

Modelo VRML interactivo de un robot humanoide Bioloid

Víctor Núñez, Alberth Sapiens, Dora Rodríguez y Víctor Rodríguez

Víctor Núñez, Alberth Sapiens, Dora Rodríguez y Víctor Rodríguez
Universidad Politécnica de Sinaloa. Carretera Mazatlán Higuera # Km 3, Col. Genaro Estrada. Mazatlán
México.
jnunez@upsin.edu.mx

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de
Santiago, Guanajuato, 2013.

Abstract

In this paper a Computer Aided Design (CAD) model of a Bioloid robot in humanoid configuration is presented. The draw is realized in virtual reality modeling lenguaje (vrm) and through a User Interface programmed on MatLab it is possible to modify several of its characteristics. The graphical representation of this robot that is described throughout this work includes the axis of the 18 motors of the robot and an orthogonal frame attached to the corresponding 18 articulation of its kinematic chain in order to have a basis for the direct and inverse kinematic model for this robot.

5 Introducción

Los modelos CAD de robots permiten una visualización realista y son muy útiles para ilustrar la estructura y movimiento de los robots. Entre los programas de diseño CAD disponibles podemos citar: CATIA, AutoCAD, SolidWorks, SolidEdge y Autodesk Inventor.

Cada una de estas suites de diseño cuenta con extensiones propias y características particulares, sin embargo, por lo general es posible pasar de un formato a otro ya sea mediante software especializado en la conversión de archivos como lo es DeepExploration, o por medio de las opciones de exportación de cada uno de los software mencionados anteriormente.

Uno de los formatos de mayor aceptación debido a su simplicidad es el vrm (Ames, Nadeau, & Moreland, 1997), (S. Tachi, 1998). Este formato fue introducido en 1995 y su principal característica es que está diseñado para representar escenas interactivas con objetos en tercera dimensión (3D) que sean fácilmente presentados como contenidos web. Por lo general es posible dotar de interactividad a los mundos 3D en vrm por medio de programación en java (Afshari & Payandeh, 1999), (Safaric, Calkin, Parkin & Czarnecki, 2001). En aplicaciones más recientes se usa el vrm como base para la representación gráfica dentro de programas de simulación dinámica más complejos como los son Webots (O. Michel, 1998), Open HRP (Kanehiro, Hirukawa, & Kajita, 2004), Microsoft Robotics Studio (Jackson, 2007), (Morgan, 2008), etc.

Existen varios ejemplos del uso de mundos virtuales codificados en vrm que están interconectados con programas en MatLab/Simulink. En los ejemplos que mencionaremos a continuación se explota el poderío de ambos lenguajes, el primero para visualizar de forma detallada una escena 3D y el segundo para simular y programar sistemas complejos. En (Dominguez, 2007), se presenta el modelado cinemático y dinámico de un robot Khepera II. En (Nielsen & Hansen, 2000) se presenta la visualización de imágenes del cerebro humano como una herramienta en neuroinformática, tema que organiza datos científicos de las neurociencias de manera informática. En (Fernández G. F., 2008) se presenta un laboratorio de física para realizar experimentos en la enseñanza en las carreras de Ingeniería Informática, Mecánica e Industrial.

En (Chowdhury, Prasad, Kumar, Kumar & Panda, 2011) se presenta el diseño CAD y el estudio del movimiento de pez robótico. Estos son algunos ejemplos de las ventajas de una visualización vrml combinada con la programación y simulación en MatLab/Simulink.

En trabajos anteriores, se han presentado estudios sobre la marcha del robot Bioloid haciendo uso de Webots para validar en simulación del punto de momento cero (zmp, por sus siglas en ingles) para el equilibrio de la marcha (Nunez, Olvera & Pámanes, 2009) (Olvera, Nunez & Pámanes, 2009), (Nunez, Olvera,& Pamanes, 2011) así como para resolver de forma explícita la cinemática inversa de las piernas (Nunez, Briseno, Rodriguez, Ibarra, & Rodriguez, 2012).

En el presente artículo presentamos una interfaz realizada en Matlab para la visualización interactiva un mundo vrml del robot Bioloid (Akhtaruzzaman & Shafie, 2011) (Wolf, Hall, Robinson & Culverhouse2007) (Nunez, Olvera & Pámanes, 2009) (Olvera, Nunez & Pámanes, 2009), (Nunez, Olvera,& Pamanes, 2011) (Nunez, Briseno, Rodriguez, Ibarra, & Rodriguez, 2012) en Configuración Humanoide Tipo 'A' (HumBioA). Esta interfaz permite modificar el color y la transparencia de los siguientes grupos de partes del robot: a) Motores, b) Partes, c) Cabeza y pecho, d) Rotores, e) Centros, f) Cadena cinemática y c) CoM's. Además de modificar el color, también es posible modificar la transparencia de estos grupos de objetos, haciéndolos aparecer y desaparecer. Como se explica en este artículo, con fines didácticos y de clarificación del modelado cinemático, se han añadido marcos ortogonales en las articulaciones y en algunos puntos importantes del robot como el pecho, la pelvis, los hombros y las caderas.

