

Periféricos para la representación y almacenamiento de información: una tecnología de ahora, una idea de siempre

Peripherals for Information Display and Storage: Present-day Technology, a Timeless Idea

Manuel Muñoz García

Como es de dominio casi público, los sistemas de información se caracterizan por integrar una o más unidades de proceso y un conjunto amplio de equipos periféricos. La primera es la responsable de procesar los datos: decide cuándo son fiables y cuándo no, los almacena para utilizarlos posteriormente, los combina e, incluso, los sintetiza "motu proprio". Los segundos, en cambio, se especializan en la comunicación con el exterior, normalmente con personas, y para ello más veces solicitan información, y en ese caso los llamamos periféricos de entrada, mientras que en otras son ellos los que muestran información a los usuarios, por lo que los denominamos periféricos de salida.

En los sistemas tradicionales de información, el periférico de entrada por excelencia es, por motivos obvios, el teclado, mientras que el de salida, también por los mismos motivos, es el monitor o pantalla. En cualquier caso, la acelerada revolución tecnológica que estamos viviendo lo trastoca todo y nos está acostumbrando a utilizar los monitores también como periféricos de entrada. Algunos bancos están incorporando en sus cajeros automáticos pantallas sensibles que nos permiten introducir información con sólo acariciar el monitor. Para ello las pantallas están dotadas de un dispositivo térmico, capaz de identificar el calor generado por el cuerpo humano. De esta forma el sistema informático puede identificar la opción seleccionada en función del área del monitor donde detecte "calor vital". Así es que a estos monitores tenemos que clasificarlos como periféricos de entrada/salida: de entrada cuando captan información al ser tocados, y de salida cuando son utilizados en su sentido convencional.

No sólo los monitores están evolucionando vertiginosamente, también están surgiendo nuevos y sorprendentes periféricos de uno u otro tipo:

- Escáneres capaces de capturar imágenes por procedimientos similares a los utilizados en las fotocopadoras, pero con una diferencia sustancial: el producto generado no es un documento clónico del original, sino que puede ser manejado como información por el ordenador.

- Sensores de todo tipo, utilizados con profusión en los edificios inteligentes, para aportar datos al conjunto de programas que gobiernan el edificio, de forma que éstos puedan tomar decisiones acertadas para la operación del sistema de ventilación, de iluminación o de cualquier otro sistema.

- Brazos robotizados capaces de realizar operaciones quirúrgicas de traumatología, con mayor precisión y superior fuerza de la que dispone un cirujano humano.

Claro está que inicialmente los edificios sólo jugaban el papel de periféricos de salida. Se limitaban a mostrar información al exterior, simplemente indicando que un local era una barbería, o reclamando la atención con luces de neón o cintas "transportadoras" de mensajes. Posteriormente, al igual que

As everyone knows, information systems integrate one or several central processing units and a wide range of peripherals. The central processing unit processes the data, that is: it decides whether or not they are reliable; it stores them to process them later; it combines them, and can even synthesize them. On the other hand, the peripherals conduct communication with the outside world, usually with people, and to do so they sometimes request information, when they are called input peripherals. At other times they display information to the users, and then they are called output peripherals.

In traditional information systems the main input device is the keyboard, while the output device is the screen. In any case the accelerated technological revolution now in process is changing the whole situation, and we are becoming accustomed to using screens as input peripherals as well. Some banks are installing sensitive screens into their autotellers, enabling us to enter information merely by touching them. For this purpose, the screens have a thermal device, able to identify the heat generated by the human body. Thus, the computer system can identify the selected option according to the area of the monitor where body heat is detected. For this reason, these monitors must be considered as input/output peripherals: input devices when they capture information by touch, and output devices when they are used in the conventional way.

Not only are monitors evolving rapidly; new and amazing peripherals all sorts types are also making their appearance.

- Scanners that can capture images by means of a procedure similar to that used in photocopiers, but with a key difference: the resulting product is not a clonic document of the original, but rather, it can be processed as information by the computer.

