

Simulación de planificación de tareas robóticas con visión artificial

Diego Alejandro Vargas Paloma - Oscar Andres Caicedo Bedoya

Enero 2017

Part I

Marco Teorico

Se pretende desarrollar un software que pueda ser aplicado como una herramienta evaluativa útil para los diferentes tipos de software de visión artificial. Es de suma importancia tener en cuenta que, en todo desarrollo de software, se defina una metodología. Esta permite tener unas especificaciones y etapas de desarrollo del software, desde los requerimientos iniciales, hasta las pruebas finales, que haga que el software sea coherente y además formal.

En este capítulo abordaremos conceptos tomados en cuenta durante todo el proceso de elaboración del software del proyecto. Los conceptos que trataremos a continuación son Robot System Operating (ROS) y Gazebo, las cuales nos ofrecerán un mecanismo de control alternativo y un ambiente de simulación, respectivamente, para el desarrollo de pruebas enfocados al sector agrícola. A través de dichas herramientas, definimos un robot móvil como un sistema electromecánico controlado, el cual es capaz de trasladarse a un espacio determinado, mediante el uso de un módulo de visión artificial.

La librería Pygazebo realizará la comunicación entre el software y el aplicativo Gazebo, mediante la metodología Publisher-Subscriber; se recolectarán los datos necesarios para, posteriormente enviarlos al módulo de visión artificial para su respectivo análisis.

ROS

Para empezar, ROS son las siglas de Robot Operating System, es un framework flexible el cual, por medio de un conjunto de herramientas, librerías y convenciones tiene como principal objetivo simplificar la tarea de crear robots

con comportamientos complejos y robustos que puedan ser usados en una amplia variedad de plataformas robóticas. El aporte de ROS es muy importante, debido a que crear software para robot que sea realmente robusto y que tenga propósitos generales es duro, especialmente desde la perspectiva de un robot; problemas que podrían parecer triviales para el ser humano varían frecuentemente entre varias instancias de tareas y ambientes.

Los componentes “core” de ROS son:

- **Infraestructura de Comunicaciones:**
ROS provee de una interfaz que permite la comunicación entre procesos por medio del paso de mensajes, lo que comúnmente se conoce como middleware. Así este sistema integrado y probado permite ahorrar tiempo gestionando los detalles de la comunicación entre nodos distribuidos a través del mecanismo anónimo conocido como Publisher/Subscriber.
- **Características específicas para los robots:**
Adicionalmente a los componentes de middleware, ROS provee librerías comunes y herramientas específicas para los robots, como formatos estándar de mensajes, una librería de geometría y una manera sencilla de realizar diagnósticos al robot.
- **Conjunto de herramientas:**
las cuales soportan funciones de introspección, depuración, trazado y visualización sobre el sistema que está siendo desarrollado. Del mismo modo, ROS puede ser utilizado en su totalidad sin una interfaz gráfica, por lo que todas las funcionalidades pueden ser aprovechadas a través de los más de 45 comandos disponibles; aunque si se prefiere usar una interfaz gráfica, ROS también posee herramientas como rviz y rqt, las cuales proveen una cantidad igual o mayor de funcionalidades.

Gazebo

Gazebo es una herramienta de simulación la cual, por medio de motores gráficos de alta calidad, motores de física e interfaces gráficas, permite la importación de modelos 3D para la realización de pruebas a poblaciones de robots en entornos específicos. Nació de la necesidad de simular robots en ambientes cambiantes bajo distintas condiciones.

Dentro de las características más importantes de Gazebo están:

- **Simulación dinámica:**
a través de varios motores de física como ODE, Bullet, Simbody y DART.
- **Gráficas 3D avanzadas:**
Gazebo provee una representación realista de ambientes incluyendo iluminación de alta calidad, sombras y texturas.

- **Sensores y ruido:**
Gazebo permite generar datos con ruido desde los sensores laser, cámaras 2D y 3D, sensores de contacto y más.
- **Plugins:**
por medio de los cuales se tiene acceso directo a la API de Gazebo. Así mismo, es posible crear nuestros propios plugins para el robot, los sensores y para el control del ambiente.
- **Herramientas de línea de comandos:**
las cuales facilitan la introspección sobre la simulación y tener control sobre la misma.