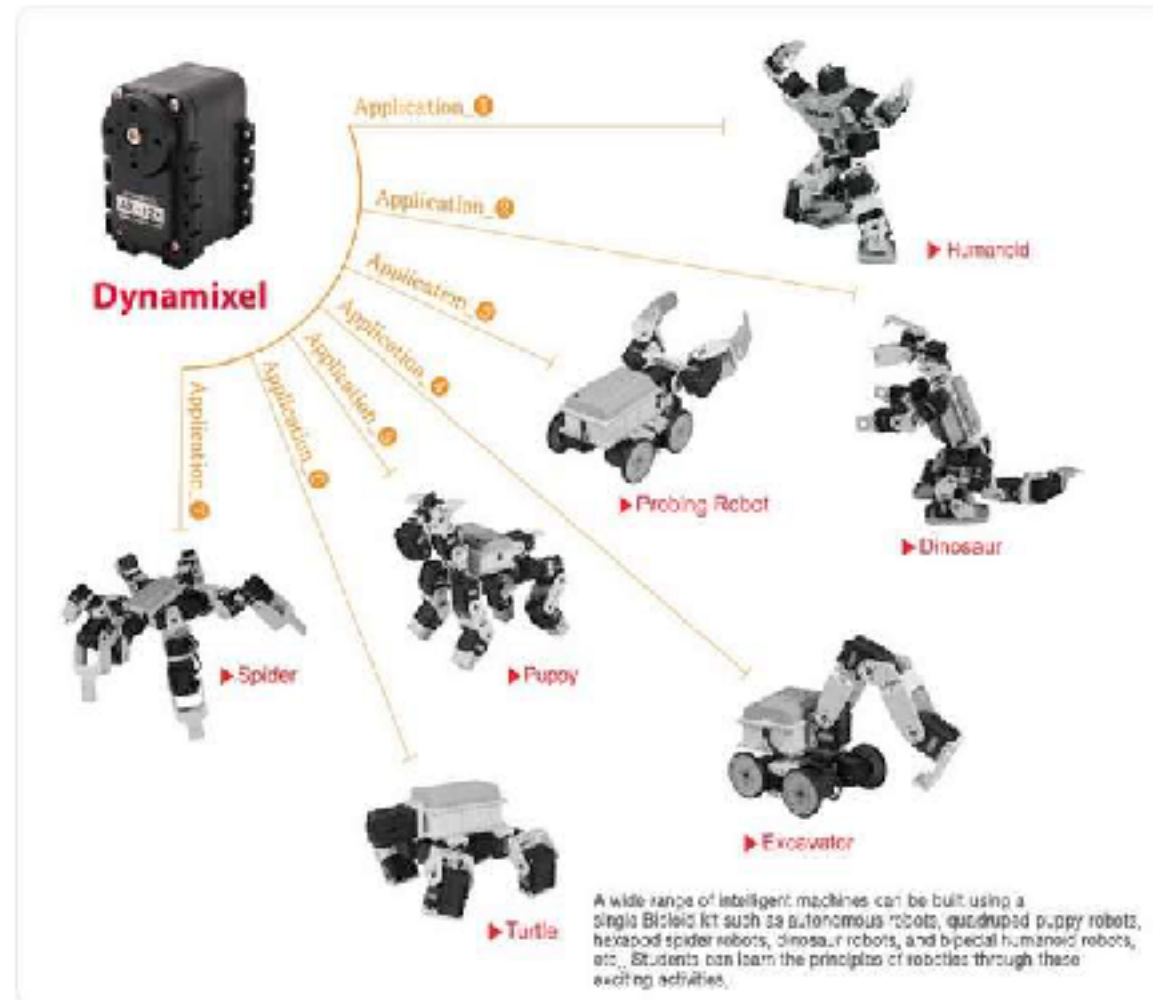
5.1 Kit de robotica Bioloid Premium

En la actualidad los robots humanoides representan uno de los tópicos más activos en el ámbito de la robótica. El estudio de máquinas inteligentes que tienen semejanza morfológica con nosotros tiene aplicaciones en telepresencia, sirve para comprender el funcionamiento de nosotros mismos (con implicaciones en rehabilitación, psicología, interfaces hombre máquina, robótica-social, etc.) y provoca sinergia entre investigadores de áreas distintas ya que representan plataformas comunes de investigación.

Existen proyectos de gran envergadura para el desarrollo de robots de tamaño natural como ASIMO, HRP, HUBO, REEM-B, KOBAL, entre otros. Por otro lado existen también los robots de menor talla que tienen aplicaciones en la robótica lúdica y de enseñanza como Nao, KHR-3HV, Darwin-OP y Bioloid. La gran ventaja de estos robots son sus costos accesibles y el contar con una complejidad similar a los robots de tamaño natural. El kit de robótica Bioloid Premium contiene 18 motores Dynamixel AX-12, Una unidad de control CM-510 (basada en microcontrolador ATmega256) o CM-530 (basada en el microcontrolador STM32F103RE), interfaz de comunicación Robot-PC por cable USB/ ZigBee, control remoto por infrarrojo/ZigBee, Sensores de distancia, Giroscopio de 2 ejes y Baterías Li-Po de 1100 mA.

Los motores pueden ser interconectados formando distintos robots por medio de partes de plástico y tornillos. La Figura 5 muestra algunas de las configuraciones posibles de realizar con este kit de robótica.