- Sensors of all kinds, used widely in intelligent buildings to supply data to the programmes that control them, in such a way that the programmes can take the right decisions about operating the ventilation, lighting or any other system.

- Robotic arms able to carry out surgical operations in traumatology, with greater strength and precision than a surgeon.

It is clear that initially the buildings only played a role of output peripherals. They merely displayed information for outside viewers, by indicating, for example, that the premises were a barber's shop, or vying for attention with neon lights or message "conveyor belts". Later on, like the autoteller screens, the informational function of buildings and other urban features was duplicated and became input/output peripherals; thus, buildings not only inform their tenants or visitors, but also request

Manuel Muñoz García es matemático y subdirector de informática de empresarios agrupados. Ha realizado actividades docentes en distintos organismos: I.C.A.I., Instituto de Fusión Nuclear, Colegio de Aparejadores de Madrid, etc. También ha publicado artículos en revistas especializadas y colaborado en la edición de varios libros de informática.

Manuel Muñoz García is a mathematician and assistant director of computer systems at Empresarios Agrupados. He has taught at different institutions: ICAI, the Instituto de Fusión Nuclear, the Madrid Colegio de Aparejadores, etc. He has also published articles in technical journals and has been a co-author of several books about computers. **Translated by Alison Canosa**

los monitores de los cajeros automáticos, la función informativa de edificios y otros elementos urbanos se duplicó, pasando a convertirse en periféricos de entrada/salida, así el edificio no sólo informa a sus inquilinos o visitantes, sino que solicita información a éstos para, en términos prácticos, comportarse de manera adecuada, o en términos plásticos, mostrarse de una determinada forma. De algún modo se puede hacer tangible la percepción subjetiva de cada individuo.

¿Hacia dónde vamos? En mi opinión, el futuro a corto plazo está claro. Si la tecnología multimedia será la próxima revolución en el mundo informático, en el que dispondremos de periféricos para los cinco sentidos, su traslación al mundo arquitectónico no podrá ser otra que la construcción de edificios multimedia. En la actualidad, disponemos ya de sistemas capaces de integrar imágenes alfanuméricas (bases de datos), imágenes gráficas estáticas (foto fija), imágenes gráficas dinámicas (mensajes con movimiento), vídeo y sonido. Podemos considerar que un sistema multimedia es aquel que utiliza más de un medio simultáneamente para mostrar o solicitar información. Así pues el único requisito para su aplicación en arquitectura consiste en que, a la hora de diseñar un edificio, se contemplen ciertos aspectos relacionados con las distintas tecnologías utilizadas en cada uno de los medios de comunicación empleados.

Si nos centramos en los dispositivos para mostrar información por la tecnología actual, sin duda el rey es el tubo de rayos catódicos: hoy por hoy las pantallas CRT (*Cathode Ray Tube*) son las más numerosas dentro del mundo informático. No obstante, existe una alternativa plenamente consagrada en el mercado: las pantallas de cristal líquido LCD (*Liquid Crystal Displays*). Es cierto que estas últimas tienen una desventaja importante, ya que el nivel de gris que presentan varía según el ángulo de visión, así la apariencia de la información mostrada cambia con la posición del observador. Otra desventaja de las pantallas LCD consiste en su lenta recuperación, que las hace inadecuadas para imágenes hiper activas. No obstante, la tecnología CRT también tiene un inconveniente que la hace inservible para determinados dispositivos: las pantallas de este tipo son muchísimo más voluminosas y pesadas que las LCD.

Desde el punto de vista tecnológico, la diferencia entre pantallas de una tecnología y otra es simple. Los monitores CRT generan la luz que forma una imagen mediante la iluminación selectiva de algunos de los pixels (puntos elementales de luz) de la pantalla, mientras que las LCD utilizan válvulas que para formar imágenes transmiten o bloquean la luz ambiental sobre sus pixels.

