

Tema 9: Sistemas de representación

SOLUCIÓN DE EJERCICIOS PROPUESTOS

Ejercicio 1

Una academia de pilotos quiere dar cursos de formación y reciclaje a sus pilotos. Para ello, han encargado a un equipo de diseño la creación de un simulador de vuelo real, donde se puedan ver correctamente las condiciones de un piloto en su cabina. Eres un miembro de ese equipo de diseño y eres el responsable del desarrollo de la representación en vídeo, por lo que tu trabajo consiste en mostrar al piloto lo que vería a través de las ventanas. Los requisitos para ello son los siguientes.

- La cabina tiene 4 ventanas (frontal derecha, frontal izquierda, lateral derecha y lateral izquierda). Cada ventana se simula con una pantalla digital TFT con las siguientes características.
 - Ventanas delanteras: Pantalla de 47" con aspecto panorámico (16:9) y resolución lineal (horizontal y vertical) de 46,85 píxeles/pulgada.
 - Ventanas laterales: Pantalla de 21" sin aspecto panorámico (4:3) y resolución de 1280 x 1024 píxeles.
- La información de cada pantalla debe refrescarse con una velocidad de refresco $\geq 100\text{Hz}$.
- El sistema debe tener una arquitectura de 32 bits.

a) Calcule las necesidades de transmisión de información entre la CPU y las tarjetas gráficas para cada pantalla y en total.

b) Indique la tarjeta gráfica digital que utilizaría para la solución y por qué.

c) Indique las necesidades de memoria para esa única tarjeta (utilizando una sola memoria y dando el resultado en MB).

a) Para que la simulación sea muy buena, las pantallas deben funcionar con color verdadero. Como la arquitectura utiliza 32 bits, cada píxel será codificado en 4 bytes. Ahora necesitamos saber cuántos píxeles tenemos para cada pantalla.

Para cada pantalla frontal.

- $47^2 = (16 * x)^2 + (9 * x)^2 \rightarrow x = 2,56$.
- Tamaño horizontal = $16 * 2,56 = 40,96$ " \rightarrow Píxeles horizontales = $46,85 * 40,96 = 1919$. Este valor puede redondearse a una resolución estándar de 1920 píxeles.
- Tamaño vertical = $9 * 2,56 = 23,04$ " \rightarrow Píxeles verticales = $46,85 * 23,04 = 1079$ píxeles. Este valor puede redondearse hasta una resolución estándar de 1080 píxeles.

- Por tanto, la transmisión de información necesaria para cada pantalla frontal es de $1920 * 1080 * 4 * 100 = 829,44 \text{ MBps} * 8 = 6,6 \text{ Gbps}$.

Para cada pantalla lateral.

- Resolución horizontal: 1280.
- Resolución vertical: 1024.
- Por tanto, la transmisión de información necesaria para cada pantalla lateral es de $1280 * 1024 * 4 * 100 = 524,29 \text{ MBps} * 8 = 4,2 \text{ Gbps}$

Sumando todos estos valores, la transmisión completa de información es de $6,6 + 6,6 + 4,2 + 4,2 = 21,6 \text{ Gbps}$.

b) Se dice tarjeta gráfica digital. Teniendo en cuenta las necesidades de transmisión de información, DVI y HDMI no son adecuados, por lo que la solución podría ser una tarjeta DP.

c) Al haber seleccionado una interfaz digital DP, no es necesario utilizar ni información analógica ni ningún ADC o DAC

En cuanto a las necesidades de memoria, sería necesario al menos almacenar los datos necesarios para una sola pantalla para cada display. Si se divide la memoria en 4 partes (una parte por cada pantalla), las necesidades de memoria son tantos píxeles por cada pantalla y cada uno con 32 bits.

- Cada pantalla frontal: $1920 * 1080 = 2.073.600 \text{ píxeles} = 2.073.600 \text{ celdas de } 4 \text{ bytes} = 8,3 \text{ MB}$ para cada pantalla, es decir, 16,6 MB para las dos pantallas frontales.
- Cada pantalla lateral: $1280 * 1024 = 1.310.720 \text{ píxeles} = 1.310.720 \text{ celdas de } 4 \text{ bytes} = 5,2 \text{ MB}$, es decir, 10,4 MB para las dos pantallas laterales.

Por tanto, la solución es una sola memoria de 32 MB (no hay memorias de 27 MB = 16,6+10,4 MB).

Ejercicio 2

Es necesario utilizar una tarjeta gráfica que ofrezca las siguientes resoluciones.