Figura 5 Software Roboplus

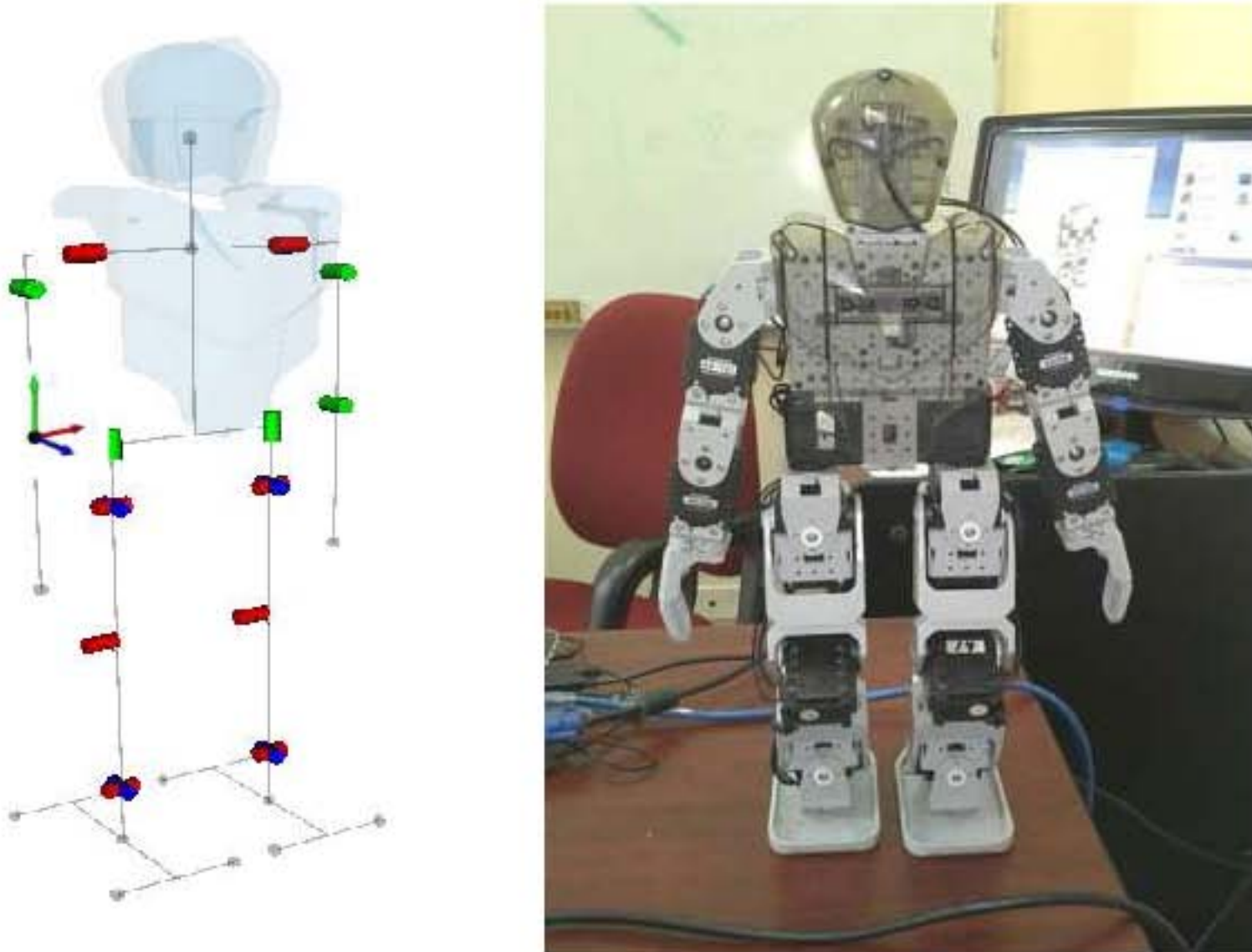


El modelo CAD interactivo que nos ocupa en este artículo considera en particular este kit de robótica armado en configuración humanoide Tipo A.

A) Bioloid en configuración humanoide tipo 'A':

Una de las configuraciones más populares del robot Bioloid se muestra en la Figura 5.1. En esta configuración el robot tiene una altitud de 39 cm y un peso de 1.7 kg. Cada pierna lleva 6 motores y cada brazo 3. En las secciones siguientes se muestra la obtención del modelo en vrmf de este robot y una interfaz para modificar los parámetros de este diseño.

Figura 5.1 Kit de robótica Bioid en configuración humanoide y representación de sus articulaciones en VRML



B) Software del fabricante ROBOTIS

El kit robot Premium contiene el software RoboPlus cuya ventana principal se muestra en la figura 5.2.

Figura 5.2 Software RoboPlus



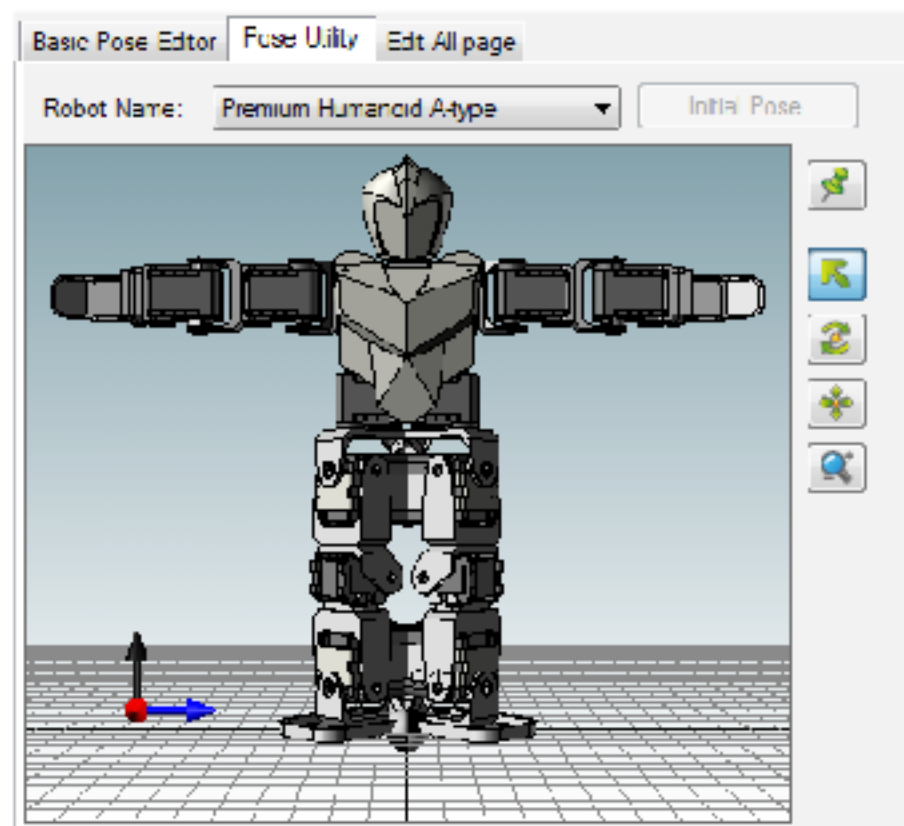
La suite RoboPlus contiene 5 programas: a) Task, b) Manager, c) Motion, d) Terminal y e) Dynamixel Wizard, además de la guía de usuario y un manual en línea.