En cualquier caso, en la actualidad existe una importante actividad investigadora que está dando lugar a nuevas tecnologías, como las pantallas FPD (*Flat Panel Displays*), que generalmente están compuestas por dos placas de vidrio pegadas en cuyo interior se encuentra un elemento activo, por ejemplo plasma (no confundir con la acepción sanguínea), con el que se forman imágenes por selección eléctrica de las distintas partículas del elemento activo que componen la propia imagen.

Dos conceptos fundamentales sobre las pantallas de cualquier tipo son la resolución y el color. En el primer caso, la resolución se suele describir en función de pixels, así podemos decir que las pantallas de tipo VGA tienen 640 por 480 pixels, las super VGA disponen de 1.024 por 768, etc., en definitiva, cuanto más alto sea el número de pixels utilizables, menor será el "grano" de la imagen y, consecuentemente, mayor la resolución. En cuanto al color, en la mayoría de las pantallas, es producido con patrones basados en

information from them in practical terms so that they will behave properly, or in plastic terms, so that they will show themselves in a certain way. Somehow or other the subjective perception of each individual can be made tangible.

Where are we going? In my opinion the short-term future is clear. If multimedia technology is to be the next revolution in the computer world, with peripherals for the five senses, its implementation in the architectural world can be none other than the construction of multimedia buildings. At present we already have systems that are able to integrate alphanumeric information (data bases), static graphic images (still photographs), dynamic graphic images (messages with motion), video and sound. We might consider that a multimedia system is one where more than one medium is used to display or request information. Therefore, the only requirement for its application in architecture is that, when designing a building, certain aspects be taken into account that are related to the different technologies used in each of the communication media used.

If we focus on the information display devices of current technology, there is no doubt that the most important and most widely-used computer screen is the cathode ray tube (CRT). Nevertheless, there is an alternative fully accepted by the market: the liquid crystal displays (LCD). It is true that LCDs have a major disadvantage, because the grey scale displayed varies as a function of the angle of vision, so that the appearance of the information varies with the observer's position. Another inconvenience of the LCD displays is that their refreshing rate is slow, making them unsuitable for hyperactive images. However, CRT technology has also a disadvantage that makes it unusable for certain devices: these screens are much heavier and bulkier than LCD screens.

From a technological standpoint, the difference between the screens of both types is simple. CRT monitors produce the light that forms an image by selective illumination of some pixels, whereas LCD technology uses valves to form images that transmit or block the environmental light on its pixels.

In any case, major research is now going on which is producing new technologies such as the flat panel displays (FPD); these are made generally with two glass plates stuck together, inside of which there is an active element, such as a gas plasma (not to be confused with blood plasma), that forms images by electrical selection of the different particles of the active element which form the image.

Two fundamental concepts of any type of screen are its resolution and colour. The resolution is described as a function of the pixels, for example a VGA screen has 640 x 480 pixels, the super VGA have a 1024 x 768, etc.. In short, the higher the number of pixels, the smaller the image "grain" and, consequently the higher the resolution. As for colour, in most screens, this is produced by combining the three primary colours: red, green and blue. In this way, a pixel is made up of a set of independent points that produce the colour when light is mixed in the user's eye.

When working with graphic images (blueprints, photographs, video, etc.) a critical factor is the resolution with which the information is stored. As we have already stated, the higher the resolution, the higher the image quality. Most computer systems can work with a higher resolution than can be perceived by the human eye. The scanners that capture images can work with resolutions of up to 200, 400, and 800 DPI (dots per inch), etc.. The resolution level to be used will depend on the type of document to be

los tres colores primarios: rojo, verde y azul. De esta forma un pixel está compuesto por un conjunto de puntos independientes que producen el color cuando la luz se mezcla en el ojo del usuario.

