

Creación de prototipos de robots autónomos con FPGAs

Artículo cedido por National Instruments



www.ni.com/spain

Puede sonar a ciencia ficción, pero los robots son cada vez más y más partes integrales de nuestras vidas - desde las aplicaciones modernas como la limpieza de suelos y la realización de cirugías a las aplicaciones futuras como las de los coches que funcionan de manera autónoma. El hecho es que estas aplicaciones que antes sólo moraban en los ámbitos de nuestra imaginación se están convirtiendo rápidamente en una realidad. Sin embargo, con el fin de que los robots obtengan una mayor autonomía para realizar estas tareas de alto nivel, estos requieren sensores para proporcionar información sobre su entorno, tales como audio, video y la proximidad a los obstáculos. Como se requieren más y más sensores para el desarrollo de la robótica, se hace imperativo que los ingenieros utilicen herramientas de creación de prototipos y plataformas que les permitan diseñarlos y realizar iteraciones rápidamente.

Mediante el desarrollo de prototipos funcionales robóticos con FPGAs (Field Programmable Gate Arrays) y hardware COTS (Commercial Off The Shelf), los ingenieros pueden probar ideas, algoritmos y combinaciones de E/S de manera eficiente para hacer que los robots de la próxima generación sean una realidad.

Introducción a la Tecnología de las FPGAs

Antes de entrar en el uso de una FPGA en un prototipo robótico, se necesitan unos pocos conocimientos sobre dicha tecnología. Fundamentalmente, las FPGAs son chips de silicio reprogramables. Los ingenieros pueden utilizar las FPGAs para implementar hardware personalizado dedicado a aplicaciones específicas mediante bloques lógicos precompilados y recursos de enrutamiento para configurar el chip. El proceso de desarrollo personalizado de hardware FPGA es un proceso de tres pasos:

- Desarrollar la lógica digital utilizando programas informáticos para describir la funcionalidad deseada. Esto se puede hacer de varias maneras, entre las que

se incluyen: la utilización de lenguajes de descripción de hardware basados en texto, IPs (intellectual property) pre-configuradas o herramientas gráficas de alto nivel de programación como LabVIEW de National Instruments.

- La descripción de la lógica digital se compila a continuación para obtener un archivo de configuración o flujo de bits que contiene información sobre cómo los componentes de la FPGA deben estar conectados para implementar la lógica digital. Las herramientas para compilar y crear el flujo de bits suelen ser proporcionadas por el proveedor del hardware de la FPGA.

- Por último, el flujo de bits se carga en la FPGA, lo que configura su funcionamiento tal y como se ha descrito en el software. Ahora se dice que la FPGA tiene en una nueva "personalidad" la cual puede ser actualizada siguiendo otra vez estos tres pasos, permitiendo configurarla de nuevo tantas veces como sea necesario.

Tradicionalmente, las FPGAs han sido vistas como una herramienta utilizada exclusivamente por los ingenieros de diseño digital dotados de una comprensión avanzada de los lenguajes de descripción del hardware. Sin embargo, el surgimiento de las herramientas de programación gráfica de alto nivel para FPGAs está permitiendo que un número creciente de expertos en el sector aproveche los beneficios que las FPGAs ofrecen. Esto incluye a los diseñadores que son responsables de crear los subsistemas electrónicos de las aplicaciones robóticas.

Una de las principales razones por las que los desarrolladores eligen las FPGAs para sus diseños se debe a que proporcionan los beneficios de un ASIC (Application Specific Integrated Circuit) en combinación con la flexibilidad de un diseño de software. Sin embargo, las características de las FPGAs en cuanto a fiabilidad y rapidez de implementación, no requieren la fabricación de productos en gran volumen, lo cual es normalmente necesario para justificar el gran gasto inicial en el diseño de los ASICs personalizados. El silicio reprogramable tiene también la misma flexibilidad del software que se ejecuta en un sistema

basado en procesador, pero no está limitado por el número de núcleos de procesamiento disponibles. A diferencia de los procesadores, las FPGAs son realmente de funcionamiento en paralelo por naturaleza, lo que significa que las diferentes operaciones de procesamiento no tienen porqué competir por los mismos recursos. Cada tarea de procesamiento independiente se asigna a una sección del chip y puede funcionar de manera autónoma, sin ninguna influencia de otros bloques lógicos.

