

La Tecnología de Control de Movimiento Distribuido se Muda a la PC

Jayson Wilkinson

Gerente de Productos de Movimiento, National Instruments, 11500 N. Mopac Expwy., Bldg. B, Austin, TX 78759-3504
Tel. 001-512-683-8922 , Fax 001-512-683-5569, jayson.wilkinson@ni.com.

Introducción

Los sistemas de movimiento asumen un rol central en el trabajo de la mayoría de los sistemas de laboratorio y automatización de fábricas. Las instalaciones industriales más grandes requieren soluciones grandes y anunciadas. Para todo lo demás, existe una computadora, un puerto Ethernet y un controlador de movimiento distribuido. Ahorre dinero y tiempo de desarrollo manteniendo el lazo cerrado del servo al alcance de su mano, y más allá.

Al igual que lo demás, las soluciones de sistemas distribuidos de control de movimiento poseen tanto ventajas como desventajas. Los sistemas usan típicamente una sola computadora para controlar múltiples controladores de movimiento. Con Ethernet, se hace posible mover un controlador de movimiento tan lejos como 85 m desde la computadora servidor sin infraestructura adicional. Los sistemas basados en la norma IEEE 1394 permiten la conexión de hasta 32 controladores de movimiento utilizando un solo puerto. En general, las soluciones distribuidas permiten la creación de sistemas grandes, de numerosos ejes, sin necesidad de tener una computadora en cada estación. También pueden trabajar en situaciones donde las ranuras de las placas de movimiento no se hallan disponibles, tales como en computadoras portátiles.

En contra de lo anterior, se puede decir que podría no ser tan fácil comunicarse con otros tipos de E/S fuera del control de movimiento, tales como visión o adquisición de datos. Además, las limitaciones del ancho de banda del bus de la solución distribuida puede hacer que el sistema sea más lento que uno que utiliza el bus PCI o PXI/compact PCI. Dos especificaciones pueden ayudar a determinar el rendimiento de un tipo de bus: el ancho de banda y la latencia. El ancho de banda es la cantidad de información que puede pasar en un dado tiempo, en tanto que la latencia es el tiempo que le tome a la porción de información viajar de un lugar, tal como la computadora, a otro lugar, tal como el controlador de movimiento.

El ancho de banda usualmente se da en Mbps, en tanto que la latencia es descripta adecuadamente por microsegundos. Por ejemplo, un sistema que usa una conexión IEEE 1394 (FireWire) tiene un ancho de banda de 50 Mbps con una latencia de entre 250 y 2000 μ s, en tanto que un sistema que usa un bus PCI dentro de una computadora tiene un ancho de banda de 132 Mbps y una latencia de entre 0,3 y 0,4 μ s haciendo así que el bus PCI o PXI/compact PCI sea más rápido aunque no distribuido.

Consideraciones de Diseño

Los temas relativos al ancho de banda y la latencia, así como también la posibilidad de fallas del sistema operativo, ofrecen razones válidas para colocar todo el circuito de lazo cerrado de control de movimiento, tal como el algoritmo de control PID, dentro del controlador mismo. Al recibir un comando, el controlador de movimiento puede ejecutar la instrucción, independientemente de la computadora servidor y garantizar así un rendimiento de tiempo real.

El rendimiento del bus afecta la entrega de comandos básicos de movimiento desde la computadora al controlador de movimiento. La mayoría de los buses distribuidos tienen limitaciones en su rendimiento. Los programas que se ejecutan en la computadora y que se comunican con el controlador de movimiento encuentran conflictos con la latencia del bus y el sis-



Solución para control de movimiento basado en Ethernet desde una computadora portátil: controlador PXI-8176 ejecutando LabVIEW Real-Time con un controlador de movimiento PXI.

tema operativo del servidor. Para resolver estos problemas, algunos sistemas de control distribuido de movimiento usan controladores con sistemas operativos de tiempo real y procesadores capaces de almacenar y ejecutar programas dentro del controlador. Si la solución de control de movimiento distribuida provee diagnósticos o actualización de estados, la computadora servidor simplemente puede verificar el estado del controlador sin perturbar el rendimiento del programa de control de movimiento.

El proceso de diseño para el control de movimiento distribuido también debería tener lugar en el software de aplicación. Un controlador remoto puede requerir una metodología diferente de programación comparada con la que requiere un controlador insertable. La mayoría de los controladores utilizan C/C++, LabVIEW y Visual Basic; sin embargo, cada API es diferente. Se debería considerar la facilidad de uso, flexibilidad y el modo en que el software de control de movimiento interactúa con el software del sistema.

Ethernet para control de movimiento distribuido

Los buses que se utilizan actualmente para el control de movimiento distribuido incluyen Ethernet, IEEE 1394, RS 232/485, SERCOS, etc. Ethernet es muy atractivo como bus para control de movimiento. La mayoría de las computadoras vienen con un puerto ya instalado. Sin utilizar repetidoras, los módulos Ethernet pueden operar hasta 85 m desde la computadora servidor. Debido a que es una norma ampliamente utilizada, existen muchos otros servicios que pueden comunicarse utilizando ese medio, tal como adquisición de datos o dispositivos GPIB. La utilización de control de movimiento basado en Ethernet y dispositivos de medición permite lograr mediciones automatizadas complejas con una sola computadora maestra conectando los nodos separados. La red de control se puede extender también a Internet debido a que utiliza (mayormente) normas de transmisión de datos TCP/IP. El control sobre la Internet abre la posibilidad para controlar movimientos en cualquier lugar desde cualquier sitio del mundo.