Cuando se trabaja con imágenes gráficas: planos, fotografías, video, etc., un factor crítico es la resolución con que se almacena la información. Como ya comentábamos antes: cuanto más alta sea la resolución, mayor será la calidad de las imágenes. La mayoría de los sistemas informáticos pueden trabajar con una resolución superior a la que es capaz de discernir el ojo humano. Los escáneres que capturan imágenes pueden utilizar resoluciones de 200 DPI (*Dots Per Inch*), 400 DPI, 800 DPI, etc. La utilización de una u otra resolución dependerá del tipo de documentos a manejar. En principio podría parecer que la opción acertada es trabajar siempre con la máxima resolución, pero en realidad no es así; el uso de altas resoluciones implica un alto consumo de soporte físico para el almacenamiento de imágenes. Para darnos cuenta de la magnitud del problema a que nos enfrentamos, supongamos que trabajamos con la resolución más modesta: 200 DPI. En este caso, como un DOT/PIXEL es igual a $(1/200)^2$, o lo que es lo mismo $0,016 \text{ mm}^2$, sin más que hacer unas simples operaciones podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- El número de pixels por pulgada cuadrada sería de 40.000

- El número de pixels en un plano medio de tamaño DIN AO sería de 63.000.000

- El tamaño del fichero necesario para almacenar un DIN AO sería de 8.000 Kbytes

Dado que estas cifras son lo suficientemente elevadas como para impedir, con la tecnología actualmente disponible, el manejo práctico de gráficos con ordenador, se ha tenido que optar por una solución basada en algoritmos de compresión y descomposición de imágenes que, en términos coloquiales, se limitan a "apretar" las porciones de los gráficos que son completamente blancas o completamente negras (por ejemplo, en lugar de almacenar 100.000 puntos blancos consecutivos, se almacenan los dígitos 100000 y el carácter correspondiente a espacio en blanco), de esta forma el ahorro de soporte físico es considerable. Si continuamos con el ejemplo anterior tendremos que, después de comprimir:

- El tamaño del fichero necesario para almacenar un DIN AO sería de sólo 260 Kbytes

A cambio de este ahorro de almacenamiento, el tratamiento de las imágenes será necesariamente más lento, ya que se necesitará tiempo para ejecutar el algoritmo de compresión antes de almacenar en algún soporte, y también para ejecutar el algoritmo de descomposición después de recuperar una imagen para su uso.

En cualquier caso la tecnología actual aporta distintos soportes de almacenamiento que permiten trabajar eficientemente con imágenes gráficas estáticas. En cambio, si nos referimos a imágenes dinámicas, y especialmente a vídeo, el volumen de información es tan ingente que no existen dispositivos digitales capaces de ofrecer una respuesta completamente satisfactoria. Por supuesto siempre se pueden utilizar soportes digitales para pequeñas secuencias o recurrir al reproductor de vídeo analógico convencional para secuencias más largas, pero, en este último caso, la velocidad de respuesta será insuficiente para ciertas operaciones ya que el proceso de bobinado y rebobinado es válido para una reproducción secuencial pero no para mostrar consecutivamente "frames" que estén grabados en puntos distantes de la cinta. Sin duda ese es uno de los campos donde se esperan rápidas y eficientes innova-

processed. It would appear that the the best option would be to always work with the highest resolution, but this is not so. The use of high resolutions implies a heavy utilisation of magnetic storage space for images. In order to get an idea of the problem, let us assume we work with the more modest resolution: 200 DPI. In this case, because a DOT/PIXEL equals $1/200^2$, or 0.016 sq. mm. , a few simple calculations give us the following conclusions:

- the number of pixels per square inch would be 40,000;

- the number of pixels in an average DIN AO blueprint would be 63,000,000;

- the file size to store a DIN AO blueprint would be 8,000 Kbytes.

As these figures (see table 1) are too high, they make it impractical to directly process graphics in a computer with current technology; a solution based on compression and decompression algorithms for images has been adopted which, in plain language, compress the areas of the graphic that are completely black or white (for example, instead of storing 100,000 consecutive white spots, the number 100,000 is stored and the character corresponds to a white space); in this way the savings in physical storage space are considerable. Continuing with the previous example, after compression we will have:

- the file size to store a DIN AO blueprint would be only 280 Kbytes.