El programa RoboPlusTask permite la programación del robot con un lenguaje sencillo semi-gráfico, RoboPlus Manager sirve para conectarse al robot e monitorear e interactuar con los distintos componentes del robot bioïd, en particular con el controlador CM-510 y con los servomotores Dynamixel conectados a él, RoboPlus Terminal permite la comunicación vía comandos de texto entre el ROBOT y la PC mientras que Dynamixel Wizard sirve para trabajar directamente con los servomotores sin la necesidad del controlador CM-510.

5.2 Cinemática y CAD del HumBioA

En el módulo RoboPlus **Motion** se pueden editar y crear movimientos para este kit de robótica; seleccionando entre varios modelos o tipos de robot. En la pestaña de *Pose Utility*, al elegir el humanoide tipo A se observa una representación CAD del robot (ver figura 5.3).

Figura 5.1 CAD del humanoide A en RoboPlusMotion



Explorando en los archivos de instalación se pueden encontrar los archivos que generan este modelo en dos localizaciones: Por un lado está el archivo Premium_Humanoid_A.rbt que se encuentra en la carpeta C:\Archivos de Programa (x86)\ROBOTIS\RoboPlus\Motion\Robots\ y que contiene, en formato xml, la información de la estructura cinemática del robot (ver Figura);mientras por otro lado en la carpeta C:\Archivos de Programa (x86)\ROBOTIS\RoboPlus\Motion\Models\ se encuentran los dibujos CAD de cada una de las partes del robot en formato .igs.

En el archivo Premium Humanoid A.rbt la localización de cada una de las partes del robot (*Partname*) con respecto a la anterior se especifica (con una estructura arborescente o parent-child) mediante las matrices homogéneas “T”. En lo que corresponde al CAD, cada parte del robot (por ejemplo *f51*, *f3*, *f60*, *battery*, *ax-12*), tiene su archivo CAD correspondiente que es cargado para dibujar el modelo mostrado en la figura 5.3.

Figura 5.4 Extracto del contenido del archivo Premium_Humanoid_A.rbt

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<RobotInfo>
<General>
<Name>Premium Humanoid A-type</Name>
<Name culture="kor">프리미엄휴머노이드A타입</Name>
<Motor id="1" model="AX-12+" init="205"></Motor>
<Motor id="2" model="AX-12+" init="818"></Motor>

<InverseKinematics>
<Module>
<Name>PremiumHumanoidA.dll</Name>
</Module>
</InverseKinematics>

