoritatea aplicatiilor pentru afaceri vor putea rula corespunzator cu 2MB de memorie video de tip DRAM - cel mai lent tip de memorie video, dar perfect potrivit pentru astfel de aplicatii.

Pentru mai putin de \$100 se gasesc placi pe 64 biti ca "ATI's Video Expression Plus" sau "Diamond's Stealth Video 2500" cu 2MB memorie, si cu facilitati ca suport Plug and Play, set complet de drivere Windows95 si utilitare; placi perfect adecvate categoriei de aplicatii putin pretentioase.

### 5.2. Placi pentru marea masa a cumparatorilor

Utilizatorul care doreste ceva mai mult decat rulara de aplicatii de afaceri este confruntat cu urmatoarea problema: daca sa opteze sau nu pentru accelerare 3D ca facilitate a placii sale video. Raspunsul, bazat pe tehnologia actuala, si costurile relativ reduse, este: categoric 3D!

Producatorii de chipset-uri grafice precum ATI, Matrox, S3 au inceput prin a adauga facilitati 3D procesoarelor lor 2D, dar deja au aparut produsele lor de generatie urmatoare care sunt puternic accelerate 3D. Mai mult, aceste firme au oprit producerea de chipuri fara facilitati 3D! Din acest motiv, placi video numai 2D sunt din ce in ce mai greu de gasit (cu exceptia celor la extrema joasa a scalei pret-performanta).

In plus, placile video de generatie recenta (3D), sunt mai ieftine decat corespondentele lor mai vechi, 2D. Astfel, placile Diamond: Stealth64 Video 2201XL (bazata pe chipset-ul S3 Trio64V+, de ultima generatie exclusiv-2D) costa aprox. \$179, iar Stealth 3D 2240XL (bazata pe chipul S3 ViRGE accelerat 3D), cu aceeasi cantitate de memorie, costa aprox. \$169. Similar, placa Terminator 64/Video (exclusiv 2D) a firmei Hercules costa \$169, in timp ce Terminator 64/3D (bazata pe chipset-ul 3D ViRGE) costa \$129.

Oferirea de suport (drivere, utilitare) pentru sistemul de operare si aplicatiile utilizate curent, sunt un criteriu important de diferentiere al placilor candidate pentru cumparare.

Daca se poate prevedea folosirea placii in viitor pentru aplicatii mai pretentioase, este utila prezenta soclurilor pentru extensie de memorie (desi, cumparand, de exemplu, o placa cu 2MB de memorie instalata plus 2MB module de memorie de extensie, cheltuim mai mult decat daca s-ar cumpara de la inceput o placa cu 4MB de memorie instalata).

Printre produsele mai proeminente din aceasta categorie amintim: "Matrox's Mystique" cu 2MB SGRAM - \$199, "Matrox's Millennium" cu 2MB WRAM - \$219, "ATI's Graphics Pro Turbo" cu 4MB SGRAM - \$299.

### 5.3. Placi optimizate pentru jocuri 3D

In timp ce elita pietii video incearca sa faca dintr-un PC de \$5000 o masina concurenta a statiilor grafice consacrate gen Silicon Graphics, producatorii de masa incearca sa faca PC-ul competitiv cu consolele de jocuri ca Sega sau Sony, care la preturi sub \$200, executa transformari 3D de efect. Astfel ca jocurile 3D au devenit centrul universului graficii pentru calculator.

Revolutia 3D a impartit producatorii din domeniu in doua tabere: firme ca Cirrus Logic si S3, care adauga facilitati 3D acceleratoarelor lor 2D, obtinand astfel produse 3D de masa; si firme relativ noi, ca Nvidia, Rendition sau 3Dfx Interactive, care au introdus un nou curent de procesoare grafice 3D concentrate in special pe performante la jocuri 3D. Acestea din urma se impart la randul lor in doua categorii: placi video 2D sau 3D integrate - "Creative Multimedia's 3D Blaster PCI", bazata pe procesorul grafic Rendition Verite, care cu 4MB EDO DRAM costa in jur de \$199 -, si placi de procesare 3D dedicate, care se alatura placii video normale in calculator - "Diamond's Monster 3D", bazata pe chipul 3Dfx Voodoo, care costa cam \$299 cu 4MB EDO DRAM -.

Pentru cumpararea unei placii video care sa dea intreaga putere jocurilor preferate, va trebui sa alegem producatorul care specifica optimizarea placii expres pentru acele jocuri. Recent, de exemplu, firma ATI anunta suport pentru mai mult de 160 de jocuri, dintre care vreo 15 erau chiar "ATI Enhanced"; Creative Multimedia anunta suport pentru aprox. 60 de jocuri, S3 pentru mai mult de 50, iar Matrox pentru vreo 100.

Oricare ar fi placa aleasa, grafica jocurilor moderne cere cumpararea a cat mai multa memorie video posibila. Astfel, de exemplu, placa video produsa de STB, Velocity 3D, utilizeaza 4MB VRAM pentru operatiile video primare, si optional, 4MB DRAM pentru stocarea altor atribute si operatii, la un cost de aprox. \$299.

#### **5.4. Produse de fuziune (convergenta) video-TV**

In ultimul timp se anunta tot mai multe incercari de realizare a asa-numitului "PC de sufragerie", PC care sa inglobeze cat mai multe caracteristici ale aparatelor casnice, incepand cu receptia TV.

