

Interface hombre-máquina con TFT basado en un μC monochip

Por Bernd Westhoff

RENESAS

El Autor



Bernd Westhoff, Principal Engineer Product Management, MCU Marketing, Industrial Business Group, Renesas Electronics Europe. Bernd Westhoff dirige el marketing de producto para RX600 dentro del Grupo de Negocio Industrial en Renesas Electronics Europe

Como resultado de la creciente popularidad de los visualizadores TFT en numerosos productos de consumo, los clientes esperan el mismo nivel de sofisticación del interface de usuario en los productos industriales. Esta tendencia resulta especialmente palpable para el mercado industrial, en el que los diseñadores de sistemas están recibiendo una mayor demanda para la incorporación de visualizadores TFT en sus aplicaciones para sustituir los sencillos visualizadores LCD basados en caracteres que utilizaban anteriormente. Los interfaces hombre-máquina (human-machine interfaces, HMI) con TFT se pueden utilizar en numerosas aplicaciones industriales, como registro de datos y dispositivos de medida, dispositivos médicos, máquinas, sistemas de pago electrónico e incluso en electrodomésticos sensibles al precio.

Para los consumidores, los dispositivos electrónicos de sencillo manejo y con un interface atractivo se han convertido en la norma, y esto ha traído consigo un aumento de la demanda también en aplicaciones industriales. Un producto industrial con un HMI atractivo y un visualizador TFT da la impresión de que el fabricante ha prestado mucha atención al diseño y a la manera de utilizar el producto. Esto es importante en la actualidad ya que ayuda a los fabricantes a consolidar una ventaja en este mercado fuertemente competitivo. Los precios de los visualizadores TFT de tamaño pequeño y mediano han caído notablemente, lo cual explica también su creciente auge dentro del sector industrial.

Como fabricante de semiconductores especializado en el desarrollo de microcontroladores, Renesas Electronics ha detectado esta tendencia desde un principio. Renesas ha desarrollado microcontroladores que permiten la comunicación con visualizadores TFT QVGA o WQVGA (480 x 272 píxels) y eliminan la necesidad de un módulo de control externo, si bien siguen siendo lo suficientemente potentes para gestionar el funcionamiento del visualizador y de la aplicación.

Para controlar el TFT, la solución monochip más inteligente y económica actualmente disponible en el mercado es un interface HMI basado en el microcontrolador de 32 bit RX de Renesas. El microcontrolador RX permite introducir animaciones y ofrece soporte fácilmente a un visualizador con una atractiva paleta de colores. La solución HMI descrita a continuación se basa en un microcontrolador monochip, software gráfico abierto (gráficos API o GAPI) y FreeRTOS. Esta solución de bajo coste permite que las compañías suministren visualizadores TFT de alta calidad – indicados para una amplia variedad de segmentos de mercado sensibles al coste – de sencilla utilización y con un atractivo aspecto. Además de FreeRTOS, esta solución puede utilizar cualquier otro sistema operativo en tiempo real portado o incluso puede funcionar sin sistema operativo.

Control del TFT

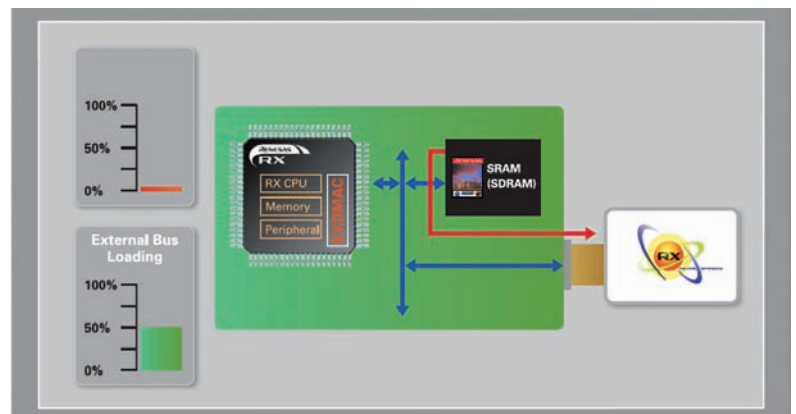
El interface del microcontrolador RX62N para control directo de TFT (ver fig. 1) se combina con el GAPI para el control de imagen. Se suministra con el software, que incluye las rutinas de la biblioteca para visualizar varios formatos y perfiles en una pantalla TFT. El GAPI utiliza el controlador de acceso directo a memoria del RX62N para el bus externo (exDMAC) y permite el control de la TFT y el proceso del código de la aplicación al mismo tiempo. El conjunto de rutinas del GAPI facilita a los ingenieros la creación y