<Object3D>
<Part name="f51" T="0 0 1 0 1 0 0 0 0 1 0 302.5">
<Part name="f3" T="1 0 0 0 0 0 1 -70.5 0 -1 0 19"></Part>
<Part name="f3" T="1 0 0 0 0 0 -1 -70.5 0 1 0 -19"></Part>
</Part>
<Part name="f60" T="1 0 0 0 0 -1 0 -58.5 0 0 -1 -22">
<Part name="battery" T="1 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0"></Part>
</Part>
</Part>
<Part name="f58" T="1 0 0 0 0 1 0 32 0 0 1 22"></Part>
<Part name="f3" T="0 0 -1 -281 0 0 -14.5 0 -1 0 19">
<Part name="ax-12" T="0 1 0 14.5 -1 0 0 19 0 0 1 0" id="1" type="body">
-
.</Part>
.</Part>
<Part name="f3" T="0 0 -1 28 1 0 0 -14.5 0 -1 0 19">
<Part name="ax-12" T="0 1 0 14.5 1 0 0 19 0 0 -1 0" id="2" type="body">
<Part name="f3" T="0 1 0 -19 1 0 0 -14.5 0 0 -1 0"></Part>
-
-
.<Part name="f4" T="0 0 -1 0 0 1 0 0 1 0 0 -19">
.<Part name="f1" T="1 0 0 0 0 1 0 -14.5 0 0 -1 75">
.<Part name="ax-12_hom" T="0 0 -1 -19 -1 0 0 0 1 0 0">
-
-
.</Part>
.</Part>
.</Object3D>

```

5.3 Obtención del modelo en VRML

Para obtener el modelo en formato vrml del robot se convirtieron los dibujos .igs al formato vrml (archivo .wrl) utilizando el software AutoCAD. Posteriormente se editó un archivo .wrl con la información de la estructura cinemática del HumBioA a partir de la información del archivo Premium_Humanoid_A.rbt. Para ello se utilizó software vrmlPad.

Para especificar la localización de las partes en vrml es necesario un vector de translación y un vector de orientación los cuales se pueden obtener a partir de las matrices homogéneas “T” del archivo. Parte del código archivo .wrl creado y que dibuja al robot HumBioA se muestra en la 5.5. La visualización del modelo se presenta en la 5.6.

Figura 5.5 Archivo VRML del robot

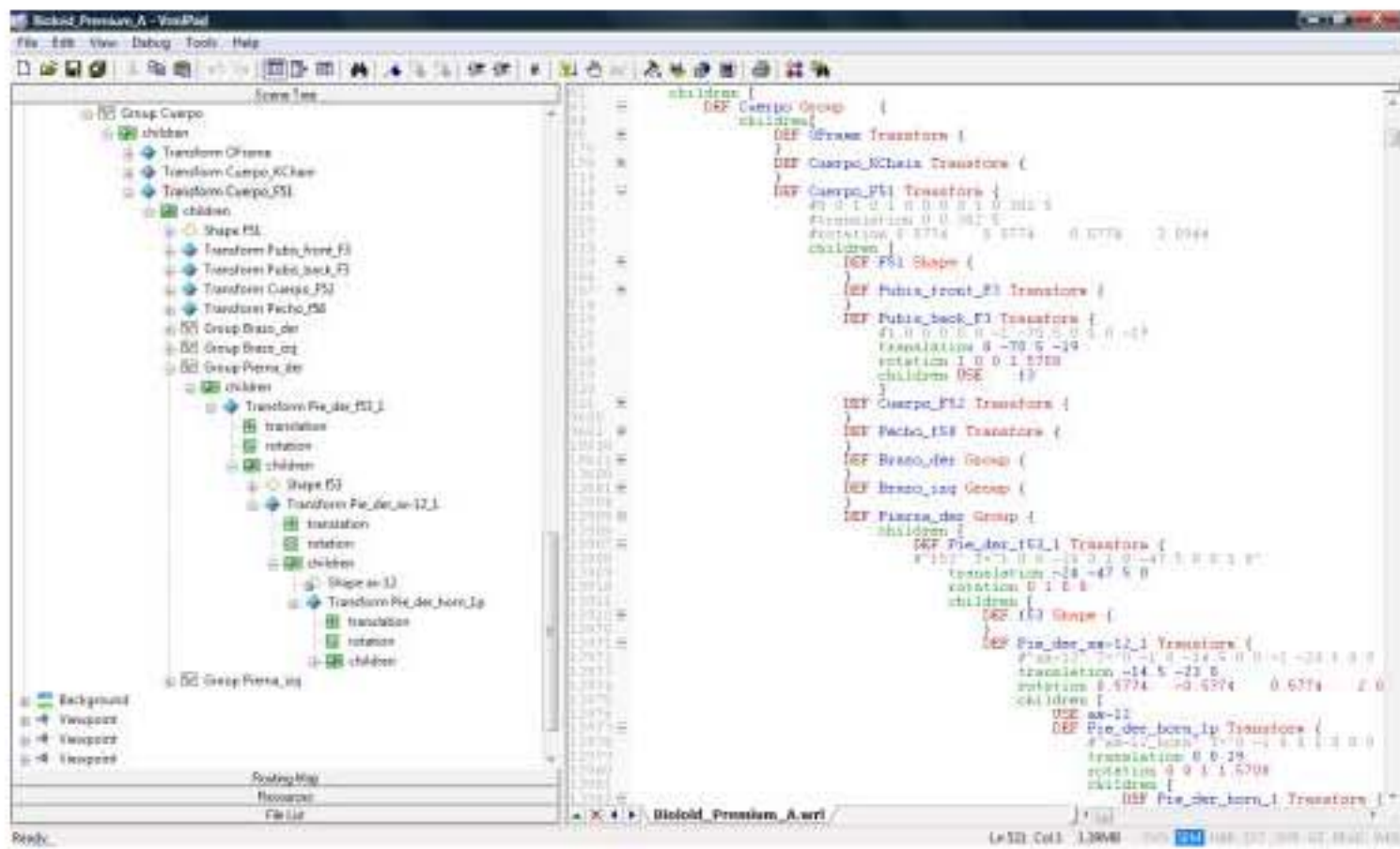
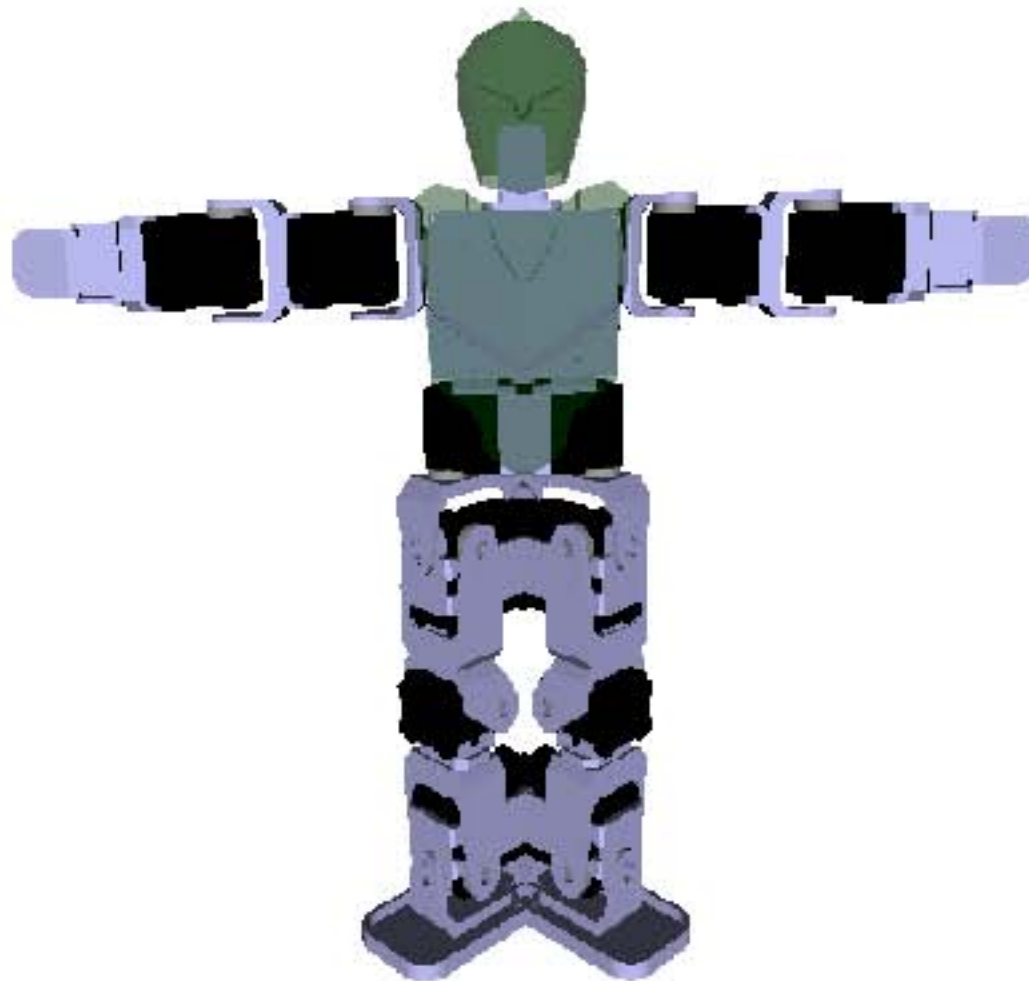


Figura 5.6 Bioid Premium tipo A en VRML



5.4 Visualización didáctica del modelo en VRML

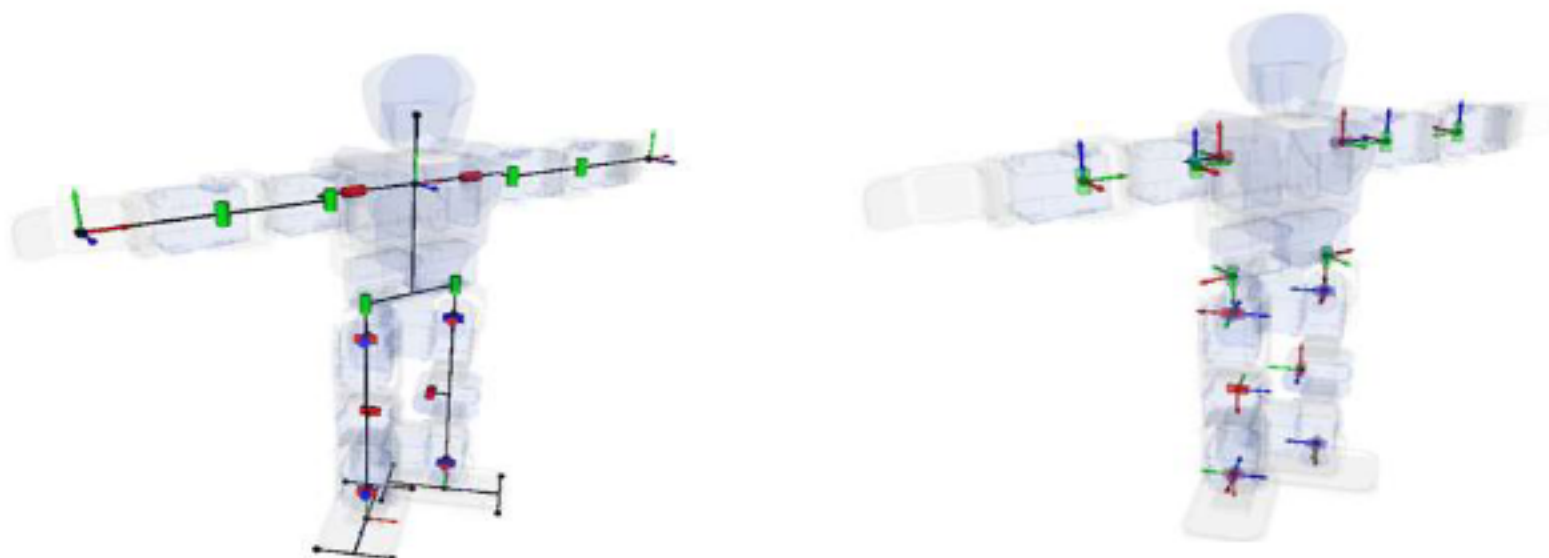
Una ventaja de obtener el modelo en formato vrml del robot es que fácilmente podemos modificar los parámetros de transparencia y de color de grupos de objetos. Cada objeto se representa por un nodo tipo *shape* que contiene un nodo *appearance* y que a su vez tiene un nodo *material*; en este nodo material los campos *transparency* y *diffuseColor* nos permiten modificar tanto el color como la transparencia de los shapes, es decir las partes del robot. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.5.7** muestra el robot HumBioA con dos versiones diferentes de color y una tercera con transparencia de 0.9.

Figura 5.7 Bioloid con diferentes colores y con transparencia