Un produs devenit deja popular este tunerul TV [TV tuner], care permite vizionarea programelor TV pe monitorul unui PC. De exemplu, placa "ATI's All-in-Wonder" permite inclusiv stocarea pe disc a unor portii de programe TV, cautarea de siruri de text predefinite in acestea, si alertarea utilizatorului cand se discuta subiectul dorit. De asemenea, "STB's PCI Television Tuner" ofera blocarea pe canal cu parola, si facilitati Intercast. Acestea permit PC-ului sa recepteze pagini de Web in intervalul de revenire al baleiajului pe verticala. Intercast pare o solutie de viitor.

Tot aici se incadreaza operatiile de captura video. De exemplu, sub-placa "Matrox's Rainbow Runner Video" proiectata pentru Mystique, permite capturarea, editarea, si afisarea semnalului generat de o camera video, sau un Video Cassette Recorder [VCR], sau comprimarea lui in fisiere .avi sau MPEG-1.

Multe produse de acest tip prezinta conectori de iesire TV, permitand afisarea imaginilor din PC pe ecranul TV-ului. Cum ecranele TV nu prezinta rezolutiile si focalizarea monitoarelor de PC, textul si imagini de dimensiuni mici sunt greu de urmarit.

In cumpararea unui astfel de produs de convergenta, grija cea mai mare trebuie sa fie compatibilitatea lui cu placa video existenta in sistem.

#### **5.5. Calitate de studio, 2D**

Utilizatorii de aplicatii de editare si prelucrare grafica 2D profesionala, au nevoie de mari adresabilitati de pixel, True Color, rate de improspatare video mari, toate la viteze mari de lucru. Specificatii de tipul: 1600x1200 True Color (24 biti) la o rata video de cel putin 80 Hz nu mai impresioneaza pe nimeni in domeniu. Pentru \$498, "Matrox's Millenium" cu 8MB WRAM, si "Number Nine's Imagine 128 Series 2", tot cu 8MB, la \$699, indeplinesc aceste specificatii.

Multe placi care vizeaza acest domeniu de elita contin in denumirile lor termenul 128, indicand latimea magistralei video interne.

Cumpararea unei astfel de placi va trebui sa tina cont si de facilitati cum ar fi: schimbarea 'din mers' a diferitelor moduri de lucru si adresabilitati, diverse drivere si utilitare necesare aplicatiilor folosite.

#### **5.6. Placi video profesionale**

Profesionistii care lucreaza in domeniul modelarii 3D, animatiei 3D, sau efectelor speciale din cinematografie (Lucasfilm, Pixar, etc.), utilizeaza produsele video de performanta maxima disponibile pe piata.

Din punct de vedere hardware, piata de produse grafice profesionale este impartita in doua: inalta performanta, si relativ joasa performanta, fiind condusa insa, in ambele cazuri, de procesoarele grafice ale 3DLabs. Prima categorie include placi dual-procesor bazate pe chip-urile "3DLabs' Glint 300SX", la preturi de peste \$2000, cu facilitati de afisare dual-screen si posibilitatea de expandare masiva a memoriei video. Placile "Diamond's Fire GL3000" cu 8MB VRAM si 32 MB EDO DRAM, la un pret de \$3195, constituie un exemplu.

In a doua categorie se inscriu placi bazate pe procesorul "3DLabs' Permedia NT", incadrate in jurul a \$500. De exemplu, placa "Elsa's Gloria-S" cu 4MB SGRAM ofera performante mai mici, posibilitate limitata de expandare a memoriei video, lipsa afisarii dual-screen.

\* \* \*

Rezumand cele de mai sus prin prisma cumparatorului de placi video, se desprind urmatoarele idei:

\* cea mai importanta cerinta trebuie sa fie ca rata de reamprospatare video a placii alese sa depaseasca un minim de 75-80 Hz, cu rastru neantretesut, in orice mod de lucru s-ar afla aceasta;

\* trebuie verificata compatibilitatea placii candidate, cu magistrala de sistem a propriului calculator (PCI, VLB, ISA);

\* trebuie de asemenea verificata compatibilitatea placii cu monitorul la care va fi cuplata. Degeaba se cumpara o placa cu performante mari, daca monitorul nu permite - ca rezolutie si rate de refresh - lucrul la aceste performante;

\* cantitatea de memorie video pe care sa o aiba placa: minimul se poate calcula cu aproximatie tinand cont de adresabilitatea maxima dorita, si de adancimea de culoare necesara (vezi discutia despre memoria video de mai sus). Un

minim de 2MB de memorie este necesar in prezent pentru o afisare grafica decenta. Dar sfatul este de a cumpara cat mai multa memorie video posibila de la inceput.

\* tipul de memorie video este la fel de important ca si cantitatea. Variantele VRAM, WRAM (dual-port), sau EDO DRAM, SGRAM (single-ported) ofera raporturi pret/performanta bune;

\* placile accelerate 3D ofera in prezent candidatele cele mai adecvate pentru orice domeniu de aplicatii, atat datorita performantelor lor bune, cat si datorita preturilor lor convenabile;

\* o alta conditie foarte importanta este cea a existentei driverelor corespunzatoare pentru toate aplicatiile si sistemele grafice pe care le utilizati, sau preconizati ca veti utiliza. De asemenea, diferitele utilitare si programe puse la dispozitie impreuna cu placa video cumparata, sunt un punct in plus.

\* \* \*

Mihai V. MICEA, MSc.,  
Lecturer,  
Executive Director of the DSPLabs,  
Computer Software and Engineering Department,  
POLITEHHNICA University of Timisoara,  
*micha@dsplabs.utt.ro*