As a counterpart to this saving in storage space, the image processing would necessarily be slower, because some time is required to execute the compression algorithm before storing the graphic in some physical storage device, and some time is also required to execute the decompression algorithm after retrieving an image for use.

In any case current technology makes available different physical storage devices (see table 2), that permit the efficient processing of still graphic images. On the other hand, if we consider dynamic images, especially video, the information volume is so large that there are no digital devices that offer satisfactory solutions. Of course, it is always possible to use digital devices for small sequences or use the conventional analogic video player for longer sequences, but in the latter case, the response rate will be insufficient for certain operations. This is because the winding and rewinding of a tape are fast enough for sequential playing, but too slow for showing in sequence frames that are recorded in different tape locations. There is no doubt that this is an area where there will be fast and efficient technological innovations.

Everything discussed until now refers to hardware, that is physical components that can be integrated into a work of architecture in order to enhance its informational function. There is another fundamental element, which is the software. Its job is to operate the hardware in order to transmit different news. In general, most computer programmes used to generate news items are based on the following principles:

- they allow the designer to build individual and static messages, made up of alphanumeric elements and/or graphic elements. Each of these individual messages is generally called "a screen";

- they provide a language that yields a method for juxtaposing screens with different effects: merging, displacement, substitution, etc. and usually also enable them to sort the different elements of each screen at any time.

Therefore, the software described here provides the designer with a language that allows him to control, in an indirect way through alphanumeric data and graphics, the pixels (the basic element) in the monitor where the message will be displayed.

ciones tecnológicas.

Todo lo descrito hasta ahora corresponde a elementos *hardware*, es decir, a componentes físicos que pueden integrarse en una obra arquitectónica para potenciar su función informativa. Existe otro elemento fundamental, en este caso de tipo lógico, como es el *software*. La misión de este último consiste en la explotación del *hardware* para la transmisión de distintas noticias.

En principio la mayoría de los programas informáticos para la generación de comunicados se basa en los siguientes principios:

-Permiten que el diseñador elabore mensajes individuales y estáticos, compuestos por elementos alfanuméricos y/o por elementos gráficos. A cada uno de estos mensajes individuales se les suele denominar "una pantalla".

-Aportan un lenguaje que proporciona un método para yuxtaponer pantallas con distintos efectos: fundido, desplazamiento, sustitución, etc. y, normalmente, también permiten ordenar en el tiempo los distintos elementos de cada una de las pantallas.

Por tanto, el *software* aquí descrito dota al diseñador de un lenguaje que le permite controlar, de forma indirecta a través de letras números y gráficos, los pixels (elemento básico e indivisible de todos ellos) existentes en el monitor donde se presentará el mensaje.

En resumen, aunque la tecnología empleada en la implementación de dispositivos para mostrar información ha cambiado drásticamente en los últimos años, o casi mejor en los últimos meses, la esencia del método utilizado coincide plenamente con la metodología utilizada en los años cuarenta: entonces eran bombillas que se encendían y apagaban a lenta velocidad y con un tamaño demasiado grande como para transmitir imágenes realistas a corta distancia. Ahora utilizamos pantallas de alta resolución que permiten utilizar "bombillas" (pixels en la jerga informática) de un tamaño minúsculo, incluso inferior al perceptible por el ojo humano, y que se encienden y se apagan a una velocidad altísima. En ambos casos un mismo sistema: el sistema binario.

