

Replicación inmediata de movimientos del brazo humano en robot humanoide mediante sensor xtion

Mercado Pérez Sandra, Medina González Adrián

Universidad Autónoma de Zacatecas – Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica
Campus Jalpa, Libramiento Jalpa Km. 156 + 380, Jalpa, Zac., 99601. México.
Tel. 01 (463) 955 2345.

Resumen

En este trabajo se presenta el uso del sensor xtion como dispositivo lector de movimientos de los brazos humanos, mediante éste se obtienen las coordenadas cartesianas de las articulaciones de hombros, codos y muñecas; a través de cálculos geométricos éstas coordenadas se transforman en ángulos a establecer en los servomotores correspondientes de un robot bioloid humanoide. Al realizar la lectura de coordenadas y cálculo de ángulos a intervalos de tiempo cortos se logra la replicación de los movimientos en tiempo real.

En pruebas se obtuvieron los resultados esperados, ya que el robot replicó todos los movimientos realizados por diversas personas. Se trabaja únicamente con dos dimensiones y se propone como trabajo futuro lograr la replicación de movimientos utilizando tres dimensiones.

Para que el sistema de control del robot registre los movimientos que realiza un humano es necesario el uso de hardware que permita la lectura de los movimientos realizados; generalmente este hardware consiste en dispositivos añadidos al cuerpo humano, por ejemplo un guante en el caso de registrar los movimientos de los dedos o exoesqueletos para el registro de movimientos en brazos y piernas.

En este trabajo se hace uso del sensor xtion de Asus como una alternativa en donde no se tengan que añadir dispositivos físicos al cuerpo humano para registrar sus movimientos, se toman en cuenta solamente las coordenadas X,Y y se replican los movimientos del brazo y antebrazo.

El esqueleto del brazo se compone de tres partes: a) brazo, que es el segmento del hombro al codo, b) antebrazo, que es el segmento del codo a la muñeca y c) mano [1].

Palabras clave: Robot humanoide, Sensor xtion, replicación de movimiento.

1. Introducción

La manipulación de movimientos de un robot humanoide se realiza de manera tradicional mediante órdenes en una aplicación o con rutinas de movimientos grabadas con anterioridad en base a lecturas obtenidas de los servomotores establecidos en posiciones deseadas.

El uso de los movimientos del cuerpo humano para establecer movimientos similares a realizar en un robot ha sido desarrollado para favorecer diversas áreas, como la industria, construcción, seguridad o entretenimiento.

2. Desarrollo

Para llevar a cabo la imitación de los movimientos de brazos humanos en un robot humanoide se utilizó el sensor xtion de Asus como dispositivo lector de movimientos y el robot utilizado para replicar estos movimientos en tiempo real fue el modelo Bioloid de la empresa robotis en la configuración de humanoide.

2.1 Sensor xtion

Xtion es el primer sensor de movimiento desarrollado para la PC, con el que se pueden desarrollar aplicaciones a código abierto, ya que cuenta con un kit de desarrollo de software (SDK).

Utiliza sensor de infrarrojos y tecnología de adaptación para captar la profundidad de detección de los movimientos del cuerpo de los usuarios en tiempo real, con un seguimiento más preciso.

Este sensor viene con un conjunto de herramientas de software para que sea más fácil para los desarrolladores crear sus propias aplicaciones basadas en movimientos, sin la necesidad de escribir algoritmos complejos de programación. En la figura 1 se observa la apariencia física de este sensor.



Fig. 1. Sensor xtion

Una de las herramientas que acompañan a este sensor es una interfaz para C++ en donde se obtienen las coordenadas cartesianas de las coyunturas o articulaciones, por ejemplo hombro, codo y canilla, estas coordenadas son las utilizadas para calcular los grados de movimiento en los servomotores del robot.

2.2 Robot Bioloid

El robot bioloid está compuesto por un módulo de control CM-5 y varios servomotores AX12+ con un ID único, en el módulo de control pueden ser almacenados los programas para controlar a los servomotores, pero también permite el control de estos en tiempo real, cada servomotor tiene la capacidad de controlar su velocidad, posición y aceleración, el algoritmo de control de posición de cada servo puede ajustarse individualmente dando un mejor control al grupo de servomotores [2]. En la figura 2 se observa la apariencia física del robot en la configuración de humanoide.

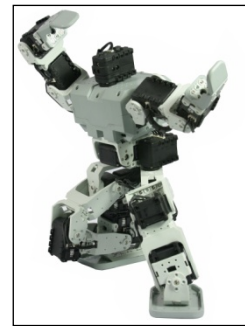


Fig. 2. Robot Bioloid

Para la programación y control de movimientos de este robot se cuenta con dos aplicaciones, a) *Motion editor* para establecer las rutinas de movimientos mediante la lectura de posiciones establecidas físicamente en los servomotores y b) *Behavior control programmer* para establecer el comportamiento del robot.

En este trabajo el control de los servomotores de este robot se realiza en C++.

