

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



**Desarrollo de herramientas en software para el manejo,
monitoreo y programación de la nueva versión del humanoide
Robonova**

Protocolo de trabajo de graduación presentado por Stefano Papadopolo,
estudiante de Ingeniería Mecatrónica

Guatemala,

2023

Resumen

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Cras vitae eleifend ipsum, ut mattis nunc. Pellentesque ac hendrerit lacus. Cras sollicitudin eget sem nec luctus. Vivamus aliquet lorem id elit venenatis pellentesque. Nam id orci iaculis, rutrum ipsum vel, porttitor magna. Etiam molestie vel elit sed suscipit. Proin dui risus, scelerisque porttitor cursus ac, tempor eget turpis. Aliquam ultricies congue ligula ac ornare. Duis id purus eu ex pharetra feugiat. Vivamus ac orci arcu. Nulla id diam quis erat rhoncus hendrerit. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Sed vulputate, metus vel efficitur fringilla, orci ex ultricies augue, sit amet rhoncus ex purus ut massa. Nam pharetra ipsum consequat est blandit, sed commodo nunc scelerisque. Maecenas ut suscipit libero. Sed vel euismod tellus.

Proin elit tellus, finibus et metus et, vestibulum ullamcorper est. Nulla viverra nisl id libero sodales, a porttitor est congue. Maecenas semper, felis ut rhoncus cursus, leo magna convallis ligula, at vehicula neque quam at ipsum. Integer commodo mattis eros sit amet tristique. Cras eu maximus arcu. Morbi condimentum dignissim enim non hendrerit. Sed molestie erat sit amet porttitor sagittis. Maecenas porttitor tincidunt erat, ac lacinia lacus sodales faucibus. Integer nec laoreet massa. Proin a arcu lorem. Donec at tincidunt arcu, et sodales neque. Morbi rhoncus, ligula porta lobortis faucibus, magna diam aliquet felis, nec ultrices metus turpis et libero. Integer efficitur erat dolor, quis iaculis metus dignissim eu.

Antecedentes

Como fue estipulado anteriormente, en este protocolo de graduación se trabajará con los robos humanoides Robonova. Debido a que no se han trabajado proyectos con estos robots dentro de la Universidad del Valle de Guatemala, todos los antecedentes a continuación serán obtenidos de fuentes externas. Estos antecedentes son: el datasheet y la programación original en RobotBASIC de los robonova como fue diseñado por David Buckley, un proyecto de robots bailarines autónomos que utilizó a los Robonova como prototipo y las características de otros robots humanoides (NAO de Aldebaran Robotics o ATLAS de Boston Dynamics).

Programación en RoboBASIC

Originalmente, los robots Robonova eran programados a través de la IDE RoboBASIC. Como su nombre lo indica, la programación de estos robots se llevaba a cabo en el lenguaje de programación BASIC. El software creado por David Buckley para ello contaba con comandos generales de programación en BASIC además de comandos específicos para facilitar la programación de los Robonova como lo es el control de los servos y la asignación de grupos de motores estipulada en el manual de RoboBASIC. Además de estos comandos para el control principal del robot, el programa también cuenta con comandos para funciones adicionales como lo son los comandos de sonido para identificar y generar diversas frecuencias y los comandos de control para LCD.

Además de la programación de alto nivel en la que se trabaja, el software de RoboBASIC también cuenta con varias interfaces para facilitar aún más el control de los robots. La

primera, llamada “Catch-and-Play”, permitía controlar cada servomotor de los Robonova en tiempo real a través de una interfaz gráfica. 1



Figura 1: Captura de pantalla de la interfaz Catch and Play de RoboBASIC

Otra interfaz útil dentro de RoboBASIC es RoboScript. Esta puede ser pensada como una combinación entre la interfaz de Catch-and-Play y la programación directa en BASIC. Cuenta con comandos básicos necesarios para crear una rutina del robot además de poder modificar la posición de los servos a través de una interfaz gráfica. 2