el proceso de imágenes basadas en barrido (rasterizadas) en tramas para memoria RAM. Estas tramas también se pueden utilizar como entrada para rutinas GAPI con el fin de crear imágenes complejas compuestas. Una vez creada la imagen deseada, la trama se puede emplear como buffer del visualizador para el TFT. Esta solución GAPI – disponible de forma gratuita para los usuarios – forma parte de un kit (el RX62N TFT Direct-Drive Solution Kit) e incluye acceso al código fuente. Es ideal como punto de partida para los desarrolladores que deseen crear sus propios interfaces de usuario y también como plataforma de evaluación para ayudar a las compañías a decidir qué microcontrolador es el mejor para su aplicación. Los desarrolladores pueden utilizar programas estándar para proceso de imagen con el fin de crear los elementos gráficos para su solución HMI e integrarlos en el GAPI.

El GAPI ofrece estas funciones:

- Uso de formatos de imagen BMP como base para el HMI
- Creación y emplazamiento de elementos de texto sin solapamiento en una trama
- Las áreas de cada trama pueden ir sombreadas en color
- Conversión y desvanecimiento de imágenes en función de los requisitos del HMI
- Creación de las tramas de salida apropiadas de 16 bpp visualizadas en la pantalla TFT

Figura 1. Interface del microcontrolador para el control directo de TFTs



Estas funciones relativamente nuevas permiten que las compañías puedan crear HMI atractivos y eficientes que consuman pocos recursos del sistema y tengan cabida en la memoria Flash integrada en el microcontrolador RX. Junto con el GAPI disponible gracias a los laboratorios de desarrollo de Renesas Electronics, varios partners de la Renesas Alliance ofrecen sus propias soluciones que se pueden adaptar a las necesidades del cliente.

El microcontrolador RX de 32 bit, con sus periféricos integrados y un rendimiento de 165 DMIPS a 100 MHz, facilita la realización de las tareas en tiempo real antes señaladas. Las funciones integradas en el RX ofrecen un funcionamiento completamente determinista de la pantalla TFT sin consumir apenas recursos de la CPU. Esto reduce el coste de diseño del HMI ya que se suprime la necesidad de un controlador externo de LCD con buffer de trama. La arquitectura multibus y un controlador exDMA integrado gestionan la transferencia de los datos del buffer externo de trama a la pantalla TFT. Incorpora una unidad de pulsos con temporizador integrado (timer pulse unit, TPU) que se utiliza para sincronizar las señales de control de la TFT con la transferencia de datos.

Solución y concepto del sistema (fig. 2)

Las compañías que desarrollan un sistema con un solo buffer necesitarán un buffer externo de trama con una memoria de 2 Mbit (128K x 16). Por tanto un sistema de doble buffer necesita 4 Mbit (256K x 16) de memoria. El doble buffer se recomienda para HMI con mucha animación ya que reduce el efecto de seccionamiento de la imagen en la pantalla. Por ejemplo, la CPU puede generar una imagen en el Buffer A mientras se transfiere el Buffer

B a la TFT. Una vez que el Buffer A ha finalizado el proceso, el puntero de trama puede conmutarse del Buffer B al Buffer A. Esta solución con doble buffer garantiza que el proceso del buffer de trama no sea visible en la pantalla.

Como memoria externa puede recurrirse tanto a SRAM como a SDRAM. La SRAM suele ser la solución más rápida pero también la más costosa. La SDRAM es una solución económica pero algunos desarrolladores creen que también aumenta los tiempos de acceso. La elección del tipo de memoria viene determinada por diferentes parámetros y los desarrolladores habrán de escoger el tipo de memoria en función de los requisitos de cada aplicación. En cualquier caso, el microcontrolador RX de Renesas es compatible con ambas opciones. Tanto el buffer de trama seleccionado como la TFT utilizan el bus externo de 16 bit del microcontrolador RX. El RX se encarga de generar automáticamente las líneas de direcciones y las instrucciones de lectura/escritura de la memoria. La TPU integrada se encarga de la sincronización con la pantalla TFT generando señales de referencia verticales y horizontales a partir de un pulso de píxel y de una señal de activación de datos.