2.3 Calculo de movimientos

El sensor xtion entrega los datos de posición de las articulaciones del cuerpo en forma de coordenadas cartesianas, en la figura 3 se observan algunas de estas articulaciones.

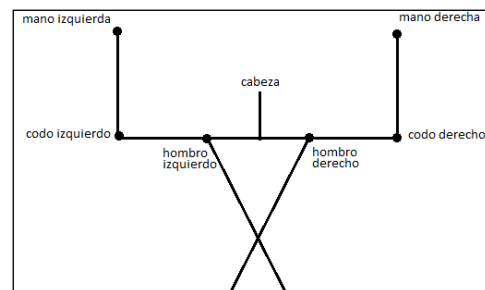


Fig. 3. Articulaciones detectadas por sensor

Para establecer el movimiento a realizar por los servomotores del robot en base a estas coordenadas cartesianas es necesario transportarlas a coordenadas polares y después establecer la posición del servo equivalente a la coordenada polar calculada.

Las coordenadas polares se pueden definir como un punto (P) en el plano con un Angulo (θ) y

una distancia (r) a un origen (o). En la figura 4 se muestra esto de manera gráfica. [3]

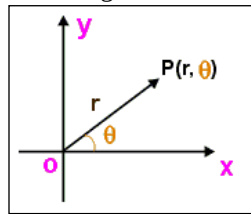


Fig. 4. Coordenadas polares

En el presente trabajo solo se utilizó el valor del ángulo cuya fórmula se muestra en la ecuación (1).

$$\theta = \text{atan}\left(\frac{y}{x}\right) \begin{cases} \frac{+y}{+x} = \theta \\ \frac{+y}{-x} = 180^\circ - \theta \\ \frac{-y}{-x} = 180^\circ + \theta \\ \frac{-y}{+x} = 360^\circ - \theta \end{cases} \quad (1)$$

Para calcular el movimiento del brazo derecho se tomaron los puntos del codo derecho con respecto al hombro derecho, de la misma manera su contraparte izquierda, el codo izquierdo respecto al hombro izquierdo. Es decir los hombros son el origen y los codos son el punto P. En la figura 5 se muestran los ángulos calculados para replicar el movimiento de brazos.

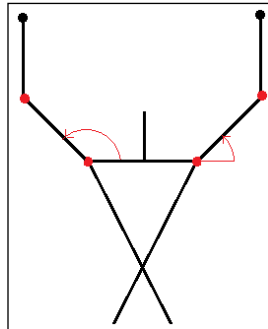


Fig. 5. Ángulos calculados para movimiento de brazos

Para calcular el movimiento del antebrazo derecho se tomaron los puntos de la mano derecha con respecto al codo derecho, de la igual manera su contraparte izquierda, la mano izquierda respecto al codo izquierdo. Es decir los codos son el origen y las manos son el punto P. En la figura 6 se muestran los ángulos calculados para replicar el movimiento de antebrazos.

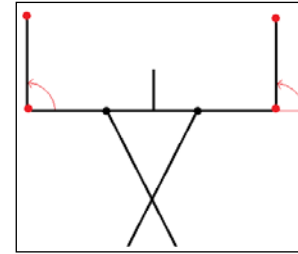


Fig. 6. Ángulos calculados para movimiento de antebrazos.

Como se mencionó anteriormente, para calcular el ángulo del antebrazo se toma el punto de la mano respecto al codo, pero las coordenadas polares comienzan desde la horizontal del eje del primer cuadrante del plano en sentido contrario a las manecillas del reloj, por lo que es necesario sumarle o restarle el ángulo complementario.

En la figura 7 se muestra el caso donde es necesaria la suma del ángulo A (que es equivalente al ángulo B) para obtener el ángulo completo que existe entre brazo y antebrazo.

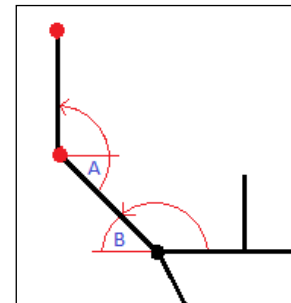


Fig. 7. Calculo de ángulo sumando el complementario

En la figura 8 se muestra el caso donde es necesaria la resta del ángulo A (que es equivalente al ángulo B) para obtener el ángulo completo que existe entre brazo y antebrazo.

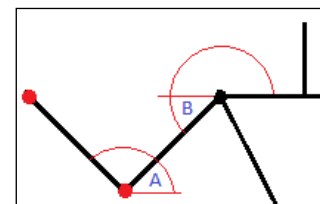


Fig. 8. Calculo de ángulo restando el complementario

Para calcular la equivalencia entre los grados del ángulo obtenido y la posición del servomotor a establecer se utiliza la formula (3).

$$unidad = \frac{cervo_max - cervo_min}{angulo_max - angulo_min} \quad (2)$$

$$pos_servo = [cervo_max - (angulo_max - grados) * unidad] \quad (3)$$

Donde *cervo_max* es el valor máximo posible en el servomotor que realizará el movimiento, *cervo_min* es el valor mínimo posible en el servomotor que realizará el movimiento, *angulo_max* es el valor máximo posible del ángulo calculado en base a las coordenadas de las articulaciones, *angulo_min* es el valor mínimo posible del ángulo calculado en base a las coordenadas de las articulaciones y *grados* es el ángulo que se obtiene en base a los cálculos descritos anteriormente.