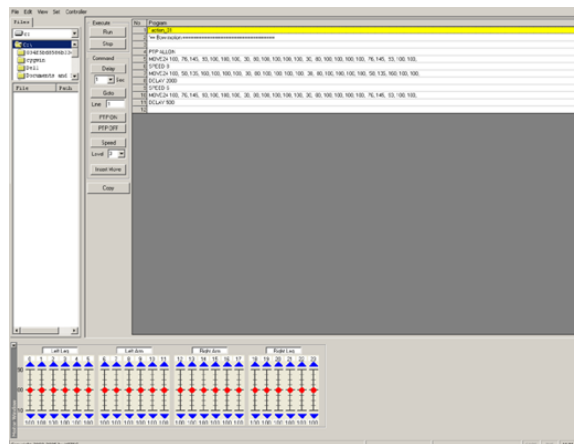


Figura 2: Captura de pantalla de la interfaz RoboScript de RoboBASIC

Por último, los Robonovas cuentan con un control remoto. Este puede ser utilizado para controlar directamente el movimiento del robot o para activar rutinas del mismo. Esta configuración es establecida a través de RoboRemocon, la última interfaz auxiliar de RoboBASIC. Cabe notar que no se lleva a cabo ningún tipo de programación en esta como se hacía en las anteriores. RoboRemocon solamente utiliza asigna las funciones y rutinas ya programadas con alguna de las herramientas anteriores y las asigna a un botón específico del control. 3

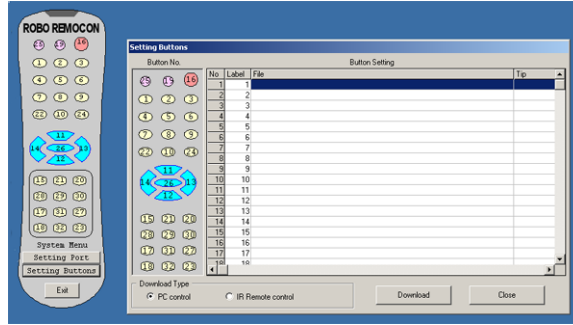


Figura 3: Captura de pantalla de la interfaz RoboReomocon de RoboBASIC

Programación de Robots Bailarines

"Development of an Autonomous Dancing Robot.^{es} un artículo publicado por David Grunberg de Drexel University cuyo objetivo era crear un programa para que los robots Robonova-1 reaccionen a señales de audio y bailen al ritmo de la música.

Los algoritmos de control de este proyecto se dividieron en 3 etapas: identificación del ritmo, la plataforma a utilizar (Robonova-1) y la generación de gestos y el control. Para la primera etapa de identificación de ritmo, ya que el Robonova no contaba con el hardware necesario para el procesamiento de las señales, se realizó el programa en una computadora externa al robot la cual se comunicaba con el mismo por medio de bluetooth. Este programa externo se encargaba tanto de el procesamiento de la música como la transmisión de los gestos al robot. El baile del Robonova consistía en una concatenación de diferentes gestos ya programados cuya velocidad de acción y de cambio entre gestos es regida por el ritmo analizado anteriormente.

Además de implementar el programa para hacer que el robot baile. El equipo también creó un nuevo ecosistema para controlarlo en lugar de utilizar RoboBASIC de David Buckley. Lograron crear un mejor ecosistema de control que contaba con una latencia mucho menor a la obtenida al utilizar RoboBASIC (0.2 segundos) además de contar con una mayor exactitud en cuanto a las posiciones deseadas de los servos. 4

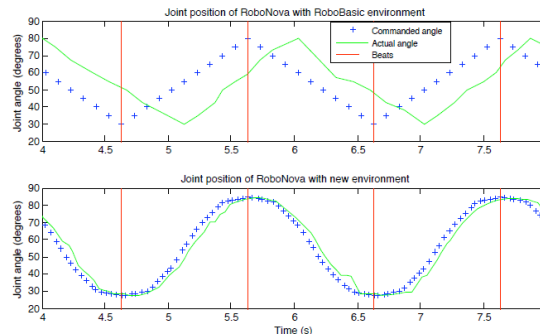


Figura 4: Comparación entre RoboBASIC y el ecosistema creado por investigadores de Drexel University

NAO de Aldebaran Robotics

Atlas de Boston Dynamics

Una de las compañías más innovadoras en el área de la robotica es Boston Dynamics. En su repertorio de robots cuentan con varios robots cuadrípedos (Spot, Big Dog, LS3, etc.), robots con ruedas (Handle) y robots humanoides como es el caso del robot Atlas. Con 28 grados de libertad y un sistema de control de estado del arte, Atlas es uno de los robots humanoides con mejor movilidad en la academia. Con este robot, Boston Dynamics demuestra los posibles usos de robots humanoides y como estos podrían revolucionar la industria.