- 1280 x 1024, color con 16 bits
- 1024 x 768, color verdadero

a) Teniendo en cuenta que la tarjeta está optimizada para gestionar datos con un tamaño en bytes múltiplo de potencias de 2, ¿qué capacidad mínima debe tener la memoria de la tarjeta gráfica?

b) Si se quiere que la pantalla refresque la información con 50 Hz para obtener más calidad, ¿cuál sería el tiempo máximo de salida de los DACs dentro de la tarjeta gráfica?

a) Para la primera configuración se necesitan 2 bytes por píxel. Por lo tanto, la capacidad de memoria para una pantalla debería ser de $1280 * 1024 * 2 = 2621 \text{ KB}$.

Para la segunda configuración se necesitarían 3 bytes por píxel, pero dice que debe ser múltiplo de potencias de 2, por lo que se necesitarían realmente 4 bytes por píxel. Por tanto, la memoria necesaria sería de $1024 * 768 * 4 = 3145 \text{ KB}$.

Así que la memoria debe tener un tamaño mínimo del caso más desfavorables, es decir 3.145 KB , por ejemplo, $4.000 \text{ KB} = 4 \text{ MB}$.

b) Hay 3 DACs en la tarjeta gráfica (uno por cada color R, G y B) y cada uno de ellos se usa para cada color de cada píxel funcionando a la misma velocidad. En este caso, se necesita una tasa de refresco de transferencia de 50 Hz (por lo que cada 20 ms se tendrá una nueva pantalla). Si se tienen $1280 * 1024$ píxeles = 1.310.720 píxeles en el caso más desfavorable, el tiempo máximo de conversión para cada DAC de cada canal debe ser de $20 \text{ ms} / 1310720 \text{ píxeles} = 15,25 \text{ ns}$.

Ejercicio 3

El nuevo juego de simulación de vuelo "Me gusta volar" exige las siguientes características para su óptima visión.

- 1280 x 1024, color verdadero
- Velocidad de refresco de 100Hz

Teniendo en cuenta estos datos, debe diseñar razonablemente los siguientes requisitos para la tarjeta gráfica DVI analógica a utilizar.

- Tamaño de la memoria de la tarjeta gráfica, teniendo en cuenta que debe estar optimizada para gestionar datos con tamaños múltiplos de potencias de 2.
- Número de DACs que debe tener la tarjeta gráfica.
- Tiempo máximo de conversión para cada DAC.

a) Color verdadero significa 24 bits/píxel, pero debe ser optimizado para manejar datos con tamaños múltiplos de potencias de 2, por lo tanto hay que usar 32 bits/píxel (4 bytes/píxel).

Como la resolución es de $1280 * 1024$ píxeles, el tamaño de la memoria de la tarjeta gráfica para comunicarse con la pantalla es la siguiente.

$1280 * 1024 * 4 = 5.242.880 \text{ bytes} = 5.120 \text{ kB}$, por ejemplo 8 MB.

b) Se necesitan tener un DAC por cada color primario (R, G, B) para conectar con cada canal analógico. Por tanto, la respuesta es 3 DACs.

c) Si la tasa de muestreo es de 100 Hz, cada 10 ms (1/100Hz) hay que refrescar toda la pantalla y cubrir todos los píxeles de la misma, por lo que se tiene lo siguiente:

$$t_{\text{conv}} \leq \frac{10 \text{ ms} / \text{pantalla}}{1280 \times 1024 \text{ píxeles} / \text{pantalla}} = 7,63 \text{ ns}$$

Ejercicio 4

Un sistema de ingeniería necesita que cada estación de trabajo tenga 2 pantallas para poder representar los datos de la simulación y al mismo tiempo poder examinar el código desarrollado. Para ello, se ha diseñado que la primera pantalla tenga un formato no panorámico (4:3) de 22", con una resolución máxima de 1920 x 1080 píxeles. La segunda pantalla tiene 20" con un formato 16:4 y una resolución máxima de 1680 x 1050 píxeles.

a) Considerando que cada pantalla debe trabajar con una velocidad de refresco de 50 pantallas por segundo, calcule las necesidades de transmisión de información en cada pantalla, teniendo en cuenta que es capaz de gestionar el color verdadero utilizando 24 bits.

b) ¿Cuál sería el tamaño del píxel en cada pantalla? El resultado NO debe darse en centímetros.

c) Considerando que la tarjeta gráfica utilizada es DVI con salida digital, ¿cuántos DAC tendría la tarjeta gráfica del PC?

a) Sabiendo que la información se envía utilizando color verdadero y sabiendo que cada píxel se puede codificar con 3 bytes (24 bits).

La pantalla 1 necesita enviar $1920 * 1080 * 24$ bits con una velocidad de 50 pantallas por segundo, por lo que la velocidad de transmisión de la pantalla 1 es de $1920 * 1080 * 24 * 50 = 2373$ Mbps = 2,3 Gbps.