Para lograr la replicación inmediata en el robot de los movimientos que realiza el humano, mediante un programa en C++ se realiza la medición de coordenadas, cálculo de ángulos y órdenes a servomotores a intervalos de tiempo menores que un cuarto de segundo, con esto, se obtiene un sistema de replicación de movimientos en tiempo real. Al ser un sistema dependiente del procesamiento de datos, las restricciones serían impuestas por las características de velocidad del equipo de cómputo que lo ejecute, 2 megabytes en Ram y microprocesador a 3,06 Ghz satisfacen éstas necesidades de procesamiento.

3. Análisis de resultados

Mediante un programa en C++ se llevó a cabo la replicación de movimientos de brazos humanos en el robot bioloid usando las coordenadas X, Y.

Diferentes personas realizaron movimientos y el robot los replicó de manera similar y con retardo casi imperceptible al ojo humano.

En la figuras 9(a), 9(b) y 9(c) se muestran algunas imágenes capturadas bajo diferentes movimientos de brazos. En el recuadro de la parte inferior derecha se muestra la imagen capturada por el sensor xtion y en la parte inferior izquierda se muestra el robot replicando los movimientos de brazos.



Fig. 9(a). Robot Bioloid replicando movimientos de brazos

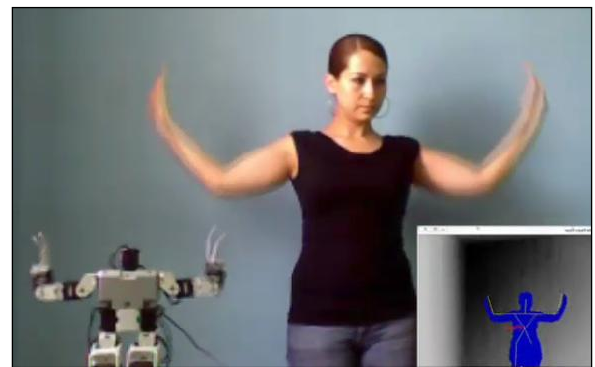


Fig. 9(b). Robot Bioloid replicando movimientos de brazos

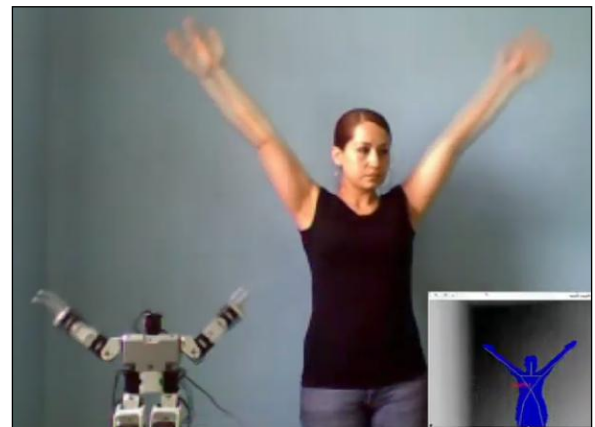


Fig. 9(c). Robot Bioloid replicando movimientos de brazos

4. Conclusiones

El registro de los movimientos del cuerpo humano mediante el sensor xtion puede tener aplicación en el área de la robótica, utilizando estos movimientos para transformarlos en órdenes a los servomotores de un robot, en el presente trabajo se muestra cómo lograr la replicación de movimientos de los brazos humanos en un robot humanoide, se hace uso únicamente de los ejes X,Y, por lo que se propone como trabajo futuro implementar el eje Z, logrando así el movimiento en las tres dimensiones.

La misma interfaz del sensor xtion que otorga las coordenadas X,Y de las articulaciones del cuerpo humano es capaz también de otorgar la coordenada Z, por lo que implementar las tres dimensiones en el movimiento del robot resulta factible.

Se ha mostrado como lograr la replicación del movimiento de los brazos, bajo esta misma metodología se puede lograr el movimiento del resto de las partes del cuerpo.

Referencias

- [1] En línea, consultado el 25 de julio del 2013. <http://www.onmeda.es/enciclopedia/anatomia/es/queleto-el-brazo-15962-12>.
- [2] En línea, consultado el 24 de julio del 2013. http://www.robotis.com/xen/BIOLOID_Comprehensive_en.
- [3] Lehmann C. “*Geometría Analítica*”, Limusa, México, 2006.
- [4] A. Cerón. “Sistemas robóticos teleoperados”, Ciencia e Ingeniería Neogranadina. No. 15, 62-72, 2005.
- [5] E. Nuño, L. Basañez. “Teleoperación: técnicas, aplicaciones, entorno sensorial y teleoperación inteligente”. Universidad Politécnica de Cataluña.