Part II

Estado del Arte

Simuladores Robóticos

Este proyecto se apoyará de una serie de conceptos abiertamente aceptados, a partir de los cuales se intenta avanzar hacia los objetivos propuestos. Es necesario hacer un repaso del estado actual de las tecnologías de las que se hará uso y algunos conceptos sobre los que se apoya.

Este proyecto tiene como base los robots autónomos y la importancia de exactitud en los datos recogidos por diferentes sensores. Los robots autónomos tienen la característica de que no son guiados por ninguna persona. remotamente se puede controlar por una persona o por el contrario actúan por sí solo, tomando las decisiones convenientes en cada situación, sin la ayuda de ninguna persona.

La toma de decisiones está condicionada por los datos recogidos de los diferentes sensores que pueda tener un robot autónomo. Por el motivo de la fiabilidad de los datos de los sensores y el conocimiento detallado de los propios dispositivos es un punto tan importante, ya que es muy posible que los simuladores de robots arrojen datos equívocos de los sensores y necesiten correcciones debido a pequeños errores o desviaciones en las mediciones, con el fin de no tomar decisiones equivocadas.

Lo más importante en este aspecto, son los motores físicos, visuales y la programación de los sensores, para que el simulador pueda recolectar la información necesaria para que el robot pueda tomar decisiones precisas.

UsarSim:

Simulador desarrollado para la investigación y la educación en el área de la robótica para apoderar el interés de los estudiantes.

USARSIM, es un simulador multi-robot que recoge los grandes detalles que se debe de llegar a necesitar en una competencia de robots, como el personal especializado y laboratorios.

Es una herramienta de alta fidelidad que resultó ser excelente para la simular competencia como la “robotcup” que participan anualmente, millones de personas, entre ellos niños, jóvenes y adultos y con potencial de convertirse en una herramienta educativa.

En él se basa las siguientes característica importantes que utiliza el simulador:
[1]

- Es asequible a un motor de juego comercial, con el impulso de la industria de los juegos, es ventajoso la utilización de UsarSim, con un realismo y una simulación física.
- Está disponible gratuitamente bajo las condiciones GPL.
- Es altamente configurable y extensible. Permite a los usuarios añadir nuevos sensores o modelar nuevos robots. Encaminando a un desarrollo viable, ya que, se tiene modelos prediseñados en la cual pueden ser personalizados.
- Se puede interconectar con usuarios, con un popular middleware utilizado para controlar robots diferentes y en gran cantidad. Se sigue un código de desarrollo dentro de la programación de UsarSim para facilitar el cambio moverse de forma transparente a plataformas reales sin realizar cambio alguno.
- Interactúa con el sistema jerárquico de Mobility Open Architecture Simulation and Tools framework (MOAST), asegurando un control modular funcional, para que los usuarios puedan tener control sobre la plataforma, capaces de crear robots más extensibles con la opción de adicionar nuevo comandos o re diseñar algoritmos de cualquier módulo.
- El resultado cuantitativo de los sensores tiene una mínima diferencia con los resultados de vida real.
- El funcionamiento es independiente del sistema operativo a utilizar.

ArGos

ARGoS (Autonomous Robots Go Swarming), es un simulador basado en nuevos principios de diseño, a través del cual se consigue una flexibilidad y eficiencia al mismo tiempo.

Para lograr flexibilidad, ARGoS fue desarrollado de una forma modular en todos los niveles. Todos los componentes arquitectónicos principales se implementan como módulos de software seleccionables en tiempo de ejecución (complementos).

Los usuarios pueden reemplazar o ampliar los complementos existentes para lograr una mayor personalización completamente en el simulador para cualquier ambiente generado. Los plug-ins incluyen código de control de robot, sensores y actuadores, así como motores de física y visualizaciones.

Los robots y otros objetos simulados también son plug-ins, y pueden ser contruidos a partir de componentes simples. La implementación múltiple de cualquier componente es posible y Las variaciones en las implementaciones suelen diferir en el coste computacional, aunque la eficiencia no sólo se logra mediante la asignación adecuada de recursos computacionales.

Además, la arquitectura de ARGoS es paralela y diseñada para maximizar el uso de modernas CPUs multi-core. Finalmente, la característica más distintiva de ARGoS es la posibilidad de dividir el espacio simulado en sub-espacios que no se superponen y asignar cada sub-espacio a un motor de física independiente.