El bus interno del microcontrolador RX prácticamente no se ve afectado por esta actividad. La CPU puede seguir accediendo a la memoria interna Flash y SRAM así como a los elementos periféricos mientras la unidad DMA externa (exDMA) envía datos RGB de 16 bit desde el buffer de trama a la pantalla TFT. El tipo de contenido en el buffer de trama no es importante ya que sencillamente transmitirá datos a la TFT a la velocidad de regeneración previamente programada. La CPU y la unidad exDMA tienen poca influencia entre sí; de hecho, la interferencia tan solo ocupa un 5 por ciento del ancho de banda de la CPU.

Sincronización y análisis temporal

Los desarrolladores que trabajen en aspectos relacionados con la sincronización querrán saber a qué velocidad envía la exDMA sus datos y cuánto tiempo tarda la CPU en escribir una nueva imagen en el buffer de trama (ver las figuras 3 y 4). En este ejemplo, la TFT QVGA tiene una profundidad de colores de 16 bit y la velocidad de regeneración de la imagen se ha enviado a 50 imágenes por segundo. Durante el intervalo de tiempo anterior al pulso de sincronismo, la exDMA no transmite datos RGB de la SRAM a la TFT, por lo que el bus externo está disponible. La CPU emplea este intervalo temporal para escribir nuevas imágenes en el buffer de trama por medio del bus externo antes de que la exDMA lea los datos procedentes del buffer y los envíe a la TFT. En este caso la exDMA ha realizado su tarea en 8,5ms, que equivalen a un 42 por ciento del tiempo de regeneración de la imagen, y los 11,5ms restantes permiten que la CPU actualice el buffer de trama.

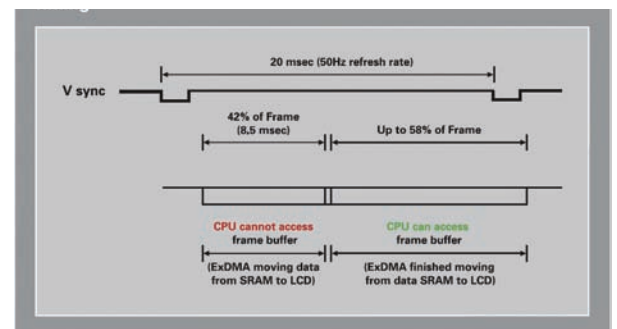


Figura 3. Sincronización

Pasemos ahora a un análisis temporal para una sola línea del visualizador. Una línea empieza con el flanco de subida de la señal HSYNC, a la cual sigue el intervalo de tiempo posterior al pulso de sincronismo, que es el intervalo en el cual el reloj del píxel está activo pero sin datos activos disponibles. En este momento se transmite el primer píxel a la pantalla TFT determinado por el flanco de subida en la línea de habilitación de datos. Con cada flanco de bajada del reloj de píxel se transmite otro valor RGB de 16 bit hasta que se han enviado los 320 píxels (QVGA para este ejemplo). Esta ráfaga de píxels viene seguida por el intervalo anterior horizontal, en el que – al igual que antes – existe una señal de reloj del píxel pero no hay datos de píxel activos. La

Figura 2 Concepto de sistema

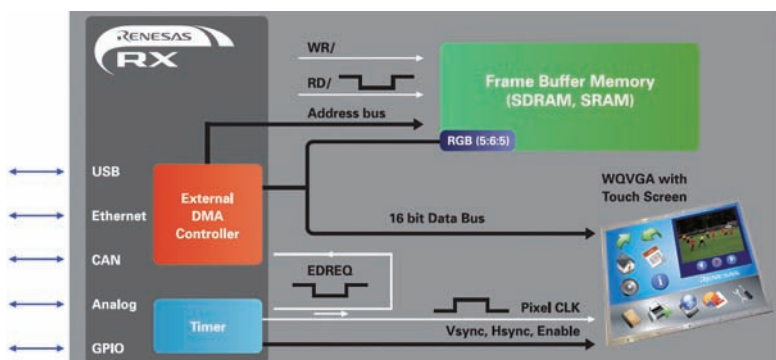
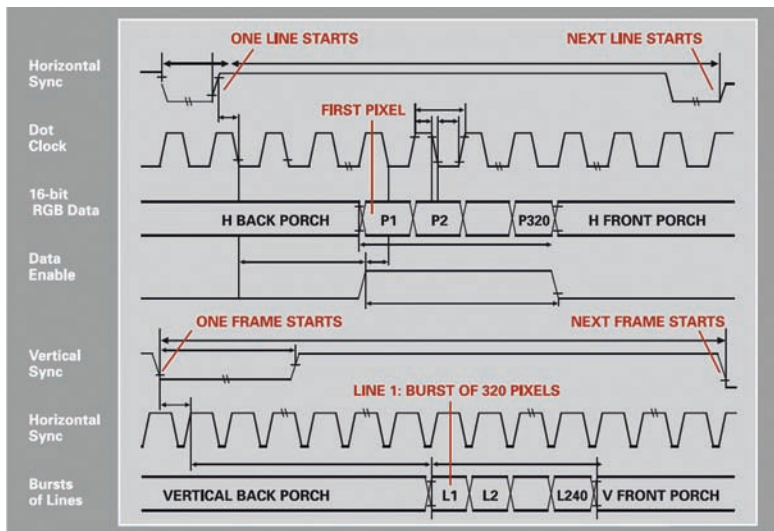