Acoplando una FPGA con hardware COTS y E/S modulares se mejora drásticamente la flexibilidad de un diseño, haciendo posible que los desarrolladores robóticos sean capaces de realizar iteraciones rápidamente en sus prototipos.

¿Por qué el hardware COTS es importante?

Como se mencionó anteriormente, la cantidad de datos de sensores que un sistema robótico verdaderamente autónomo necesita va en aumento. Los desarrolladores de robótica se enfrentan a una perspectiva desafiante de conjuntos de características y requisitos cambiantes desconocido en términos de E/S. Por ejemplo, el robot puede contener un solo sensor de baja resolución para la captura de datos de video. Sin embargo, a lo largo del ciclo de vida del proyecto, el precio del sensor puede llegar a ser más barato por lo que es factible añadir cámaras adicionales al sistema. Los desarrolladores de robótica necesitan desarrollar sobre plataformas que les permitan cambiar rápidamente de E/S para realizar los mejores diseños posibles. Para mitigar el riesgo, los desarrolladores pueden elegir hardware COTS que les ahorra tiempo de trabajo sobre la puesta a punto de la placa,

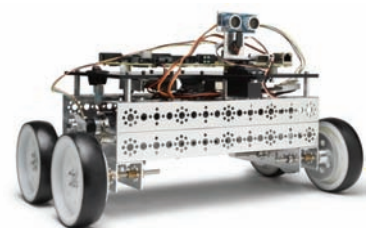


Figura 1. Los ingenieros pueden conseguir poner en marcha rápidamente los prototipos robóticos mediante hardware COTS.

manteniendo la flexibilidad para intercambiar diferentes configuraciones de E/S que satisfagan sus necesidades. Esto es especialmente importante durante las tareas que consumen tiempo como en el caso de la creación del primer prototipo funcional.

Consejos para el desarrollo de un prototipo

La creación de un prototipo es un paso que suele pasarse por alto durante el desarrollo porque a menudo es visto como un obstáculo de coste y tiempo para crear el producto final. Sin embargo, al seleccionar una plataforma que permita a los ingenieros producir y cambiar los diseños rápidamente, los prototipos pueden convertirse en una fase muy valiosa durante el desarrollo. Los prototipos son útiles para demostrar el valor de un diseño particular y en campos emergentes como la robótica, puede ser esencial para llegar a la siguiente fase de la financiación por parte de los inversores, al mismo tiempo que para llegar a una mejor comprensión de las necesidades del cliente.

Uno de los primeros consejos para crear prototipos de sistemas robóticos es desarrollar y validar la IP de la FPGA parte por parte. Las aplicaciones de robótica pueden muchas veces ser separadas en los componentes "Sense", "Think" y "Act", lo que significa que una parte del código se encarga de leer la información de los sensores, una parte algorítmica decide qué medidas tomar y por último, la salida de los actuadores conducen el robot de forma autónoma. Al modularizar estas tres tareas, los desarrolladores son capaces de disociar las E/S de los algoritmos. Esto beneficia a los ingenieros al permitirles probar y validar el código como unidades independientes y hacer modificaciones a los subsistemas sin afectar la estabilidad del prototipo completo. La naturaleza paralela de un diseño FPGA hace que sea una candidata ideal para este tipo de arquitectura, ya que se pueden interponer diversos componentes de E/S dentro y fuera de la FPGA de forma independiente, mientras que el tejido reconfigurable permite realizar continuas modificaciones a las decisiones a nivel del algoritmo. Una vez que las secciones de IP han sido probadas para trabajar de forma independiente, se pueden integrar los segmentos del código

go "Sense", "Think" y "Act" para formar un sistema embebido completamente funcional de robótica que puede ser probado y validado en su conjunto.