La pantalla 2 necesita enviar $1050 * 1680 * 24$ bits con una velocidad de 50 pantallas por segundo, por lo que la velocidad de transmisión para la pantalla 2 es de $1050 * 1680 * 24 * 50 = 2019$ Mbps = 2 Gbps.

b) Trabajando con pulgadas y utilizando el teorema de Pitágoras, podemos obtener la horizontal (h) y la vertical (v) a partir de la diagonal (d) como se muestra.

- Pantalla 1: $22^2 = (4 * x)^2 + (3 * x)^2 = 25 * x^2 \rightarrow x = 4,4 \rightarrow h = 4 * x = 17,6" \rightarrow v = 3 * x = 13,2"$.

El tamaño de los píxeles en horizontal es $17,6 / 1920 = 9,17 * 10^{-3}"$.

El tamaño de los píxeles en vertical es $13,2 / 1080 = 12,2 * 10^{-3}"$.

- Pantalla 2: $20^2 = (16 * x)^2 + (4 * x)^2 = 272 * x^2 \rightarrow x = 1,21 \rightarrow h = 16 * x = 19,36" \rightarrow v = 4 * x = 4,85"$.

El tamaño de los píxeles en horizontal es de $19,36 / 1680 = 11,5 * 10^{-3}"$.

El tamaño de los píxeles en vertical es $4,85 / 1050 = 4,61 * 10^{-3}"$.

c) Como la tarjeta gráfica tiene salidas digitales DVI, no es necesario que ésta tenga ningún DAC, ya que enviará la información de forma digital.

Ejercicio 5

Se quiere fabricar una nueva tarjeta gráfica que sea capaz de mostrar información en 2 pantallas AGP-VGA al mismo tiempo (información diferente en ambas

pantallas). La primera pantalla puede tener una resolución de 1280 x 1024 píxeles con una velocidad de refresco de 75Hz. La segunda pantalla puede tener una resolución de 900 x 1440 píxeles con 60Hz. Ambas pantallas pueden mostrar la información utilizando color verdadero. Utilizando esta información, determine.

- Tamaño mínimo de la memoria necesaria para cada pantalla (se supone el uso de procesadores y buses de 32 bits).
- Número de conversores (ADC y/o DAC) y tiempo de conversión de los mismos.
- Interfaz de bus entre la tarjeta gráfica y el microprocesador y su velocidad.

a) Como las tarjetas de vídeo suelen trabajar con 32 bits, la mejor solución para la comunicación es utilizar 32 bits, de manera que el color verdadero se transmitirá en palabras (4 bytes = 32 bits).

Hay 2 memorias independientes, que deben ser capaces al menos de almacenar una sola pantalla para cada display, por tanto.

- Memoria 1: $1280 * 1024 * 4 = 5.242.880$ bytes = 5,2 MB -> Memoria mínima de 8 MB.
- Memoria 2: $900 * 1440 * 4 = 5.184.000$ bytes = 5,1 MB -> Memoria mínima de 8 MB.

b) Siempre se necesitarán 3 DACs para cada pantalla, es decir 6 DACs, y ningún ADC. Para la frecuencia de muestreo.

- Display 1: Necesitamos refrescar 1280 x 1024 píxeles con 75Hz, lo que da un resultado de 98.304.000 conversiones cada segundo. Eso significa un tiempo de conversión máximo de 10,17 ns. Así que las conversiones deben ser un poco más rápidas, por ejemplo 10 ns.
- Display 2: Necesitamos refrescar 900 x 1440 píxeles con 60Hz, lo que da un resultado de 77.760.000 conversiones cada segundo. Esto significa un tiempo de conversión máximo de 12,86 ns. Así que las conversiones deben ser un poco más rápidas, por ejemplo 10 ns y así cada conversor es idéntico.

c) Si consideramos que los 2 displays están trabajando con su velocidad más rápida, la velocidad del bus para comunicarse con el microprocesador sería.

$$98.304.000 + 77.760.000 = 176.064.000 \text{ píxeles/segundo.}$$

Como cada píxel tiene 4 bytes, la velocidad de transmisión debe ser de 704.000.000 Bps = 704 MBps. Como AGPx1 tiene una velocidad mínima de 256 MBps, AGPx4 = 1024 MBps sería suficiente para ello.

Ejercicio 6

En la instalación de un bar cuadrado nuevo, con 2 plantas de 2500 m² cada una, es necesario instalar 8 pantallas de TV. Es necesario poder cambiar en estas pantallas entre mostrar la información de un PC, mostrar TV TDT o mostrar TV por satélite. Cada pantalla puede mostrar cualquier información de estas.