Figura 4. Trazado de la pantalla TFT



señal de habilitación de datos varía en función de su estado en cada momento. El número de ciclos de reloj para los intervalos horizontales anterior y posterior es variable y viene determinado por el fabricante de la TFT. A continuación una nueva señal HSYNC pone en marcha la escritura de la segunda línea y el proceso sigue adelante hasta que se han escrito las 240 líneas de visualización QVGA.

El flanco de bajada de la señal VSYNC pone en marcha la escritura de una nueva trama. Al igual que con los factores temporales horizontales antes citados, existe un período vertical anterior y posterior en el cual el pulso HSYNC está activo pero no se transmiten datos.

Interfaces de comunicación

Junto con su capacidad para el control del visualizador, el microcontrolador RX también incorpora múltiples interfaces de comunicación de uso habitual en los actuales HMI. Entre ellos se encuentran seis interfaces serie síncronas y asíncronas (SCI), un interface SPI, un interface CAN, una unidad Ethernet MAC y hasta dos interfaces USB que pueden gestionar USB OTG, host o función. Esto permite que las compañías desarrollen consolas de operario que incorporen los interfaces apropiados basándose en un diseño monochip, especialmente en aplicaciones que anteriormente necesitaban varios componentes por separado (ver la figura 5).

Nuestro primeros pasos con el Starter Kit

Se recomienda el kit RX TFT Direct-Drive Starter Kit como primer paso ya que se trata de una solución práctica que permite obtener resultados de inmediato así como el desarrollo rápido de un prototipo. Además del microcontrolador RX62N de Renesas con 512KB de Flash y 96KB de RAM

integradas en el propio chip, el kit contiene una SDRAM externa de 128 Mbit que se puede utilizar como buffer de trama. El visualizador WQVGA se conecta a la tarjeta de introducción mediante una tarjeta adaptadora, ofrece una resolución de 480 x 272 píxels y una profundidad de color de 16 bit por píxel.

El controlador de exDMA del RX copia de forma cíclica todos los datos para obtener una imagen completa de la SDRAM a la pantalla TFT. Los datos se copian en segundo plano por medio de acceso directo a memoria (a través del exDMA). La propia aplicación solo se ve interrumpida brevemente por una rutina de servicio de interrupción desde el controlador de exDMA. La documentación detallada se encuentra en Internet y está incluida en el kit. También están disponibles el depurador E1 de Renesas Electronics y HEW Workbench como herramientas de desarrollo. El HEW Workbench integra todas las herramientas necesarias para crear y depurar el software y la aplicación de demostración se suministra junto con todos los archivos de proyecto HEW correspondientes, facilitando así la configuración de la tarjeta de introducción. Renesas ha escogido el FreeRTOS de código abierto como entorno en tiempo real para la aplicación de TFT con control directo, mientras que versiones de prueba de soluciones de software de terceros como la de Segger se encuentran disponibles para su descarga a través de la web. El paquete de software Segger TFT está formado por el sistema operativo embOS y el software gráfico emWin. Para aplicaciones que utilicen visualizadores, emWin proporciona un interface gráfico de usuario (GUI) independiente respecto al procesador y al visualizador, y es compatible con entornos monotarea y multitarea. Además funciona tanto con el sistema operativo propio en tiempo real como con cualquier otro disponible en el mercado, y es muy flexible por lo que puede adaptarse a visualizadores de cualquier tamaño.

A modo de conclusión, esta solución económica de HMI basada en el concepto de microcontrolador monochip RX con el GAPI simplifica la evaluación a las compañías y facilita enormemente el desarrollo. Nunca ha resultado más sencillo añadir valor a una aplicación con TFT que con el RX.

Figura 5. Diagrama de bloques del RX62N