Desde luego no vamos a hacer aquí una descripción formal del sistema binario, pero, eso sí, nos vamos a permitir la licencia de terminar el artículo citando un delicioso diálogo de la película de Patrice Leconte *El marido de la peluquera*. La escena transcurre alrededor de una mesa, durante una comida en la que dialogan el padre del protagonista, que inicia la conversación cogiendo un gato entre sus brazos, y el hermano del protagonista, un niño de doce años:

- "Ah, ah. ¿Qué es un sistema binario? Formularé la pregunta de otra forma: ¿Qué es un gato binario? Naturalmente no lo sabéis. Bien, una vez más os sacaré de apuros. Un gato normal es un gato que tiene una cabeza, dos ojos y cuatro patas. Un gato binario tiene, un ojo...un ojo, una cabeza, una pata, una pata, una pata y una pata. ¿Entiendes la diferencia?"

- "Sí".

- "Je, je. Me esperaba esa respuesta".

To summarize, although the technology used in devices to display information has drastically changed over the last few years, or even over the last few months, the the method used is in essence the same as the methodology used in the forties. Then it was light bulbs that were turned on and off slowly and were too big to transmit realistic images over short distances. We now use high resolution screens with "light bulbs" (pixels in computer jargon) of a minute size, that are even too small to be perceived by the human eye, and are turned on and off at very high speeds. In both cases the same system is used: the binary system.

We shall not give a formal description here of the binary system, but will allow ourselves to conclude this article by quoting a delightful dialogue from the Patrice Leconte film "The Hairdresser's Husband". The action takes place around a table during a meal, when the father of the main character grabs hold of a cat and starts the following conversation with the brother of the main character, a twelve year old boy:

"Ah! What is a binary system? I will ask the question differently: what is a binary cat? Of course, you don't know. Never mind, I will get you out of your fix. A normal cat is a cat with one head, two eyes and four legs. A binary cat has, ... , one head, one eye,..., one eye and then one leg, one leg, one leg, and one leg. Do you see the difference?"

"Yes".

"Ha, ha. I expected that answer".

TABLA 1

Unidades de medida utilizadas para el almacenamiento de información:

- Un BIT es la unidad elemental de información. Sólo puede almacenar dos valores: cero o uno.
- Un BYTE es un conjunto de 8 BITS, y tiene distintas utilidades según el tipo de información que se esté manejando. Por ejemplo, si se trata de información alfanumérica, un BYTE puede contener una combinación de ceros y unos que represente cualquier signo del alfabeto utilizado. Si, por el contrario, se trata de información gráfica, la información almacenable en un BYTE correspondería a 8 partículas elementales del gráfico y cada una de ellas será blanca o negra en función de que se almacene cero o uno.
- Un K(ilo)BYTE es una unidad de medida que equivale a 1.024 BYTES.
- Un M(ega)BYTE es equiparable a 1.024 KBYTES.
- Un G(iga)BYTE corresponde a 1.024 MBYTES.

TABLA 2

	COMPACT DISK	COMPACT DISK READ ONLY MEMORY	WRITE ONCE READ MANY	WRITE MANY READ ALWAYS	VIDEO DISCO
ACRONIMO	CD	CD-ROM	WORM	WMRA	VD
TAMAÑO	12"	12"	5 1/4"; 8" 12" o 14"	5 1/4"	CARTUCHO
CAPACIDAD	1 HORA	650 MBYTES	2 GBYTES	650 MBYTES	DE 2 A 4 HORAS
TIPO DE INFORMACION	SONIDO	TEXTO, IMAGEN FIJA Y SONIDO	TEXTO E IMAGEN FIJA	TEXTO E IMAGEN FIJA	TEXTO, IMAGEN FIJA, IMAGEN ANIMADA Y SONIDO
LECTURA	POR LÁSER	POR LÁSER	POR LÁSER	POR LÁSER	POR LÁSER
GRABACIÓN	PRENSA	PRENSA	LÁSER	LÁSER Y CAMPO MAGNÉTICO	PRENSA
PERMANENCIA	NO BORRABLE	NO BORRABLE	NO BORRABLE	BORRABLE Y REGRADABLE	BORRABLE Y REGRADABLE
CODIFICACIÓN	DIGITAL	DIGITAL	DIGITAL	DIGITAL	ANALÓGICA