[3] Los motores de la física pueden ser de diferentes tipos (por ejemplo, dos o tres dimensiones, cinemática / dinámica, etc.) y se ejecutan en paralelo.

[3] Los robots, mientras navegan por el entorno, migran sin problemas de motor a motor. ARGoS está diseñado en C++ y tiene licencia GPL3. Actualmente se ejecuta bajo Linux y MacOSX.

Visión Artificial

La Visión Artificial tiene un papel más protagonista en varias áreas importantes en la actualidad. Ésta hace parte de un área aún más grande, conocida como la Inteligencia Artificial, dentro de la cual tienen espacio profesionales especializados en informática, matemáticas, física, medicina y muchas otras. La Visión Artificial posee especial importancia en la actualidad, principalmente en el aumento del rendimiento al momento de realizar tareas repetitivas que requieran alta precisión. Del mismo modo, la Visión Artificial trae consigo mejoras en procesos de fabricación, aumentando la calidad de los productos y reduciendo los costos en los mismos [6].

Así mismo, la Visión Artificial enfrenta varios retos, los cuales tienen que ver principalmente con las numerosas variaciones lumínicas que existen principalmente en entornos exteriores, las cuales pueden causar errores en los algoritmos de procesamiento de imágenes utilizados [2]. Actualmente, la Visión Artificial tiene varios campos de aplicación, dentro de los cuales los más importantes son:

- **Investigación Genética:** la Visión Artificial es usada principalmente en estudios enfocados a curar la ceguera, por medio del reemplazo del circuito deficiente dentro del ojo por varios elementos electrónicos, como cámaras diminutas y microprocesadores conectados al sistema nervioso [5] [7].
- **Entornos Industriales:** específicamente en entornos de fabricación de productos, así como inspección y control de la calidad de los mismos, donde la Visión Artificial puede llegar a automatizar varias tareas, incrementando la precisión en la realización de estas y disminuyendo los costos. Ésta área se beneficia particularmente de entornos cerrados, en los cuales la iluminación y el ambiente pueden ser controlados, con el fin de obtener imágenes de mejor calidad [2] [6].
- **Dispositivos autónomos:** existen empresas actualmente cuyo principal objetivo es proveer de “ojos” a varios dispositivos, como drones y vehículos autónomos, por medio del uso de la Visión Artificial, en conjunto con cámaras y procesadores [4].
- **Agricultura:** probablemente el campo en el cual la Visión Artificial entra con mayor fuerza, debido a que puede ser de gran ayuda principalmente en identificación de frutos o cultivos florales, siendo de gran ayuda en la automatización de tareas tediosas, haciéndolas con gran precisión y en poco tiempo [8].

References

- [1] Stefano Carpin et al. “USARSim: a robot simulator for research and education”. In: *Robotics and Automation, 2007 IEEE International Conference on*. IEEE. 2007, pp. 1400–1405.
- [2] Antonio Sanz Montemayor. *Visión Artificial en entornos industriales*. URL: <http://www.interempresas.net/Robotica/Articulos/118622-Vision-Artificial-en-entornos-industriales.html>.
- [3] Carlo Pinciroli et al. “ARGoS: a modular, parallel, multi-engine simulator for multi-robot systems”. In: *Swarm intelligence* 6.4 (2012), pp. 271–295.
- [4] Kote Puerto. *Intel se hace fuerte en visión artificial: los ojos de los drones DJI son ahora suyos*. URL: <https://www.xataka.com/internet-of-things/los-ojos-de-los-drones-dji-y-los-telefonos-tango-son-ahora-propiedad-de-intel>.

- [5] El Tiempo. *Visión Artificial es débil luz de esperanza para ciegos*. URL: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1023220>.
- [6] Ulimarc. *Visión Artificial*. URL: <http://www.ulimarc.es/vision-artificial/>.
- [7] WhatsNew. *Expertos apuestan por la investigación genética y en visión artificial para ganarle el pulso a la ceguera*. URL: <http://www.whatsnew.com/2016/10/21/expertos-apuestan-por-la-investigacion-genetica-y-en-vision-artificial-para-ganarle-el-pulso-a-la-ceguera/>.
- [8] Flavio Augusto Prieto Ortiz Zulma Liliana Sandoval Niño. *Caracterización de café cereza empleando técnicas de Visión Artificial*. URL: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v60n2/a15v60n2>.