La señal de PC tiene una resolución de 1024 x 768 píxeles, la señal de TV TDT tiene una resolución de 768 x 576 píxeles y la señal de satélite tiene una resolución panorámica de 1920 x 1080 píxeles. Además, la velocidad de refresco de la información en los 3 casos debe ser de 50 Hz.

Toda esta información está controlada por una unidad central que recibirá las 3 señales y las enviará a las diferentes pantallas según las necesidades de cada momento (con compresión sólo si es necesario). Supongamos que la consola tiene canales individuales para cada pantalla.

a) Indique qué comunicación cableada e inalámbrica utilizaría para enviar la información desde la consola a los displays (es decir, qué tecnología). Justifique por qué utilizaría esta tecnología en comparación con otras. NOTA: No se puede usar Ethernet.

b) En función de la tecnología elegida, indique los límites del sistema si quisiera renovar y/o ampliar el local (tanto en espacio como en número de pantallas y/o canales).

a) En primer lugar, la comunicación es entre las cámaras y una unidad central, por lo que podría hacerse utilizando una comunicación Broadcast (con cable, por ejemplo Firewire, DVI, HDMI o DP o inalámbrica, por ejemplo Wifi o Bluetooth, las otras tecnologías no tienen sentido o están prohibidas). Así que lo primero que hay que hacer es calcular las necesidades de transmisión de información y posteriormente determinar el rango de distancia. Se podría suponer que las imágenes utilizan color verdadero y 24 bits (no se dice nada del uso de encapsulado con 32 bits).

- Para la información del PC -> $1024 * 768 * 24 * 50 = 944 \text{ Mbps}$.
- Para la TV TDT -> $768 * 576 * 24 * 50 = 531 \text{ Mbps}$.
- Para la televisión por satélite -> $1920 * 1080 * 24 * 50 = 2,5 \text{ Gbps}$ -> El caso más desfavorable, o sea el que hay que tener en cuenta.

Enviando la información sin compresión de datos y considerando las tasas de velocidad de cada tecnología, Firewire puede alcanzar hasta 3,2 Gbps, DVI puede alcanzar hasta 3,96 Gbps, HDMI puede alcanzar hasta 18 Gbps y DP puede alcanzar hasta 25,92 Gbps, por lo que todas ellas son adecuadas para el problema.

Pero teniendo en cuenta las distancias, Firewire puede alcanzar hasta 100 metros, DVI puede alcanzar hasta 30 metros, y HDMI y DP pueden alcanzar hasta 15 metros, por lo que la única solución cableada para hacer frente a todas las distancias posibles es Firewire, utilizando repetidores para asegurar las distancias.

Si se piensa en la comunicación inalámbrica, la mejor solución es WiFi porque es la tecnología más rápida (1,3 Gbps para la V5.0) y no hay problema con las distancias, pero sería necesario comprimir la información $2500 / 1300 = 2$ veces (lo cual es perfectamente posible).

Por lo tanto la solución es utilizar Firewire (cableada) o Wifi (inalámbrica).

b) Debido a que Firewire está diseñado para 60.000 dispositivos y no hay límite en la distancia usando repetidores, no hay límites de espacio o número de pantallas/canales para renovaciones o extensiones. Y la misma idea para WiFi. Usando puntos de acceso no hay límite de distancia ni de número de pantallas.

Ejercicio 7

Para emitir vídeo en eventos deportivos dentro de un área delimitada de 50 metros, se plantea el uso de dispositivos móviles personales con una pantalla de 7" (1440 x 234 píxeles), en posesión de un número limitado de espectadores de dicho evento deportivo. Considerando un límite de 500 usuarios, 25 fotogramas por segundo, una tasa de compresión de vídeo de 10:1 y la posibilidad de ver un solo canal en cada dispositivo, diseñe una solución y justifique su respuesta. La información se entrega en color codificado en 16 bits.

Para minimizar las necesidades de transmisión, se utilizaría un sistema Broadcast para la transmisión del canal y el dispositivo móvil recibirá este canal en todo momento.

Por lo tanto, lo primero que hay que hacer es determinar las necesidades de comunicación del canal.

$$1440 * 234 * 16 / 10 = 530,913 \text{ bit/trama.}$$

Si se quiere transmitir 25 fotogramas por segundo, cada canal tiene la siguiente tasa de transferencia.

$$530,913 * 25 = 10.347.840 \text{ bps} = 10,4 \text{ Mbps.}$$

Cada canal debería ser capaz de transmitir esa información y debería hacerlo de forma inalámbrica (porque los dispositivos son móviles). La única posibilidad sería WiFi, que permite hasta 1,3 Gbps con un número ilimitado de dispositivos utilizando puntos de acceso.

Otra posibilidad podrían ser las soluciones basadas en la telefonía móvil, pero éstas no están en el ámbito de este curso