Un problema al los que los ingenieros se enfrentan a menudo a la hora de desarrollar un prototipo es el de preocuparse por el coste de un sistema demasiado pronto en el proceso de diseño. En el caso de los componentes de hardware de un robot, uno de los motivos de derroche de tiempo y posible motivo de fallos son las optimizaciones tempranas del coste. Los ingenieros siempre pueden tratar de recortar el coste de un proyecto mediante la búsqueda de componentes más baratos, de menor capacidad de memoria y con menos conectores de hardware - sin embargo, estos beneficios son más medibles una vez que el proyecto se encuentra en una fase de despliegue moderadamente grande. El tiempo de la ingeniería dedicado reducir el coste de la factura del hardware puede en realidad dar como resultado un proyecto fallido incluso antes de salir a la luz. Si bien el coste es un factor, el objetivo del desarrollo de un prototipo es el de permanecer dentro de las cercanías de la creación de un diseño rentable. Una FPGA puede tener más costes que un ASIC en algunos escenarios, pero tiene la flexibilidad de consolidar múltiples componentes en un solo paquete. Por ejemplo, su naturaleza reconfigurable permite a los desarrolladores configurar diferentes tipos de recursos de periféricos en la FPGA, tales como interfaces de comunicación serie. Si durante el desarrollo de un proyecto no se está seguro del número requerido de interfaces, una FPGA permite configurar mediante programación lo que se necesita, evitando costes adicionales y del trabajo de rediseño potencial. Como resultado, los ingenieros pueden centrarse en demostrar el valor de su diseño en lugar de los costes de los componentes individuales. Mediante el desarrollo de un prototipo de robot utilizando una FPGA, uno puede concentrarse en la obtención del primer conjunto de clientes y luego trabajar en la optimización de costes.

Al diseñar el prototipo, merece la pena desarrollar el proyecto de manera que la mayor parte de la IP pueda ser reutilizada en el diseño final. Se deben considerar un par de factores: anticipar el número de despliegues y el mercado donde el robot será desplegado. Los



Figura 2. Las FPGAs pueden ayudar a los ingenieros a crear algoritmos de percepción y planificación avanzados y de alto nivel de los vehículos autónomos.

ingenieros deben buscar las plataformas de hardware que puedan escalar el número de robots que se planean vender, manteniendo al mismo tiempo el margen de beneficio que su empresa requiere, tal como el uso de hardware COTS que tiene opciones de despliegue. En cuanto a las presiones del mercado, ciertos componentes tienen que ser certificados en diferentes formas dependiendo del entorno. Por ejemplo, los robots para aplicaciones espaciales requieren a menudo una protección contra la radiación. En este caso, sería posible crear un prototipo con una FPGA, entendiendo que hay componentes de la FPGA que son resistentes a la radiación de manera que la IP del prototipo pueda ser utilizada en un diseño final.

Éxito de la robótica con prototipos

La capacidad de mostrar el comportamiento de un sistema frente a los clientes, inversores y empleados potenciales es uno de los mayores beneficios de la creación de un prototipo funcional de su sistema de robótica. Con el fin de garantizar que el equipo de desarrollo alcanza las etapas de prototipo, es importante seleccionar las herramientas que permitan alcanzar el objetivo final de manera eficiente. Mediante la incorporación de una arquitectura del sistema que sea flexible en términos de E/S y de capacidades de programación, los ingenieros pueden hacer los cambios necesarios para el sistema en base a la información recibida por parte del cliente o del inversor. Las FPGAs proporcionan una plataforma robusta, estable y reconfigurable para la integración de las E/S y la autonomía de programación en la robótica. Combinado con la versatilidad del hardware COTS, la próxima generación de la robótica tiene la capacidad de producir resultados sorprendentes y convertirse en una parte más prevalente de nuestra vida cotidiana. 