Figura 5: Robot Humanoide Atlas de Boston Dynamics

Justificación

Los avances en el desarrollo de varias áreas de robótica como el diseño de piezas mecánicas eficientes y ligeras, creación de sistemas de control más sofisticados y el uso de machine learning en máquinas logrados gracias a la investigación basada en estos robots humanoides abre oportunidades de aprendizaje no solo en la robótica como tal, sino que también en cada una de estas áreas en específico. Por esta razón, este proyecto se llevará a cabo con el fin de revitalizar los robots humanoides Robonova-1 disponibles en la Universidad del Valle de Guatemala. Lo que se desea es actualizar su interfaz de programación además de su conexión y control de forma inalámbrica. El contar con estas herramientas aplicadas a un prototipo como el Robonova mejoraría la investigación y aprendizaje dentro de la universidad en las áreas anteriormente mencionadas y abriría el campo para el futuro control de robots humanoides más sofisticados.

Como se pudo observar en los antecedentes, la plataforma RoboBASIC que se utiliza por defecto para la programación de los Robonova, a pesar de contar con diversas interfaces para facilitar la creación de rutinas, no es tan amigable y es bastante vieja, con su última actualización siendo en mayo de 2008. Además de ello, no cuenta con monitoreo en software de el estado actual del robonova lo cual es una característica importante para el control de

robots hoy en día. Lo que se busca es crear una interfaz de programación similar a Coreo-graph (la interfaz utilizada por los robots NAO). Esta debe permitir al usuario observar el estado de los robots y crear las rutinas en una interfaz comprensible y amigable.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar una herramienta de software para el monitoreo y programación de los robots humanoides Robonova-1 de forma gráfica.

Objetivos Específicos

- Conectar con el robot de forma inalámbrica para su programación y monitoreo en tiempo real.
 - Conectar ESP32 con python
 - Hacer interfaz que monitoree las posiciones de los servo
 - verificar que la interfaz se actualice con una latencia aceptable
 - probar controlar servos de manera inalámbrica
- Crear una librería de subrutinas para facilitar la creación de coreografías más complejas.
 - Una vez logrado el movimiento de los servos, hacer pruebas para el movimiento simultaneo de varios servos para emular movimientos humanos (caminar, saludar, patear...)
 - Una vez logrado lo anterior, concatenar estas rutinas para hacer una coreografía compleja basada en la concatenación de las rutinas anteriores
- Crear una interfaz gráfica amigable y sencilla para el fácil desarrollo de coreografías de los robots.
 - Hacer un plan de interfaz gráfica en papel (que debe llevar, cuantas diferentes ventanas se trabajarán, dashboard con info...)
 - investigar acerca de physics engines con conexión a python (bullet, enfoco, etc.)
 - Hacer interfaz gráfica sin ligar a código
 - Linkear el código del robonova con la interfaz gráfica terminada

Marco teórico

Como puede verse en la Figura 6, lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nam vestibulum, nisl in semper semper, urna ex vehicula enim, eu luctus est velit a est. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Mauris et dui ipsum. Praesent tempus vestibulum augue eget venenatis. Curabitur sollicitudin erat



Figura 6: Una imagen de una galaxia.

vel leo finibus tincidunt. Nullam ullamcorper, risus eu varius venenatis, nibh ligula egestas ante, vel commodo ipsum ante ac enim. Sed iaculis pharetra magna. Duis sit amet augue vitae mi lobortis tristique. Suspendisse non euismod quam. Donec a tincidunt lacus. Aliquam metus quam, rutrum non libero vel, interdum molestie turpis.

Maecenas enim ligula, placerat quis purus eu, pretium tempor justo. Pellentesque accumsan sem eget mattis scelerisque. Ut consectetur lorem dui, a efficitur lectus tincidunt id. Aliquam quis fermentum elit. Pellentesque facilisis semper sem, vitae ornare purus. Morbi ultricies, orci sit amet porta facilisis, ex justo varius elit, viverra euismod sapien enim vel justo. Sed felis mi, feugiat quis molestie ac, gravida sed nunc. Proin elementum, augue quis ultrices dictum, nisl magna pharetra magna, ut ullamcorper diam dolor in elit. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse hendrerit leo non ex ornare mattis. Fusce hendrerit imperdiet nisl in viverra. Proin non turpis ut sapien pulvinar aliquam eu aliquet turpis. Etiam commodo tellus nec ipsum sodales feugiat. Morbi vel pulvinar nibh, nec varius turpis.