Para mostrar la localización de los efectores finales de manera clara, se añadieron (se dibujaron en vrml) 12 marcos ortogonales: uno en el torso, uno en la pelvis, dos en los hombros, dos en las caderas, dos en las manos y dos mas en tobillos y pies del robot (ver Figura). Estos marcos servirán para localizar la posición y orientación de las manos y pies del robot con respecto ya sea al pecho o a la pelvis, a las caderas o a los hombros.

Figura 5.8 Marcos ortonormales en el pecho, pelvis, hombros, caderas y extremidades del robot



Para efectos del modelado que presentamos, los ejes propuestos se muestran en la figura 5.9 En azul está el eje (adelante - atrás), en rojo el eje (izquierda - derecha) mientras que el eje (arriba - abajo) se muestra en verde.

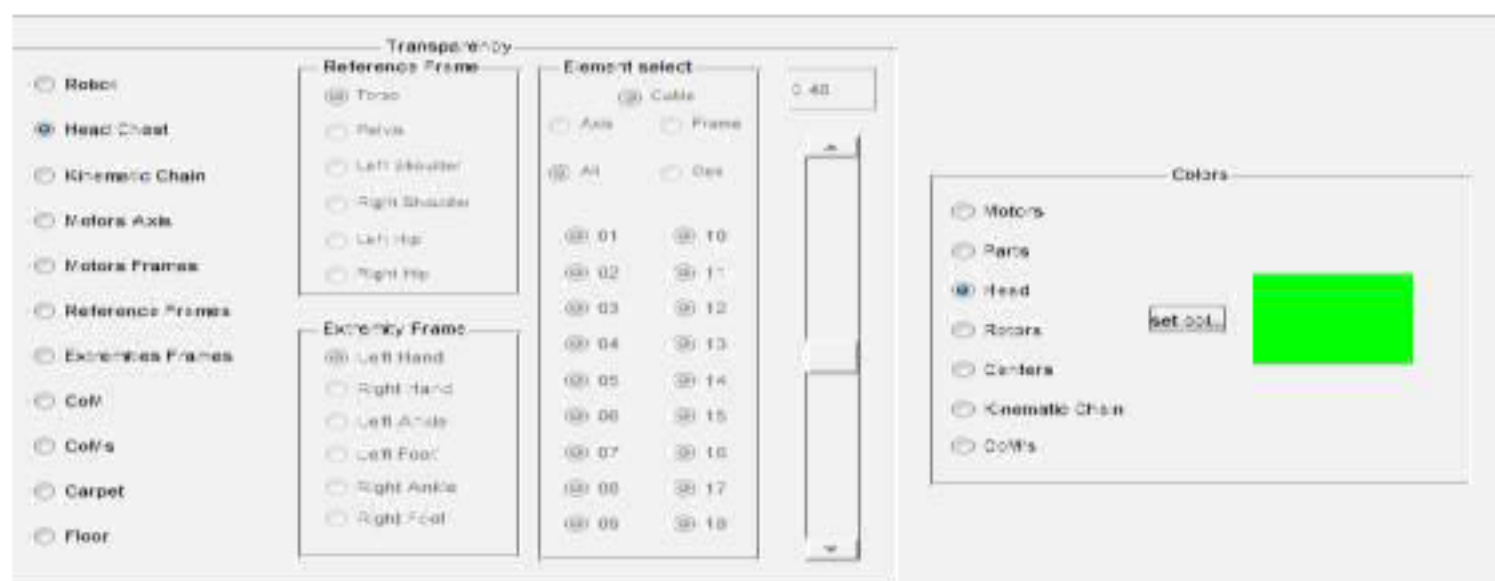
Figura 5.9 Marcos y ejes de cada articulación y estructura cinemática del robot BioHumA

Para realizar la modelización del robot es conveniente tener en claro la localización de cada articulación y su manera de girar dentro del esquema cinemático. Para ello se colocó un marco en cada articulación así como un pequeño cilindro que indica el eje del motor de la articulación correspondiente (ver figura 5.9). Una vez marcada la posición y giro de cada articulación se especifica la estructura cinemática del robot que une cada articulación con líneas rectas, como se muestra en la figura 5.10. Esto nos será de utilidad para estudiar el modelado cinemático directo e inverso del HumBioA.

5.5 Interfaz para manejo del modelo del modelo VRML por el usuario

Para manipular los colores de las partes del Bioloid de forma sencilla se programó una Interfaz con el Usuario (UI por sus siglas en ingles) en Matlab. La Figura 11 muestra esta interfaz. Es posible manipular la transparencia de los marcos ortonormales de referencia (pecho, pelvis, hombros, caderas), los marcos en cada una de las extremidades (pies, tobillos y manos) así como los marcos en cada una de las articulaciones de forma individual o todos al mismo tiempo. Asimismo es posible cambiar los colores de los motores de las partes del robot, de la parte correspondiente a la cabeza y al pecho, etc. La Figura 12 muestra algunos ejemplos de estas manipulaciones.

Figura 5.9 Marcos y ejes de cada articulación y estructura cinemática del robot BioHumA



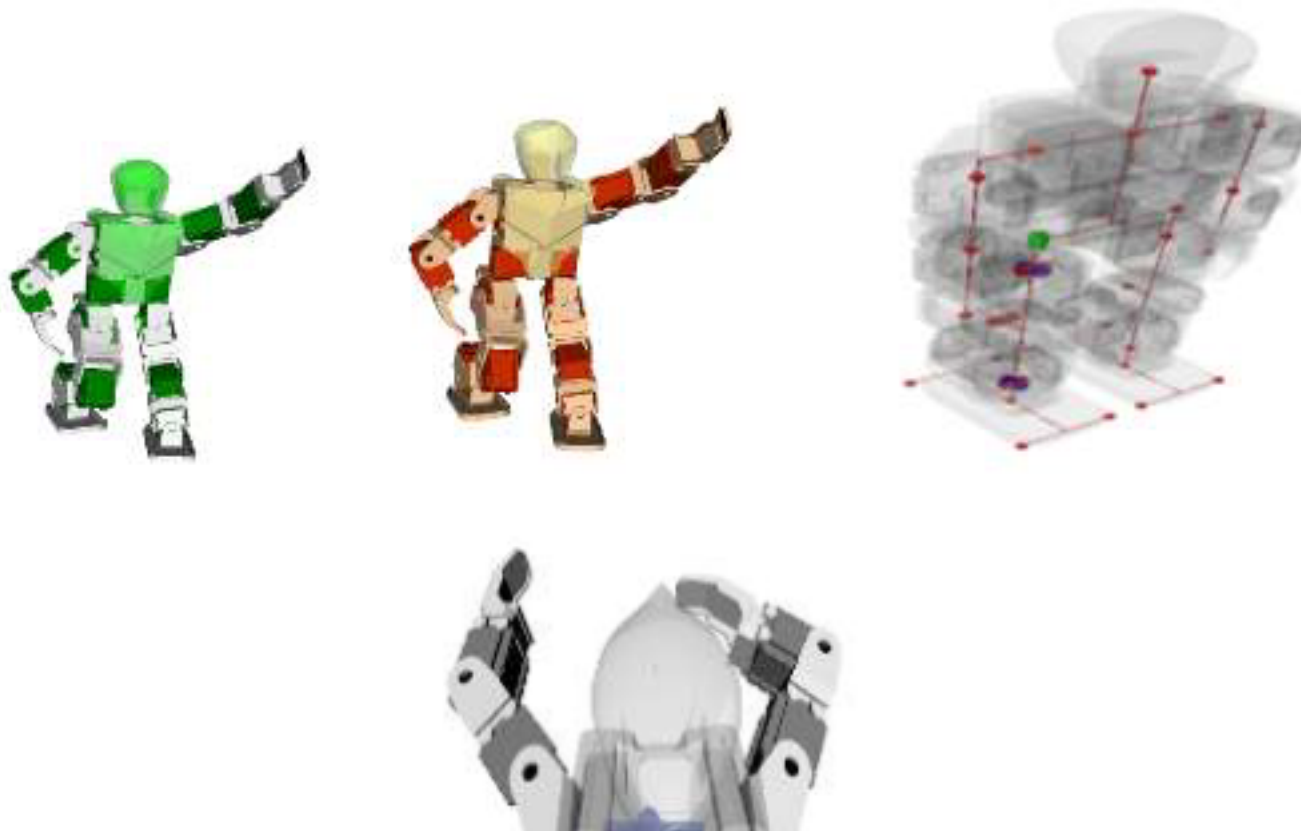
Una característica particular de esta UI es que fue realizada en código por medio del comando `uipanel`, `uibuttongroup` y `uicontrol`.

Al modificar y dar valores adecuados a los parámetros de estas funciones de MatLab se van colocando los elementos como sliders, botones de selección (*radiobuttons*), botones tipo *pushbutton*, barras de deslizamiento (*sliders*), textos, etc. La lógica correspondiente a las acciones de cada elemento se codifican en los callbacks asociados a cada elemento. Estos elementos son nombres de funciones que se indican como parámetro de cada uno de los elementos. El código de cada función callback se ejecuta al presionar el elemento correspondiente.