No obstante lo anterior, la Ethernet estándar no es determinística. Un sistema estable de lazo cerrado de control de movimiento necesita determinismo. Para garantizarlo, el lazo de control de movimiento no debería ir a través del cable. El lazo de control de movimiento debería, en cambio, ubicarse dentro del mismo controlador y conectarse sólo la capa de control más elevada a la computadora servidor via Ethernet.

Por supuesto que los protocolos determinísticos basados en varias formas de sincronismo de la norma IEEE 1588 (PROFINET, Ethernet Powerlink, etc.) pueden implementar lazos de control cerrado directamente sobre Ethernet, de un modo conveniente para proyectos de automatización de gran escala. A pesar de ello, los lazos locales de servo que se hallan dentro del control distribuido son completamente efectivos para la mayoría de las aplicaciones menores e involucran mucho menos esfuerzo de desarrollo.

Estructura del Programa

La mayoría de los controladores de movimiento Ethernet pueden programarse utilizando dos métodos: el primero es programar el dispositivo del modo que lo haría un controlador de movimiento basado en un bus PCI. Utilizando este método, el desarrollador ejecuta programas desde la computadora enviando comandos al controlador de movimiento cuando se requiera. Aunque el lazo de control en el controlador de movimiento puede realizar efectivamente cada movimiento a medida que llega, no se puede garantizar el tiempo que toma a cada movimiento individual ser enviado al controlador. Para ayudar a garantizar el determinismo en la secuencia de movimientos, algunos controladores poseen la capacidad de almacenar comandos dentro del controlador mismo. Utilizando este método, se pueden evitar los dos problemas que pueden producirse debido a los conflictos en el servidor y también debido a la falta de determinismo provocado por la latencia del bus.

Tipo de Bus	Ancho de Banda [Mbps]	Latencia [µs]	Distancia [m]	
			Sin repetidora (cobre)	Con repetidora (cobre a fibra óptica)
100Base-T Ethernet	12,5	700 a 1.000	85	Sin limite
IEEE-1394a	50	250 a 2.000	4.6	500
RS-232/485 (Serial)	0,02	300 a 4.000	30	30
PCI	132	0,3 a 0,4	0	200

Comparación de los buses para control de movimiento distribuido



El método utilizado por National Instruments para la integración de sistemas en el control de movimiento utiliza el controlador de movimiento modular PXI basado en Ethernet dentro de un sistema PXI ejecutando LabVIEW Real-Time. Este método permite escalar el sistema de acuerdo a las necesidades de la máquina. Por ejemplo, si la máquina requiere adquisición de datos de alto rendimiento para realizar ensayos en el sistema, el ingeniero puede simplemente utilizar uno de las ranuras PXI disponibles en el chasis para albergar adquisición de datos adicional. Esto provee una abundancia de E/S confiables con la habilidad de configurar el sistema de manera remota.

Norma IEEE 1394 Para Control de Movimiento Distribuido

La norma IEE 1394 comenzó en 1986 como un bus serie de alto rendimiento. El objetivo original fue similar al USB: eliminar los cables de la parte trasera de la computadora.

El protocolo de remoción en caliente IEEE 1394 permite la conexión de un dispositivo IEEE 1394 mientras la computadora se halla encendida, reconociendo automáticamente su presencia. Todo el bus se reinicializa y cada dispositivo del bus es reconocido por la computadora servidor y por cada uno de los demás dispositivos. Por el contrario, Ethernet requiere estrategias de configuración positivas para reconocer nuevos nodos o agregado de dispositivos.

Algunos controladores de movimiento IEEE 1394 permiten la conexión de hasta 32 dispositivos en una rueda hasta cuatro metros desde la computadora u otro dispositivo IEEE 1394. La distancia puede extenderse hasta 500 m utilizando extendedores de bus y repetidores. Debido a las limitaciones del ancho de banda y la latencia, los controladores de movimiento basados en la norma IEEE 1394 son a menudo similares a los basados en Ethernet dado que a menudo necesitan poder almacenar y ejecutar programas desde el controlador mismo sin tener que confiar en la computadora servidor.

La norma RS-232/485 también merece analizarse para aplicaciones de bajo costo y de poca cantidad de datos. Casi cualquier computadora posee un puerto serie: el ancho de banda mínimo y la restricción de sólo un dispositivo por puerto no limita su utilidad.

Aplicaciones

Una solución de control de movimiento PXI basada en Ethernet provee E/S analógicas y digitales del controlador de movimiento que pueden utilizarse con módulos adicionales de E/S para tareas tales como monitoreo del estado de la maquinaria. Este tipo de solución puede publicar o archivar datos de producción para que sean examinados via Internet.

El control de movimiento distribuido provee una solución sensible utilizando una sola computadora con múltiples controladores conectados juntos, posiblemente utilizando Ethernet inalámbrica para la infraestructura. De este modo se vuelve posible operar una excavadora en un medio ambiente peligroso o, de manera similar, se hace posible asegurar la seguridad del operador.

Aunque el control de movimiento distribuido no es apropiado para cualquier sistema, puede brindar ventajas útiles en términos de tiempo, dinero y espacio.