Donec a libero vel lacus tincidunt dapibus. Nullam et leo volutpat dui feugiat volutpat vel lacinia ante. Donec finibus risus at facilisis gravida. Cras efficitur felis elementum purus finibus ultricies. Nunc sit amet diam egestas, blandit mauris nec, gravida nisi. In a arcu eu nunc mattis dictum sed placerat arcu. Morbi sit amet venenatis lectus, vitae lobortis nisl. Pellentesque id mattis magna, et convallis leo. Maecenas ultricies hendrerit quam vel ornare. Pellentesque fermentum aliquet velit quis malesuada. Proin commodo, est ultrices rhoncus scelerisque, massa nulla congue tellus, ut porta ante ante vitae nisl. In pharetra quam et urna dictum scelerisque. Aliquam in metus velit. Phasellus aliquet velit molestie, tincidunt purus vestibulum, aliquet odio. Sed augue odio, scelerisque non mi et, pulvinar bibendum justo. Vestibulum sed hendrerit urna.

Donec a lacus quis mi volutpat mollis ac ut lorem. Nulla porta venenatis faucibus. Fusce metus lectus, ullamcorper vel risus laoreet, consequat faucibus sapien. Donec vitae ultrices mauris, dignissim sodales eros. Integer hendrerit elementum ipsum a vestibulum. Vivamus in pretium orci. Fusce condimentum, nibh tempor sagittis laoreet, dui erat luctus neque, a ultrices arcu mauris eget massa. Duis quis ante metus. Interdum et malesuada fames ac ante ipsum primis in faucibus.

Según la investigación realizada en **lee2001biomedical**, vestibulum laoreet tortor enim,

nec tristique turpis dapibus id. Nam quis erat ac nibh imperdiet placerat et a sapien. Aliquam sollicitudin, leo a aliquam vestibulum, lectus eros maximus justo, eu tincidunt justo ipsum non risus. Curabitur ultrices mi vitae elit venenatis, vel semper orci consequat. Nulla ac mauris vitae orci tincidunt mattis. Mauris risus justo, luctus non diam in, dapibus scelerisque eros. Donec fringilla risus sit amet sapien tempus viverra. Quisque quis justo ut enim gravida mollis in vulputate libero. Maecenas auctor accumsan turpis, id dapibus odio aliquet sit amet. Sed feugiat libero eget facilisis finibus. Sed vitae nulla nec felis porta convallis a in purus. Integer finibus efficitur lorem at aliquet. Etiam venenatis velit non tempus porttitor.

Primer tema

Suspendisse tincidunt a orci sed vehicula. Aenean ac mauris enim. Duis vitae fringilla augue. Mauris fringilla neque ac nunc aliquet porta. Praesent quis elit convallis, vehicula leo a, tincidunt leo. Curabitur vitae ligula non leo faucibus cursus sit amet nec ex. Proin mollis lectus in odio aliquet, eu tristique lacus aliquet. Aliquam auctor eget lorem quis porttitor. Duis sagittis eros ac diam ornare, id auctor elit cursus. Morbi vel dolor et odio laoreet ornare. Cras sit amet pretium neque. Mauris vestibulum ante sit amet eros rutrum eleifend ac a sapien. Nullam vitae convallis eros. Proin blandit a nulla nec hendrerit. Fusce ultrices, nibh in mattis consequat, nisi libero rutrum lacus, vitae vulputate lorem tellus vitae enim.

Primer subtema

Quisque feugiat felis diam. Maecenas elementum, neque ut ornare tristique, nulla semper diam, vel imperdiet purus arcu sit amet magna. Nullam tempus eleifend ultrices. Maecenas pharetra ac leo eget mattis. Donec suscipit arcu justo, ac finibus diam scelerisque sit amet. Nulla et porta urna. Donec vel ultrices lectus. Quisque id molestie tellus. Vivamus vitae elit sit amet ipsum tincidunt sodales eget eget tortor. Quisque vitae placerat ipsum. Donec malesuada ipsum a consectetur venenatis.

Metodología

Cronograma de actividades

Índice preliminar

Referencias

ítem	característica 1	característica 2	característica 3
1	3234	12323	4343
2	1332	123123	12
3	1232	4334	12312

Cuadro 1: Tabla generada automáticamente.