5.6 Conclusiones

En este trabajo presentamos la obtención del modelo en vrml del robot Bioid en configuración humanoide a partir de los datos de los archivos CAD y la configuración que proporciona el fabricante. La visualización interactiva de diversos elementos como los marcos ortogonales de referencia, en cada articulación y en las extremidades es de gran ayuda para la presentación académica, la comprensión y una visualización didáctica de los conceptos involucrados en la modelización de un robot humanoide. Se desarrolló una interfaz en Matlab por medio de la cual el usuario puede modificar a su gusto los elementos del robot Bioid virtual. La modularidad del lenguaje vrml y su fácil interconexión con MatLab permiten la inclusión de elementos como cilindros en las articulaciones, marcos ortonormales y una representación gráfica de la estructura cinemática del robot. Estos elementos permiten realizar el modelado geométrico de un robot humanoide (cinemática directa y cinemática inversa) de una mejor forma al permitir estudiar a detalle la configuración del mismo.

Figura 5.10 Visualizaciones del robot Bioid en VRML



La inclusión de aspectos dinámicos para una simulación de fuerzas y torques, así como la generación de modelos cinemáticos en vrml para otros robots humanoides son trabajos que se llevarán a cabo como continuación y basados en la experiencia del proceso que se reporta en este artículo.

5.7 Bibliografía

Ames, A., Nadeau, D. & Moreland, J. (1997) VRML 2.0 sourcebook (2nd ed.), New York. John Wiley & Sons.

Tachi, S. (1998) Real-time remote robotics — Toward networked telexistence, in IEEE Computer Graphics and Applications, Vol. 18, pp. 6–9.

Afshari, K. E. & Payandeh, S. (1999), Toward implementation of Java/VRML environment for planning, training and tele-operation of robotic systems, In Proc. 3rd World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics (ISAS'99), Orlando.

Šafaric, R., Calkin, D. W., Parkin, R. M., Czarnecki, P. (2001) Virtual environment for telerobotics, Integrated. computer.-aided engineering, 2001, vol. 8, no. 2, pp. 95-104.

Michel, O. (1998). Webots: Symbiosis between virtual and real mobile robots. In Proceedings of the First International Conference on Virtual Worlds (VW '98) Paris, France, Springer Verlag, Berlin, Germany, pp. 254–263.

Kanehiro, F., Hirukawa, H. and Kajita, S. (2004). OpenHRP: Open architecture humanoid robotics platform. International Journal of Robotic Research, 23(2), 155–165.

Jackson, J., (2007). Microsoft robotics studio: A technical introduction, IEEE Robotics & Automation Magazine, vol.14, no.4, pp.82,87, Dec. 2007.

Morgan, S. (2008). Programming Microsoft Robotics Studio. Microsoft Press, Redmond, WA, USA, 2008.

Dominguez, D., (2007): VRML and Simulink Interface for the Development of 3-D Simulator for Mobile Robots, Proceedings of world academy of science, Engineering and Technology, Volume 25, November 2007. ISSN 1307 – 6884.

Nielsen, F. A. & Hansen, L. K. (2000). Experiences with Matlab and VRML in functional neuroimaging visualizations. In Klasky, S. and Thorpe, S., editors, Proceedings of Visualization Development Environments Workshop, Princeton, New Jersey, USA, April, pp. 76-81, Princeton, New Jersey.

Fernández G. F. (2008) Laboratorio virtual de física en matlab/simulink con tecnología vrml. M. Sc Thesis, Facultad de Informática Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”. Cienfuegos, Cuba.

Chowdhury, A.R.; Prasad, B.; Kumar, V.; Kumar, R.; Panda, S.K., (2011), Design, modeling and open-loop control of a BCF mode bio-mimetic robotic fish, Proc. International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON), pp.87-92.

Núñez N.V., Olvera L.I., Pámanes J.A., (2009); “Estudio Teórico y Experimental del Equilibrio de la Marcha del Robot Humanoide Bioloid”; Memorias del XI Congreso Mexicano de Robótica (COMRob) de la AMRob; Celaya, Gto, México.

Olvera L.I., Núñez J.V., Pámanes J.A., (2009) “Evaluación Experimental de Patrones de Marcha Cicloidales en el Robot Humanoide Bioloid”; Memorias del IX Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica (CIBIM9), pp. 10-149 a 10-156, Las Palmas de Gran Canaria, España.

Nunez, V., Olvera, L.-I., Pamanes, J.-A. (2011) Simulation and Experimentation of Walking of the Bioloid Humanoid Robot, Proc. 13th World Congress in Mechanism and Machine Science, Guanajuato, México.

J. Victor Nunez, Abraham Briseno, Dora A. Rodriguez, J. Manuel Ibarra, Victor M. Rodriguez (2012), Explicit Analytic Solution for Inverse Kinematics of Bioloid Humanoid Robot, Proc. Brazilian Robotics Symposium and Latin American Robotics Symposium, (SBR-LARS), pp.33-38, Fortaleza, Brazil.

Akhtaruzzaman M, Shafie AA, (2011) Geometrical Analysis on BIOLOID Humanoid System Standing on Single Leg. Proc. of 2011 4th International Conference on Mechatronics (ICOM`11), 17-19 May 2011, Kuala Lumpur, Malaysia.

Wolf J, Hall P, Robinson P, Culverhouse P, (2007) Bioloid based Humanoid Soccer Robot Design in Proc. of the Second Workshop on Humanoid Soccer Robots @ 2007 IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots, Pittsburgh (USA).

